Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova
"Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau
Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul"

PROCEEDINGS
of the fifth International Scientific Conference
„INTER /TRANSDISCIPLINARY APPROACHES IN THE TEACHING OF THE REAL SCIENCES, (STEAM CONCEPT) ”
dedicated to the 95th anniversary of the founding of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies

MATERIALELE
Conferinței Științifice Internaționale
„ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE, (CONCEPT STEAM)”, ediția a V-a
dedicată aniversării a 95 de ani de la fondarea Facultății Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale

Chisinau, Republic of Moldova
October 31 – November 01, 2025

CZU: 37.0(082)=135.1=111=161.1
A 12

The Scientific Committee / Comitetul ştiintific:

Liubomir CHIRIAC, president, habilitated doctor, full professor, ICSPU, https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Alexandra BARBĂNEAGRĂ, PhD, associate professor, rector ICSPU, https://orcid.org/0000-0003-4777-1550
Eduard COROPCEANU, PhD, full professor, ICSPU, https://orcid.org/0000-0003-1073-828X
Anton FICAI, PhD, full professor, University POLITEHNICA of Bucharest, Romania, https://orcid.org/0000-0002-1777-0525
Radu CONSTANTINESCU, PhD, full professor, University of Craiova, Romania, https://orcid.org/0000-0002-4841-5606
Norbert PIKULA, habilitated doctor, full professor, Pedagogical University of Krakow, Poland, https://orcid.org/0000-0003-1460-3016
Cristian VOICA, PhD, full professor, University of Bucharest, Romania, https://orcid.org/0000-0001-9455-4909
Naela COSTICA, PhD, full professor, „A.I. CUZA" University of Iasi, Romania, https://orcid.org/0009-0003-8173-6502
Andrey DAVIDENCO, habilitated doctor, full professor, University of Chernigov, Ukraine, https://orcid.org/0000-0003-1542-8475
Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ştefan cel Mare" University of Suceava, Romania, https://orcid.org/0009-0006-7674-5158
Victor GUZUN, professor, Technological University of Tallinn, Estonia, https://orcid.org/0009-0004-3116-5008
Ilie LUPU, habilitated doctor, full professor, ICSPU, https://orcid.org/0000-0003-1375-3071
Anatol GREMALSCHI, habilitated doctor, full professor, ICSPU, https://orcid.org/0000-0001-5295-4613
Inga ŢIŢCHIEV, PhD, associate professor, director of IMI, https://orcid.org/0000-0002-0819-0414
Svetlana COJOCARU, habilitated doctor, full professor, correspondent member, vice president of ASM, https://orcid.org/0009-0003-1025-5306
Krasimir MANEV, PhD, full professor, New Bulgarian University, Sofia, Bulgaria, https://orcid.org/0000-0002-3318-354X
Constantin GAINDRIC, habilitated doctor, full professor, correspondent member of ASM, https://orcid.org/0009-0003-2893-9626

The Organizing committee / Comitetul organizatoric:

Angela GLOBA, president, PhD, associate professor, vice rector ICSPU
Ekaterina MYCHAILOVA, PhD, Sofia, Bulgaria
Biserka YOVCHEVA, PhD, associate professor, Konstantin Preslavsky University of Shumen, Bulgaria
Margarita NIJEGORODOVA, PhD, associate professor, State University of Vyatka, Russia
Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ştefan cel Mare" University of Suceava, Romania
Andrei BRAICOV, PhD, professor, dean, Faculty of Physics, Mathematics and Informational Technologies, ICSPU
Nicolae ALUCHI, PhD, associate professor, dean, Faculty of Biology and Chemistry, ICSPU
Ion MIRONOV, associate professor, dean, Faculty of Geography, ICSPU
Dumitru COZMA, habilitated doctor, full professor, head of the Mathematical and Physics Department, ICSPU
Sofia GRIGORCEA, PhD, associate professor, head of the Vegetal Biology Department, ICSPU
Dorin AFANAS, PhD, associate professor, ICSPU
Maria PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
Igor POSTOLACHI, PhD, associate professor, ICSPU
Lucia CĂPĂŢÎNĂ, PhD, university lecturer, ICSPU
Tatiana VEVERIŢA, PhD, associate professor, ICSPU
Dorin PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
Natalia LUPAŞCO PhD, associate professor, ICSPU
Natalia JOSU, PhD, associate professor, ICSPU
Teodora VASCAN, PhD, associate professor, ICSPU
Ala GASNAŞ, PhD, associate professor, ICSPU
Eugenia CHIRIAC, PhD, associate professor, ICSPU
Viorel BOCANCEA, PhD, associate professor, ICSPU
Larisa SALI, PhD, associate professor, ICSPU

Recommended for publication
by the Council of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, ICSPU

RESPONSIBILITY FOR THE CONTENT OF PUBLISHED MATERIALS
BELONGS EXCLUSIVELY TO THE AUTHORS

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII DIN REPUBLICA MOLDOVA
"Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)", conferinţă ştiinţifică internaţională (5; 2025; Chişinău)
Materialele Conferinţei Ştiinţifice Internaţionale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)", ediţia a 5-a = Proceedings of the fifth International Scientific Conference "Inter/transdisciplinary approaches in the teaching of the real sciences, (STEAM concept)", Chisinau, October 31 - November 01, 2025 / scientific committee: Liubomir Chiriac (president) [et al.]. – [Chişinău]: IDIS "Viitorul", [2025]. – 561 p.: fig. în parte color, tab.
Antetit.: Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova, "Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau, Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul". – Texte, rez.: lb. rom., engl., rusă. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art.
ISBN 978-5-86654-577-3 (PDF).
37.0(082)=135.1=111=161.1
A 12

© Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul", 2025
C.E. IDIS "Viitorul"

The collection of materials was carried out within the scientific research project "Methodology of implementing ICT in the process of studying real sciences from the perspective of the STEAM concept and Artificial Intelligence", code 040101, within the Institutional Research Program (2024-2027), "Ion Creanga" State Pedagogical University of Chisinau, approved by MEC Order No. 102 of 01.02.2024

***

Culegerea de materiale a fost realizată în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

TABLE OF CONTENT

PREFACE
PREFAȚĂ.....9

COMUNICATION IN PLENARY SESSION
COMUNICĂRI ÎN SESIUNEA PLENARĂ.....12

ACHIRI Ion. Lecția STEM 13
DAVIDENKO Andrey. Two important components of STEM: research and engineering.....18
DUNAI Larisa, **SEGUI VERDÚ Isabel**, **BURGUERA SIERRA Eva**, **SAVA Lilia**. Prototyping personalized bionic devices through final degree projects: a project-based learning approach 22
DUNAI Larisa, **SEGUI VERDÚ Isabel**, **LENGUA LENGUA Ismael**, **SAVA Lilia**. Integrating Autocad and Inventor in chemical engineering education: adaptations post-dana flood event in Valencia.....28

SECTION I. Inter / transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept)
SECȚIA I. Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) 34

AFANAS Dorin, BRIGALDA Arina. Aerial geometry – concept and methodological framework 35
AFANAS Dorin, GANGAN Galina, ADAM Corina. Theoretical foundation of didactic game in teaching mathematics 54
ANPILOHOV Dmytro. Applied orientation of higher mathematics as a tool for interdisciplinary STEAM learning in engineering education 66
BIEZHENARU Nadejda, **VRABIE Mariana**. De la științe reale la viitor sustenabil: puterea educației STEAM ca arhitectura competențelor de mâine.....69
BORDAN Valeriu, **HAJDEU Mihaela**. Despre unele aplicații ale teoriei mulțimilor...74
BRIGALDA Arina, BABARĂ Irina. STEAM education in the military college 80
CALMUȚCHI Laurențiu. 95 ani de excelență: Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale - pilon al științei în Moldova 92
CEBAN Ana. Rolul feedback-ului automat în educația online la matematică: compararea abordărilor digitale și umane.....109
COJOCARU Ana. Regula de aur – măsura estetică matematică.....113
COJOCARU Ion. Civilizația egipteană și evoluția matematicii ei.....118
COJOCARU John. Geometria piramidei lui Cheops 125
COJOCARU Natalia. Museionul și Biblioteca – centru cultural antic 131

DORNEANU Angela. Ornamentul matematic egiptean 136
FEȚANU Elisa-Ioana. Studierea matematicii prin rezolvarea problemelor cu grad diferit de complexitate 140
GHERMAN Gabriela. Incursiuni în metrologia antică 145
GHIMP Valentina. Probleme matematice practice din Egiptul antic 152
GUZUN Ludmila. Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii. Concept STEAM-STEM 157
MAFTEA Serghei, MAFTEA Alexandra. Matematica și biologie: exemple în sprijinul demersului STEAM 163
MARCHITAN Gabriela-Daniela. File istorice din scrierea egipteană.....169
MĂCIUCĂ Mirela. Hipatia, savanta femeie de litere și științe 175
NEAGU Natalia. Aplicarea teoriei Algebrelor Lie în studiul modelului matematic al dinamicii răspândirii tuberculozei 180
PASCARU Daniela. Activități transdisciplinare și modalități eficiente de dezvoltare a competențelor cu caracter integrator: produs STEAM „O alimentație sănătoasă - un corp sănătos” 185
PUȚUNTICĂ Vitalie, **SÎRBU Nina**. Interpretarea și argumentarea logică a rezultatelor la matematică în învățământul liceal.....191
PUȚUNTICĂ Vitalie, **SÎRBU Nina**. Aplicații interdisciplinare ale matematicii în domeniul medical 195
SALI Larisa, COZMA Dumitru, **IONEL Mirela**. Analiza logico-didactică a conținuturilor orientate spre formarea competenței de modelare matematică.....201
SNIZHKO Nataliia. Bilingual mathematics as a transdisciplinary practice in engineering education: a case study from Ukraine 207
TATARU Ionel. Apariţia cunoştinţelor ştiinţifice 211
TELEUCA Marcel, **SALI Larisa, Ivan BORSENCO.** Modernizarea programului de pregătire a elevilor de gimnaziu pentru competițiile de matematică: aspecte cheie și abordări didactice 219
TICU Luminița. Istoria fracțiilor egiptene 225
VIOREANU Marius-Marin. Numere remarcabile în matematica egipteană 231
ZAHARIA Rică. Măsura timpului la vechii egipteni. Calendarul 234
ГРАДИНАРЬ Оксана. Этапы проведения интегрированного STEAM-мероприятия по математике с элементами профессиональной подготовки 240
ИВАСЮК Людмила. Междисциплинарные и трансдисциплинарные подходы в изучении математики (концепция STEAM) 245
КАЛМУЦКИ Лаврентий, **ГЕРГИЕВ Вячеслав**. Развитие исследовательских умений учащихся при решении задач с параметрами по математике.....250
МАКЕВНИНА Ольга. Синергия математики и физики как основа STEAM-подхода в естественно-научном образовании 258
СМИРНОВА Ольга. Исследуем Молдову: математика, искусство и география 263

SECTION II. Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective
SECȚIA II. Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM.....267

BALMUȘ Nicolae. Activități interdisciplinare de informatică pentru manualele digitale de matematică clasa a V-a.....268
BOGDANOVA Violeta. Importanța dezvoltării unei culturi a securității cibernetice în rândul personalului didactic.....276
BOSTAN Marina. De la teorie clasică la inovație STEAM – o traiectorie personală la FMTI.....280
BRAICOV Andrei, **POPOVICI Ilona**. Developing digital communication skills for social services students through the use of Cloud Technologies.....285
BRAICOV Andrei, **VEVERIȚA Tatiana**. Integrarea conceptelor primare de inginerie în dezvoltarea proiectelor STEAM.....291
CERBU Olga, **ȚURCAN Aurelia**, **NARTEA Nichita**, **Adriana COVALI**. Abordări metodologice în crearea și utilizarea fișierelor de date structurate.....296
CERBU Olga, **ȘTEFÎRȚĂ Maria**. Explicații metodologice a paradoxurilor în limbaje formale și automate.....309
CHIRIAC Liubomir, **EREMEEV David**, **LUNGU Mihai**. Algoritm criptografic cu aplicarea izotopilor de grupoizi latini.....315
CHIRIAC Liubomir, **LUPAȘCO Natalia**, **PAVEL Maria**, **GAVRILĂ Simona**. Metodologia proiectării inginerești a prototipului din perspectiva rezolvării problemelor STEAM.....322
CHIRIAC Tatiana. Resursele digitale de învățare – catalizatori ai transformării pedagogice și ai dezvoltării competențelor cheie în educația contemporană.....332
FILATOVA Tetiana. Management of an IT project team.....342
GASNAŞ Ala, **GLOBA Angela**, **ANDONI Dumitru**, **ENI Nicu**. Model conceptual și arhitectură tehnologică pentru sisteme de recunoaștere automată a știrilor false.....345
GLOBA Angela, **GASNAŞ Ala**, **ANDONI Dumitru**, **ENI Nicu**. Intervenții educaționale în creșterea rezilienței la dezinformare a celor mai vulnerabile categorii de cetățeni.....350
JOSU Natalia. Integrarea Geogebra în analiza jocurilor de dimensiunea 2×n (m×2) – o abordare STEAM în predarea teoriei jocurilor.....358
MAXIAN Pavel. Metodologia elaborării conținutului educațional digital.....364
OBADĂ Alexandru. Drona educațională ca instrument STEAM: o analiză a experiențelor de instruire a profesorilor și recomandări pentru implementarea curriculară.....368
PAVEL Maria, **PAVEL Dorin**. Intervalul de confidență: instrument statistic esențial între rigoare științifică, calcul asistat de software și aplicabilitate în educația STEAM.....376
SÎRGHI Olesea. Integrarea tehnologiei digitale în curriculumul de biologie pentru studiul anatomiei umane.....385

VASCAN Teodora. Rolul STEAM și învățării bazate pe proiecte în schimbarea paradigmei de predare a informaticii 393
VASCAN Teodora, **LECARI Diana**. Implementarea interdisciplinarității STEAM prin instrumente digitale 403
VEVERIȚA Tatiana, **MUȘINSCHI Ilie**. ANALIZA datelor educaționale pentru creșterea performanței școlare la informatică 409

SECTION III. Implementation of inter /transdisplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept)
SECȚIA III. Implementarea inter/transdisciplinarității în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM) 414

BALMUȘ Olga. Provocări și bariere în procesul de integrare a tehnologiei în predarea fizicii în paradigma STEAM 415
BOCANCEA Viorel, **CIUVAGA Victor**. Evaluarea curriculumului scris vis-a-vis de evaluarea curriculumului predat/implementat la Fizică 420
CHISTOL Vitalie. Despre aplicarea matematicii la rezolvarea problemelor de fizică 427
DAVIDENKO Pavel. Creative projects on energy efficiency and renewable energy sources 433
GUȚU Ionela, **POSTOLACHI Igor**, **POSTOLACHI Valentina**. Verificarea legii conservării energiei mecanice pentru un sistem oscilatoriu 439
MANOLI Ina. Integrarea tehnologiilor digitale în predarea fizicii: abordări STE(A)M în clasele gimnaziale 444
PETRUŞCA Andrei, **PETRUŞCA Elena, POSTOLACHI Igor**. Abordarea interdisciplinarităţii la predarea fizicii cu biologia, chimia şi medicina 450
POPA Mihail. Aplicarea diagramelor temperatură – timp la rezolvarea problemelor de calorimetrie 455
POSTOLACHI Igor. 95 ani - cercetarea științifică, formarea cadrelor la catedrele de fizic 463
PYROZHKOV Yehor. On the need to use creative tasks in the process of teaching technology 468
TERCU Jan-Ovidiu. Rezultate observaționale și pedagogice privind studiul stelelor variabile de tip EW (W Ursae Majoris) în cadrul activităților extrașcolare de astronomie 473
ȚÎCĂU Irina. Abordare STEAM în dezvoltarea competențelor de investigație științifică la elevi prin studiul electrostaticii 477
БАБУЧ Наталья. Концепция STEAM в преподавании физики – место и роль 483
БОКАНЧА Виорел, **РУСНАК Ольга**. Применение STEAM проектов в преподавании физики 488

ФЕДОТОВА Анастасия, **КОЖУХАРОВА Татьяна**. Основная дилемма точных дисциплин 494

SECTION IV. Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography
SECȚIA IV. Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei 499

BECHET Olesea. Metodologia cercetării STEAM în realizarea procesului educațional: drumul unei ii moldovenești.....500
CALISTRU Victoria. STEAM / de la problemă la produs: rolul PBL în integrarea STEAM 511
GOLOVATÎI Violeta, ILAȘCO Irina. Trandafirul transdisciplinar – o abordare STEAM în educația modernă 516
GRIGORCEA Sofia, **CHIRIAC Eugenia**, **CHIRIAC Liubomir**, **LUPAȘCO Natalia, ȚIGANAȘ Odetta**. STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului.....526
GRIGORCEA Sofia, **CHIRIAC Eugenia**, **NEDBALIUC Boris**, **ANGHEL Victor**. Stimularea educației pentru sănătate în rândul studenților prin valorificarea însușirilor unor aspecte ale agenților patogeni 540
PÎRGARI Rovim. Interdisciplinaritatea în predarea biologiei prin abordarea STEAM 546
ТЕРТЯК Снежана. Использование интерактивных тестов цифровой библиотеки *Educație Ineractiva* на уроках биологии по единице обучения «Основы Генетики» в 12 классе.....555

PREFAȚĂ

Facultatea FMTI – 95 de ani de tradiții, excelență și performanțe academice. Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale (FMTI), în prezent o subdiviziune a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă" din Chișinău, sărbătorește 95 de ani de la fondare. Facultatea FMTI este considerată una din primele facultăți ale învățământului superior din Republica Moldova. Constituită în anul 1930, în cadrul Institutului Pedagogic de Stat din Tiraspol, facultatea a contribuit semnificativ la promovarea educației, studiilor și cercetărilor în domeniul matematicii, fizicii și informaticii. De menționat că în perioada 02.02.1932 – 27.02.1938 studiile în cadrul instituției respective se făceau în limba română/moldovenească în baza alfabetului latin. Mai jos vom evidenția unele momente cheie în dezvoltarea facultății FMTI.

În anul 1992, deja, în cadrul facultății Fizică și Matematică activau eficient următoarele 8 catedre: Catedra de Analiza Matematică; Catedra de Algebră; Catedra de Geometrie; Catedra Metodica Predării Matematicii; Catedra Fizica Generală; Catedra Fizica Teoretică; Catedra Metodica Predării Fizicii; Catedra Informatică și Tehnică de Calcul. Pe lângă subdiviziunile menționate funcționau circa: 15 laboratoare didactice, două laboratoare științifice, un Observator astronomic și Planetariu. Un rezultat excepțional realizat de colectivul facultății FMTI este faptul că în anul 2020 membrii FMTI, circa 45 de persoane, erau deja absolut toți doctori în științe. Acest rezultat se datorează școlilor de cercetare create în cadrul Facultății FMTI. Evidențiem în acest sens următoarele:

În cadrul Universității de Stat din Tiraspol (UST), începând cu anii 1970, a fost constituită școala de topologie, algebra topologică și aplicațiile ei. Fondator al acestei școli a fost academicianul Mitrofan Ciobanu. Direcțiile de cercetare sunt: clasificarea spațiilor și funcțiilor; extensii și compactificări; spații funcționale; algebra topologică; teoria descriptivă a mulțimilor; metode topologice în analiza funcțională, optimizare, teoria măsurii și teoria probabilităților etc. Menționăm că primele cercetări topologice în Moldova au fost efectuate în anii 1957–1964 de către academicienii Petru Soltan și profesorii Ivan Parovicenko și Petru Osmatescu, profesor al Facultății Fizică și Matematică. Astăzi se studiază cu succes spații Cioban, spații Parovicenko, operații Cioban și se aplică diverse metode create de M. Ciobanu. Conform amintirilor academicianului Mitrofan Cioban: „Profesorul P. Osmatescu și academicianul P. Alexandrov au fost inițiatorii organizării vestitelor simpozioane tiraspolene „Topologia Generală și Aplicațiile ei", cu prima ediție din 1965, care au fost un catalizator efectiv al dezvoltării școlilor matematice din Moldova. În anul 1965, profesorul P. Osmatescu, la deschiderea Congresului al III-lea al Scriitorilor din Moldova, a fost printre primii care a declarat că alfabetul latin este unicul veșmânt natural al limbii române care se numește „limbă moldovenească" în Moldova".

În cadrul școlii academicianului Mitrofan Cioban, sub conducerea și coordonarea lui nemijlocită, au fost susținute tezele a peste 25 de doctori și doctori habilitați. Reprezentanți ai acestei școli sunt doctorii habilitați, profesorii D. Botnaru, L. Calmuțchi, L. Chiriac, D. Ipate și doctorii în științe D. Afanas, S. Dumitrașcu, H. Attia, N. Dodon, E. Mihailova, A. Alb, A. Tripe, D. Pavel, L. Sali, A. Sava, M. Pavel, I. Ciobanu, R. Dumbrăveanu, N. Ursu. De asemenea, un rol important în dezvoltarea facultății și formarea personalului înalt calificat l-au avut: Școala în domeniul ecuațiilor diferențiale (profesorii M. Popa, A. Șubă, D. Cozma) și Școala în domeniul semiconductorilor (profesorii E. Gheorghiță, I. Postolachi etc.). Un rol important în dezvoltarea didacticilor științelor reale și pregătirea cadrelor de calificare înaltă, în cadrul UST, l-a avut academicianul Mitrofan M. Cioban, care în cooperare cu I. Lupu, dr. habilitat, profesor universitar, A. Hariton, dr., profesor universitar, în anul 2002, au constituit Școala Doctorală ,,Teoria și metodologia instruirii" din cadrul

Universității de Stat din Tiraspol (cu sediul în Chișinău), care s-a dovedit a fi unica în Republica Moldova. Cercetările remarcabile în cadrul școlii respective s-au axat, în mod special, pe didacticele științelor exacte și ale naturii (matematică, fizică, informatică, chimie, biologie, geografie). Grație cercetărilor avansate în domeniul didacticii, în cadrul UST a fost fondat unicul seminar științific de Profil și Consiliul Științific Specializat în domeniul didacticii științelor exacte și ale naturii în Republica Moldova. În calitate de conducători științifici, în cadrul Școlii doctorale „Teoria și metodologia instruirii", au înregistrat rezultate frumoase: Mitrofan Cioban, dr. hab., prof. univ., academician al AȘM; Ilie Lupu, dr.hab., prof. univ.; Andrei Hariton, dr., prof. univ.; Liubomir Chiriac, dr. hab., prof. univ.; Laurențiu Calmuțchii, dr. hab., prof. univ.; Andrei Braicov, dr. conf. univ.; Viorel Bocancea, dr. conf. univ.; Valeriu Cabac, dr. prof. univ.; Eduard Coropceanu dr. prof. univ.; Anatol Gremalschi, dr. hab., prof. univ.; Vasile Panico, dr., prof. univ.; etc. Astfel, pe parcursul ultimilor 20 de ani de activitate, în cadrul Școlii doctorale respective au fost susținute 47 de teze doctor în științe - un rezultat frumos pentru Școala doctorală din cadrul UST și un rezultat excelent pentru știința pedagogică din țara noastră.

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale – 40 de ani de inovație in educație și cercetare academică. La finele anilor 80 ai secolului trecut, informatica ca știință, datorită gradului avansat de aplicabilitate în toate sferele de activitate ale umanității, a început să se dezvolte într-un ritm foarte intens. Pentru a pregăti profesori de informatică, prin decizia Ministerului Învățământului Superior de la Chișinău, la Institutul Pedagogic de Stat din Tiraspol (IPST), la 15 octombrie 1985, în cadrul facultății de Fizică și Matematică, a fost constituită prima Catedră de Informatică și Tehnică de Calcul din fosta URSS. Prin ordinul emis de Andrei Hariton, dr., profesor universitar, rector IPST, în anul 1985, Iulian Marcov, dr. în științe matematice, conf. universitar, este numit șeful Catedrei de Informatică și Tehnică de Calcul (ITC). Profesorul Iulian Marcov era unul din puținii cercetători din acea perioadă în Moldova care cunoștea domeniul respectiv, avea pregătirea științifică fundamentală a Universității de Stat din Moscova „M.V. Lomonosov" și împărtășea viziunile marelui profesor basarabean Eugen Grebenicov, director al Centrului de Calcul al universității respective, privind dezvoltarea și studierea informaticii. Din acest punct de vedere, Catedra ITC a avut un start bun și o strategie științifico-metodică de dezvoltare bine gândită și implementată cu tenacitate. Componența inițială a Catedrei ITC era constituită din: *Iulian Marcov, dr. conferențiar universitar; Iurie Camarov, dr. conferențiar universitar; Alexei Hapco, lector superior; Mihail Botoșanu, lector superior; Liubomir Chiriac, asistent; Mila Salinschi, asistent; Valentina Banari, lector; Nadejda Ratiner, inginer programator; Svetlana Tacu, laborant*.

Din momentul fondării Catedrei ITC și până la 30 aprilie 2005, activitatea catedrei a fost coordonată de **Iulian Marcov**. Din cauza războiului transnistrean, în luna iunie, anul 1992, Catedra ITC, împreună cu colectivul UST, este evacuată la Chișinău. Din motive bine cunoscute, la Tiraspol au rămas absolut toate laboratoarele, echipamentul, mijloacele tehnice și materialele didactice produse de membrii Catedrei. Catedra ITI a fost lipsită de baza materială și științifică, fiind nevoită să treacă prin noi încercări pentru a le restabili. Profesorii Catedrei ITI s-au pomenit în fața unui nou început.

La Chișinău, Catedra își modifică denumirea în Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale (ITI) și își reîncepe activitatea științifico-metodică, constituind și relansând practic toate laboratoarele de informatică necesare pentru asigurarea procesului de instruire și cercetare. A urmat o muncă de mare responsabilitate: *restabilirea și amenajarea laboratoarelor de informatică și sălilor de curs; crearea condițiilor pentru desfășurarea optimală a orelor de curs, lucrărilor de laborator și practicilor prevăzute de program.* Este important de menționat faptul că comunitatea

universitară din Chișinău a dat dovadă de solidaritate și universitățile din Chișinău au contribuit maximum posibil la refacerea bazei materiale a Universității de Stat Tiraspol, refugiată la Chișinău. Prin intermediul sprijinului acordat, plus abnegația, munca asiduă și creativitatea profesorilor, s-a contribuit eficient la reconstruirea noii baze materiale pentru activitatea științifico-didactică. **Iulian Marcov**, în calitate de șef Catedră ITI, până în luna aprilie 2005, a depus eforturi colosale pentru consolidarea catedrei și refacerea bazei tehnico-materiale. În perioada 1 mai 2005 - 16 februarie 2010, șef al Catedrei ITI a fost **Andrei Braicov**, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar, absolvent al UST. Din 17 februarie 2010 și până-n prezent, șef al Catedrei ITI este **Liubomir Chiriac**, doctor habilitat în științe fizico-matematice, profesor universitar, absolvent al UST. Datorită specificului activității învățământului superior, în cazul catedrei ITI, absolut toți membrii catedrei sunt implicați în procesul de cercetare. Menționăm, următoarele direcții de cercetare realizată în cadrul Catedrei ITI:

- *Fundamentarea teoretică și aplicativă privind studierea științelor reale în sistemul educațional din Moldova din perspectiva: inter/transdisciplinarității (conceptului STEAM);roboticii și inteligenței artificiale; dezvoltării competențelor digitale.*
- *Elaborarea algoritmilor privind studierea structurilor algebrice pe calculator; Dezvoltarea algoritmilor criptografici simetrici și asimetrici.*
- *Algoritmi privind aplicarea rețelelor Petri și a grafurilor în soluționare a problemelor practice.*

Astfel, sub conducerea științifică a profesorului universitar Liubomir Chiriac au susținut lucrarea de doctorat următorii cercetători: Teodora Gherman, Lilia Mihalache, Margarita Nijegorodova. Natalia Josu, Angela Globa, Natalia Lupașco, Lidia Popov, Violeta Bogdanova, Marina Bostan. Fiind ghidați de academicianul Mitrofan Cioban au reușit să susțină cu succes tezele de doctor în pedagogie: Maria Pavel și Teodora Vascan. Iar sub conducerea profesorului universitar Andrei Braicov, și-au susținut teza de doctor Tatiana Velicova, Ala Gasnaș, Tatiana Veveriță, Ilona Popovici. Totodată, în cadrul Catedrei ITI, a fost lansată ideea privind organizarea unei conferințe internaționale pe subiecte STEAM. În acest context, toți membrii Catedrei ITI au fost implicați la organizarea și desfășurarea a cinci ediții (2021-2025) ale Conferinței Științifice Internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)", în cadrul UPSC, în care s-a reușit lansarea și promovarea conceptelor, teoriilor și rezultatelor științifice semnificative de ultimă oră în spațiu educațional național. La fel, membri Catedrei ITI, activează cu succes în cadrul Societății Române de Matematică Aplicată și Industrială ROMAI, care întrunește membri din circa 9 țări. Profesorii L. Chiriac, A. Braicov sunt membri ai comitetului editorial al revistelor editate în cadrul Facultății FMTI și peste hotare: Acta et Commentationes Sciences of Education (UPSC), Acta et Commentationes Exact and Natural Scieneces (UPSC), ROMAI Journal (Romania).

Un rol aparte la dezvoltarea Facultății FMTI și Catedrei ITI l-au avut: Academicianul Mitrofan Cioban, Academicianul Petru Soltan, Academicianul Radu Miron, Academicianul Constantin Gaindric, Academicianul Svetlana Cojocaru etc. Grație inițiativelor privind intensificarea cercetărilor în cadrul Catedrei ITI, inclusiv stabilirea relațiilor de colaborare, au fost realizate investigații științifice interesante și susținute mai multe lucrări de doctor în științe.

Liubomir CHIRIAC
Dr. habilitat, prof. universitar,
Președintele Comitetului Științific

Maria PAVEL
dr. conf. universitar,
Comitetul de organizare

Communications in plenary session

Comunicări în sesiunea plenară

CZU: 372.85:001.8 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p13-17

LECȚIA STEM

Ion ACHIRI, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-8874-2329
e-mail: ionachiri@mail.ru
UPS „Ion Creangă”, CFCL

Rezumat. Articolul abordează problema unui nou tip de lecție **Lecția STEM** în contextul implementării Educației STEM în sistemul educațional. Sunt evidențiate caracteristicele acestui tip de lecție, avantajele, perspectivele și problemele privind soluționarea acestui deziderat. Sunt formulate idei referitoare la implementarea calitativă a Educației STEM prin intermediul Lecției STEM, realizate în cadrul diverselor discipline școlare.
Cuvinte-cheie: educația ST(R)E(A)M, lecția STEM, caracteristici, oportunități, perspective, competențe, impact, sistem educațional.

Abstract. The article addresses the issue of a new type of lesson - STEM Lesson in the context of implementing STEM Education in the educational system. The characteristics of this type of lesson, the advantages, prospects and problems regarding the solution of this goal are highlighted. Ideas are formulated regarding the qualitative implementation of STEM Education through STEM Lesson, carried out within various school subjects..
Key-words: ST(R)E(A)M education, STEM lesson, characteristics, opportunities, perspectives, skills, impact, educational system.

Practica educațională demonstrează că elevii au o motivație scăzută privind studierea disciplinelor exacte Matematica, Fizica, Chimia și Biologia nu numai în Republica Moldova. Adesea, profesorii aud de la elevi întrebările „De ce am nevoie de asta? Unde o voi aplica în viață?”. Răspunsurile la aceste și la altele întrebări, inclusiv în contextul dezvoltării motivației și interesului pentru studierea disciplinelor exacte, pot fi găsite în cadrul implementării paradigmei educaționale Educația STEM/STEAM/STREAM în practica educațională [1].

Constatăm că, la etapa actuală, școala, inclusiv cea din Republica Moldova, nu se izbăvește cu misiunea sa principală - *pregătirea absolventului pentru activitatea în viața reală.* Problema constă în faptul că *școala este monodisciplinară*, iar *viața este transdisciplinară*. Pentru a exclude această contradicție e necesar de implementat în sistemul educațional *paradigma transdisciplinară* în corelare cu *implementarea Educației ST(R)E(A)M*.

Dezvoltarea paradigmei *Educația STEM*, până la *Educația STEAM* și apoi la *Educația STREAM* [7,8], este una logică, deoarece componentele umanitare și cele privind artele pot contribui eficient la formarea și dezvoltarea competențelor în domeniul comunicării, cooperării, gândirii creative și critice, competențe prioritare pentru secolul XXI. Practica educațională demonstrează, că odată cu utilizarea componentelor umanitare și a artelor în

corelare cu disciplinele exacte, tehnologia și ingineria, învățarea devine mai transdisciplinară.

Menționăm, că *Educația ST(R)E(A)M* devine treptat o prioritate a educației în plan internațional și național nu doar pentru învățământul general, ci și pentru cel universitar. De exemplu, deja de câteva decenii, în Statele Unite ale Americii anual se acordă *Premiul prezidențial al SUA* celor mai buni profesori STEM [4].

În unele țari *Educația ST(R)E(A)M deja* se implementează și în învățământul superior.

Constatăm, că *Educația STEM/STEAM/STREAM* în practica educațională poate fi implementată prin următoarele modalități:

1. Se studiază disciplina *Educația STEM* – adică are loc realizarea lecțiilor dedicate *Educației ST(R)E(A)M* incluse în orarul școlii, adică are loc realizarea Lecțiilor STEM.
2. Se desfășoară *activități STEM/STEAM/STREAM*, organizate de către profesor în cadrul lecțiilor la disciplina pe care o predă (Matematica, Fizica, Chimia, Biologia etc.).Și în acest caz sunt realizabile Lecții STEM la diverse discipline școlare.
3. Se realizează *proiecte STEM/STEAM/STREAM* - proiecte transdisciplinare, realizate, de regulă în cadrul ariei curriculare Matematică și Științe, cu participarea și a cadrelor didactice, care predau discipline socioumanistice, Arte, Tehnologia etc.

Astfel, introducem în practica educațională un nou tip de lecție, Lecția STEM, care contribuie eficient la implementarea paradigmei transdisciplinare în corelare cu Educația STEM.

Pentru noul tip de lecție, Lecția STEM, evidențiem următoarele caracteristici principale:

- *obiectivele lecției vizează, de regulă, integrarea disciplinelor exacte, Matematica, Fizica, Biologia, Chimia, inclusiv, cu Artele și Literatura, prin utilizarea tehnologiei și ingineriei;*
- *un experiment, virtual și/sau real, este o componentă obligatorie a lecției;*
- *modelarea ar trebui să fie prezentă în cadrul lecției, ceea ce permite elevilor să își formeze competențe în domeniul ingineriei;*
- *formarea competențelor elevilor privind activitățile de cercetare/investigare prin crearea și rezolvarea situațiilor-problemă, în special realizând conexiuni semnificative cu viața reală;*
- *problemele, sarcinile care sunt discutate și rezolvate în cadrul lecției trebuie să contribuie la implementarea celor studiate în viața de zi cu zi (astfel elevii vor obține răspunsuri la întrebările „De ce am nevoie de asta? Unde le voi aplica în viață?”);*

- *e semnificativă formarea și dezvoltarea interesului elevilor pentru studierea disciplinelor exacte, a artelor, a literaturii, a tehnologiilor, a aspectelor inginerești etc;*
- *munca în grup/echipă și colaborarea predomină în cadrul lecției;*
- *amplificarea semnificativă a motivației pentru învățare;*
- *lecția se poate desfășura în sala de clasă, în curtea școlii, într-un parc situat în apropierea școlii, pe malul unui lac etc.*

În funcție de obiective, o lecție poate fi o *Lecție STEM,* o *Lecție STEAM* sau o *Lecție STREAM*.

Pentru a desfășura calitativ *Lecții STEM/SATEAM/STREAM* în fiecare școală ar trebui să fie amenajat un *Laborator STEM***,** dotat cu tot ce este necesar pentru implementarea Educației STEM, inclusiv pentru realizarea activităților în domeniul roboticii.

Menționăm, că deja sunt disponibile în vânzare diverse tipuri de jucării și jocuri STEM [5], seturi Lego [6] și alte materiale didactice [8] pentru organizarea și desfășurarea *Lecțiilor STEM*, putând fi utilizate și pentru dotarea Laboratoarelor STEM. Deci, unele lecții de matematică, fizică, chimie, biologie, informatică etc, pot fi desfășurate în *Laboratoarele STEM***,** altele în curtea școlii, în parcul din preajma instituției de învățământ, la o întreprindere etc.

Este absolut necesar să se elaboreze *standarde de stat* pentru astfel de *Laboratoare STEM.* Acest aspect reprezintă un deziderat important pentru Ministerul Educației și Cercetării din Republica Moldova.

O altă problemă nerezolvată în contextul implementării *Educației STEM* și a *Lecției STEM* este *elaborarea sistemului de competențe specifice ingineriei,* necesare pentru formare și dezvoltare în procesul educațional. La etapa actuală profesorii/învățătorii intuitiv realizează corelarea cu ingineria în procesul realizării activităților STEM/STEAM/STREAM.

Desigur, *Lecțiile STEM* nu se vor ține săptămânal, nici chiar lunar. Cu toate acestea, pentru a susține și amplifica interesul elevilor și motivația acestora pentru învățare, profesorul/învățătorul, în contextul temei sau subiectelor studiate, va decide ce lecție va fi realizată ca *Lecție STEM, STEAM* sau *STREAM,* unde va fi ea realizată și ce impact o va avea aceasta asupra elevilor.

De exemplu:

1) *În clasele primare Lecțiile STEM sunt în deplină corelare cu activitățile transdisciplinare preconizate de Curriculumul școlar pentru clasele I-IV, ediția 2018* [3].
2) *În cadrul studierii funcției de gradul II la matematică, pentru a înțelege aplicarea practică a parabolei (graficul unei funcții de gradul II), de exemplu, în sport, Lecția*

STEM se va desfăşura pe un teren de sport sau într-o sală de sport, realizând experimente cu o minge de baschet sau de fotbal, menționând în acelaşi timp importanța practicării sportului pentru sănătate.

3) *La studierea poliedrelor şi a corpurilor de rotație, Lecția STEM la geometrie se va desfăşura într-un Laborator STEM, folosind seturi Lego (sau seturi de poliedre şi de corpuri de rotație), modelând, de exemplu, Oraşul Geometric.*

Astfel de exemple pot fi prezentate și pentru Lecțiile STEM de fizică, chimie, biologie etc.

Interesante și utile în contextul dezvoltării motivației pentru studiul disciplinelor exacte sunt *proiectele STEM/STEAM/STREAM*, a căror implementare începe de regulă în cadrul *Lecțiilor STEM* de matematică, fizică, biologie, chimie, informatică etc. Astfel *Lecțiile STEM* sunt semnificative și în acest context.

Menționăm că *Lecțiile STEM* pot fi realizate la toate etapele educației în școală la diverse discipline. În cadrul acestor lecții, în aspect transdiciplinar, se realizează lucrări de laborator și practice, se efectuează experimente, se investighează diverse cazuri, se rezolvă situații-problemă etc. Practica demonstrează că elevii participă cu interes la astfel de lecții. Sarcina profesorul/învățătorului e de a susține și dezvolta acest interes.

Evidențiem avantajele *Lecției STEM* pentru *elevi:*

- *determină creşterea prezenței elevilor la ore, creşterea gradului de încredere în sine şi îmbunătățirea atitudinii față de învățare;*
- *dezvoltă abilitățile de investigare şi de sistematizare a informațiilor;*
- *facilitează lucrul în grup/echipă şi învățarea prin colaborare;*
- *elevii au oportunitatea de a se implica activ şi de a face ceva practic;*
- *elevii învață făcând conexiuni cu lumea reală;*
- *creşte motivația pentru învățare;*
- *-permite identificarea şi valorificarea unor surse diverse de informare şi documentare, utilizând tehnologia modernă;*
- *stimulează creativitatea elevilor;*
- *-oferă oportunități valoroase pentru abordări interdisciplinare și transdisciplinare: matematică, fizică, biologie, chimie, tehnologia informației, inginerie etc;*
- *obținerea unor rezultate şcolare mai bune.*

Asemenea lecții vor contribui la majorarea calității educației și la majorarea nivelului de formare a competențelor elevilor.

Accentuăm, că profesorilor/învățătorilor trebuie să li se ofere *asistență metodologică și didactică în desfăşurarea Lecțiilor STEM.* Specialiștii în didacticele disciplinelor școlare ar trebui să elaboreze proiecte didactice, scenarii pentru astfel de lecții, ar fi bine să elaboreze materiale didactice și să propună tehnologii pentru implementarea acestora, să

elaboreze sisteme adecvate de sarcini, situații-problemă, cazuri semnificative din viață, utilizabile în cadrul Lecțiilor STEM, etc.

Trebuie să ținem cont și de faptul că asigurarea economiei cu personal calificat

ST(R)E(A)M este o sarcină cheie a sistemelor de învățământ din țările dezvoltate tehnologic. Businessul secolului al XXI-lea deja are nevoie de specialiști, formați în contextul *Educației STEM.* Formarea a astfel de specialiţti ar trebui să se înceapă deja în școală. Din această perspectivă businessul din Republica Moldova, și nu numai, ar trebui mai activ să se implice, inclusiv financiar, în implementarea Educației STEM, în dotarea Laboratoarelor STEM atât în școli, cât și în instituțiile superioare de învățământ.

O altă problemă actuală pentru sistemul educațional și nerezolvată în Republica Moldova este formarea profesională inițială a cadrelor didactice apte să organizeze și să realizeze *Lecții STEM* și să implementeze *Educația STEM*.

La final o recomandare pentru Președinție/Guvern/Ministerul Educației și Cercetării: deja este oportună *organizarea și desfășurarea concursului anual „Cel mai bun profesor STEM AL ANULUI ”* în Republica Moldova.

Bibliografie

1. AKIRI, I. The transdisciplinary as an educational paradigm of the future. In: *Scientific journal "Education: Modern Discourses".* Nr.4, 2021. p.33-38. ISSN 2617-7811 (Online), ISSN 2617-3107 (Print). https://doi.org/10.37472/2617-3107-2021-4-04
2. AKIRI, I. STEM education in the context of the transdisciplinary paradigm. In: *Education: Modern Discourses,* 6, 2023; p. 161–169. ISSN 2617-3107 (Print), ISSN 2617-7811 (Online), ISSN-L 2617-3107.
3. Curriculum naţional*: Învăţământul primar* / Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova. – Chişinău: Lyceum, 2018.
4. Nation's Highest. Honors for STEM Teachers. https://www.bigdealbook.com/newsletters/k12_technology/?show=nation__s_highest_honors_for_stem_teachers%
5. https://maraandtom.ro/educatia-stem-ce-este-principii-jucarii-stem/?srsltid=AfmBOoqZBxoDgHp3tsRRqYV1oeHVIXgIAw8wq-sRfvJ8Zbxu3bGB0VGR
6. https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-essential-set/45345/
7. DEBROY, A. What is STREAM Education & Why is It Gaining Popularity? https://www.edtechreview.in/trends-insights/insights/what-is-stream-education/ Published Oct 7, 2017
8. https://eduvolt.ro/ce-este-educatia-steam/

CZU: 37.016:620.9:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p18-21

TWO IMPORTANT COMPONENTS OF STEM: RESEARCH AND ENGINEERING

Andrey DAVIDENKO, habilitated doctor, full professor
https://orcid.org/0000-0003-1542-8475
e-mail: davidenko_an@ukr.net
K. D. Ushynskyi Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education
Chernihiv, Ukraine

Abstract. This article addresses the issue of implementing STEM approaches in teaching. It emphasizes that STEM is directly related only to natural science subjects. However, it emphasizes two components that are most important to the educational process: research and engineering. It is also noted here that their implementation helps familiarize students with the research methods inherent in the named sciences, and also contributes to the development of their research and creative abilities.
Keywords: STEM, components, research, engineering, learning, development.

Rezumat. În acest articol se examinează problema implementării abordărilor STEM în predare. Se subliniază faptul că STEM este direct legat doar de disciplinele științelor naturii. Cu toate acestea, se subliniază două componente care sunt cele mai importante pentru procesul educațional: cercetarea și ingineria. De asemenea, se notează aici că implementarea lor ajută la familiarizarea studenților cu metodele de cercetare inerente științelor menționate și contribuie, de asemenea, la dezvoltarea abilităților lor de cercetare și creativitate.
Cuvinte cheie: STEM, componente, cercetare, inginerie, învățare, dezvoltare.

Introduction. The education system undergoes so many changes that it's difficult for the average teacher to grasp them. Not long ago, the following were introduced into the educational process: student work in groups, the project method, polytechnicization, humanization, humanization, individualization, differentiation of the learning process, student-centered learning, the use of reference notes... Priority was given to working first with underperforming students, and then with gifted ones. Then came a second cycle, in which inclusion became no less important than working with those same gifted students. The phrase "student group work methods" was replaced by "teamwork," and interdisciplinary connections easily transformed into subject integration. And the acronym STEM fits the latter quite well... Although, if you delve into the foundational documents concerning the origins of this acronym, this isn't entirely true.

We will not analyze them now, as this is contained in the relevant sources [2, 3]. We will also leave criticism of what is being done in some countries to "develop" STEM outside the scope of this article. You can also check this out yourself [4].

Instead, we invite the reader to pay attention to two important STEM components, the implementation of which, as our teaching practice shows, leads to positive results in the development of natural science education.

Methodology. We have analyzed sources that reflect the prerequisites for the emergence of STEM, the stages of its development, and a critical analysis of everything related to its implementation in teaching practice. At the same time, this article reflects our personal experience in implementing STEM into teaching practice at a comprehensive school, Chernihiv Medical College, Taras Shevchenko National University "Chernihiv Collegium," and the K. D. Ushinsky Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education, as well as the experiences of other teachers in the Chernihiv region and Ukraine. At the same time, the experience of organizing and holding all-Ukrainian tournaments of young inventors and innovators, as well as the International STEM Competition "Edisons of the 21st Century", was taken into account.

Results and discussion. At the very beginning of a well-known American textbook on STEM, we read the following: "The term 'STEM education' refers to teaching and learning in the fields of science, technology, engineering, and mathematics [3]. And nothing else. The basic and humanities, arts, and social sciences are represented by the acronym HASS [2].

In 2020, the Cabinet of Ministers of Ukraine approved the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM Education) [8], the content of which is clear from its title. However, this is still not given due attention by representatives of the education system and, as pedagogical practice shows, we can still encounter so-called STEM lessons in various subjects.

But what components of STEM are important for teaching science and mathematics, which are summarized in the acronym under consideration by the letter S?

Common to this science are the research methods. This is precisely what needs to be focused on when teaching them. Research tasks in class and as homework, research lab work in astronomy, physics, biology, and chemistry, and research projects that require extended time to complete. It is important for the student to see for himself and be convinced that some flowers open their petals at the onset of darkness, and during the day they are closed, and that the frog creates sound with its resonator drums. Novelty, of course, is subjective, but at this stage of a child's development, it has no significance. Are we capable of understanding what a child feels at the moment of such a "discovery"? If so, then this is what we need to incorporate into our teaching practices... And this is merely an observational method. And then there is experimentation...

Below are some examples of research projects in physics:

- Investigation of the phenomenon of water cooling.
- Investigation of the phenomenon of cooling water contained in vessels of various shapes.
- Investigation of the phenomenon of water cooling at different ambient temperatures.

- Investigation of the dependence of the efficiency of an inclined plane on its angle to the horizontal.
- Investigation of the dependence of the period of oscillation of a string pendulum on its length.
- Investigation of the dependence of current in a conductor on voltage.
- Investigation of the dependence of current in a conductor on its resistance.
- Study of the relationship between current in a conductor and the voltage applied to it.
- Study of the relationship between current in a conductor and its resistance.
- Study of the relationship between the power of a current source and its internal resistance.

This is described in more detail in A. A. Davidenko's article "The Research Component of STEM" [5] and the methodological manual "Projecte STEM/STEAM la fizica" [1], co-authored by him and V. Bocancea.

Another important component of STEM is Engineering. Breaking spelling rules, we capitalized this word to make it correspond to the letter E in the acronym.

Let's agree that the value of knowledge for many students is determined by the opportunities to apply it in practice. And even better if it is in his personal practical activities. What does this mean? Students need to be given the opportunity to create. That's what engineering is all about. And it doesn't necessarily require the creation of complex technical devices. Let it be something simple but valuable for students.

We have many examples of students creating original technical devices that are used as teaching aids in educational institutions or in industry.

More details about this STEM area are presented in the article by A. A. Davidenko “The Engineering Component of STEM” [6] and in the methodological manual “Proiecte STEM/STEAM la fizică” [1].

Of course, at this stage of digital technology development, the question of delegating creative functions to artificial intelligence may arise. If this possibility is confirmed, one would expect changes in STEM approaches in education. However, our research has not confirmed the creative capabilities of artificial intelligence [7]. Although communication with artificial intelligence allows one to analyze existing analogues of a technical solution to a specific problem, choose a prototype for one's potential invention, etc.

Conclusions. When implementing the educational process in natural science subjects, it is necessary to take into account the presence of research and engineering components of STEM. Their implementation helps familiarize students with the research methods inherent in these sciences and also promotes the development of their creative abilities.

Our future research will focus on developing research and creative project topics for students, as well as creating multimedia teaching tools that can be used in advanced training courses for technology and physics teachers.

References

1. DAVIDENKO, A., BOCANCEA, V. Proecte STEM/STEAM la fizica. Ghid metodic. Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chişinău: S. n., 2022 (CEP UPSC). 62p. (date of application: 09.10.2025) [In Romanian].
2. General Education: Core & Humanities, Arts and Social Sciences (HASS). URL: https://www.mtu.edu/registrar/pdfs/core-and-hass-list-18-19-v2.pdf (application date: 09.10.2025).
3. GONZALEZ, H.B. KUENZI, J.J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. URL: https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf (application date: 09.10.2025).
4. XANTHOUDAKI, M. From STEM to STEAM (education): a necessary change or 'the theory of whatever'? Spokes, No, 28. march 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/315893720_From_STEM_to_STEAM_education_A_necessary_change_or_'the_theory_of_whatever' (application date: 09.10.2025).
5. ДАВИДЕНКО, А. А. Дослідницька складова STEM. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2023. Вип. 97. 157 с. С.51-57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.97.2023.97.06 [In Ukrainian].
6. ДАВИДЕНКО, А. А. Інженерний складник STEM. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2024. Вип. 98. 237 с. С.50-57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06. [In Ukrainian].
7. ДАВИДЕНКО, А. А., ДАВИДЕНКО, П. А. Здатність штучного інтелекту до творчості та його використання в освітній діяльності. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ: 2025. Вип. 99. 195 с С.71-78. https://doi.org/10.52256/2710-3560.2025.99.07.[In Ukrainian].
8. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Электронный ресурс] – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p/print#n8 (application date: 09.10.2025). [In Ukrainian].

CZU: 378:62:001.895 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p22-27

PROTOTYPING PERSONALIZED BIONIC DEVICES THROUGH FINAL DEGREE PROJECTS: A PROJECT-BASED LEARNING APPROACH

Larisa DUNAI, PhD, associate professor,
https://orcid.org/0000-0002-5076-0695
e-mail: dunailar@gmail.com
Graphic Engineering, Universitat Politècnica de València
Isabel SEGUÍ VERDÚ, PhD, eng, lecturer
https://orcid.org/0009-0009-5976-3348
Graphic Engineering, Universitat Politècnica de València
Eva BURGUERA SIERRA, eng, lecturer
https://orcid.org/0009-0007-1178-0646,
Research Center in Graphic Technology, Universitat Politècnica de València
Lilia SAVA, PhD, associate professor
https://orcid.org/0000-0002-5076-0695,
Technical University of Moldova

Abstract. This paper presents a project-based educational framework guiding students in developing personalized bionic devices for their Final Degree Project. The approach bridges gaps in ergonomics, anatomy, and device customization often absent in biotechnology and engineering programs. Students integrate anatomical research, material selection, digital fabrication, and embedded sensing within an iterative, human-centered prototyping process to create ergonomic, user-tailored devices. Evaluations from tutors and academic committees showed excellent results, with all students scoring between 9.5 and 10. The framework offers a scalable, interdisciplinary model that bridges theory with applied biomedical engineering, facilitating future clinical validation.
Keywords: Bionic devices, personalized prototyping, project-based learning.

Rezumat. Această lucrare prezintă un cadru educațional bazat pe proiecte, care ghidează studenții în dezvoltarea dispozitivelor bionice personalizate în cadrul Proiectului de Diplomă. Abordarea acoperă lacunele din ergonomie, anatomie și personalizarea dispozitivelor, adesea absente în programele de biotehnologie și inginerie. Studenții integrează cercetarea anatomică, selecția materialelor, fabricația digitală și senzorizarea integrată într-un proces iterativ de prototipare centrat pe utilizator, pentru a crea dispozitive ergonomice adaptate nevoilor acestuia. Evaluările tutorilor și ale comisiilor academice au arătat rezultate excelente, toți studenții obținând note între 9,5 și 10. Cadrul oferă un model interdisciplinar scalabil, care leagă teoria de ingineria biomedicală aplicată și facilitează validarea clinică viitoare.
Cuvinte cheie: Dispozitive bionice, prototipare personalizată, învățare bazată pe proiecte.

Introduction

Bionic devices such as wearable exoskeletons, smart orthoses, and myoelectric prostheses [1–2] are assistive technologies that restore or enhance motor function through integrated mechanical, sensory, and control systems. Wearable bionics demonstrate high potential in rehabilitation, mobility support, and strength augmentation, enabling

individuals with motor impairments to regain independence [3–5]. In bionic development, ergonomics is crucial for ensuring functionality, safety, and comfort by optimizing load distribution, joint alignment, grip contour, and skin pressure—factors critical for long-term use. Poor ergonomic design can cause discomfort or fatigue, while studies demonstrate that handle geometry, material properties, and fit strongly affect user fatigue and biomechanical efficiency [6–11]. Within the Biotechnology degree, students study biotechnological devices but seldom address personalization. Anatomical, functional, and sensory customization is key to bionic success, as it improves comfort, control, and durability when adapted to individual anthropometry and motor intent [12–14].

This paper presents how Final Degree Project students design and personalize bionic devices, emphasizing anatomical adaptation, user-centred design, and interdisciplinary learning outcomes.

Methodology

Learning objectives in the FDP context address gaps in biotechnology training, particularly the absence of human-centered design, biomechanics, and device personalization. The project equips students with theoretical and practical skills for developing bionic devices through interdisciplinary collaboration, prototyping, and user testing. Students analyse how material properties influence functionality and comfort, apply rapid prototyping for iterative refinement, and integrate user research with anatomical analysis. It also promotes accessibility, usability, and customization while fostering inclusivity and ethical awareness in assistive technology.

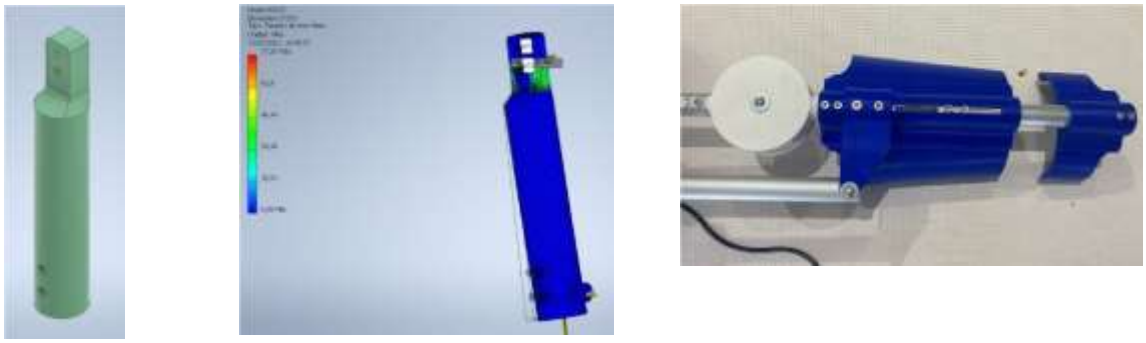
Content and structure: The Final Degree Project adheres to best practices in humancentered design and biomedical engineering [15–16]. Evidence shows that iterative, materials-driven prototyping enhances technical skills and user empathy [17–18]. Conducted over one semester, this course leads students through concept development, anatomical research, prototyping, and testing, reinforcing their ergonomic and usercentered design competence. **Prototyping and Materials Module.** This module guides students in translating functional needs into prototypes by linking design intent, anatomy, and material behaviour. They experiment with thermoplastics, silicones, and composites; apply 3D printing, laser cutting, and vacuum forming; and develop soft, ergonomic interfaces through casting and rapid molding. **Human-Focused Design Modules.** Students develop skills in anatomy, motion analysis, and empathic design through joint and pressure mapping, user interviews, and observation. Iterative prototyping with feedback enhances technical ability and empathy in creating ergonomic, user-centered bionic devices.

Methodology. The project-based learning (PBL) approach engages students in collaborative, iterative prototyping of bionic devices. Guided by experts, they define problems, address user needs, and refine prototypes while integrating anatomy, materials,

and embedded systems. Early user feedback fosters empathy and adaptability, making prototyping a valuable tool for both design and research [19–21].

Tools and materials. The Final Degree Project offers a full toolkit for designing wearable bionic devices. Biocompatible materials and rapid prototyping tools enable iterative, user-centered development. Students utilize PLA/TPU, silicone, and flexible resins; FDM/SLA printers, CNC mills, and casting kits; Arduino/ESP32 boards equipped with EMG, IMU, and pressure sensors; and software such as Autodesk Inventor, Fusion 360, and Python. This integration of digital design and fabrication enhances biomedical engineering training through practical prototyping.

Students' Final Project Development. The prototyping of personalized bionic devices followed a structured workflow integrating mechanical and electronic design with anatomical and ergonomic adaptation. Students first modelled customized mechanical parts, handles, joints, and ergonomic interfaces, using Autodesk Inventor and SolidWorks, adapting each design to anthropometric data and comfort parameters from anatomical studies and user observations (Fig. 1-a). Before fabrication, the models underwent digital simulation to validate fit, alignment, and material behaviour under load (Fig. 1-b), informing final design adjustments. Structural frames were cut and machined from aluminium profiles, then integrated with 3D-printed or cast components. Ergonomic parts were fabricated using FDM or SLA printing, with flexible or rigid filaments selected based on contact and load requirements. Finally, mechanical and electronic elements were assembled into functional systems, with neoprene and silicone layers added for comfort and stability (Fig. 1-c).



a) b) c)

Figure 1. a) 3D Parts modelling, b) Mechanical analysis with Autodesk Inventor Professional, and c) example of anatomically adapted 3D printed components

Electronic development followed a structured process combining circuit design, assembly, and testing. Students designed and documented printed circuit boards (PCBs) using Fritzing to support EMG, IMU, or pressure sensors according to each device's purpose (Fig. 2-a). Components were then soldered and integrated with Arduino or ESP32 microcontrollers, power systems, and data cables, ensuring compact layouts and protection

(Fig. 2-b). Devices underwent functional and ergonomic testing, with refinements based on user feedback and tutor guidance (Fig. 2-c). Finally, each student presented a working prototype accompanied by complete technical documentation, including design files, schematics, user protocols, and ergonomic rationale.

a) b) c)

Figure 2. a) PCB design example, b) Electronic Assembly, and c) Testing

Students' evaluation

The Final Degree Project assessment evaluated both the design process and final outcomes, providing a holistic view of student performance. Evaluation occurred in two stages: tutors assessed technical ability, creativity, and teamwork, while an academic committee reviewed presentations and reports for rigor and interdisciplinarity. Criteria included user data integration, material selection, testing quality, documentation clarity, and oral defence. Student feedback emphasized the motivational value of direct user interaction and hands-on prototyping, which enhanced engagement and learning.

Discussion and Results

Building on student outcomes and feedback, this section analyses how project-based prototyping enhances design competence and empathy in biomedical engineering, preparing students to design with and for users. When taught as a tactile, iterative process between user needs and material response, prototyping becomes a powerful learning tool. Results from the Final Degree Project show that students gained confidence in material selection, fabrication, and testing, translating anatomical and ergonomic data into functional bionic prototypes that bridge theory with real-world health innovation. The focus on customization and ergonomics aligns with research on user-specific assistive devices [12–14]. Figure 3 illustrates examples of student-developed orthotic prototypes that integrate soft materials, user testing, and embedded electronics, aligning with current assistive design trends [3, 17]. These findings also support Prince & Felder (2006), who demonstrated that problem-based learning deepens engagement and retention.

From an educational perspective, the dual assessment system, which combines tutor and committee reviews, fosters accountability and communication. All four students scored between 9.5 and 10, confirming the project's rigor and engagement. Their prototypes validated the integration of digital fabrication with anatomy and biomechanics. Future

iterations should include clinical collaborations and longitudinal studies to assess usability and impact. Incorporating advanced manufacturing and patient feedback would enhance translational value, while partnerships with healthcare professionals and users could strengthen empathy and adaptability. Despite its small scale and lack of clinical validation, the project successfully developed both technical and empathetic design skills, demonstrating strong potential for broader adoption and real-world application.

Hand Orthotic Device 1

Hand Orthotic Device 2

Knee Orthotic Device 1

Figura 3. Example of bionic orthotic prototypes developed by the students

Conclusions

This paper presents a human-centred, materials-driven framework for teaching bionic device prototyping. The Final Degree Project combines theory, user research, and iterative fabrication to address gaps in ergonomics and customization. Working with soft materials, additive manufacturing, and sensors, students developed technical and empathetic design skills. The scalable model fosters interdisciplinary, inclusive, and sustainable health innovation.

Bibliografie

1. HERR, H. Exoskeletons and orthoses: Classification, design challenges and future directions, *J. NeuroEng. Rehabil.*, vol. 6, no. 1, p. 21, 2009.
2. GOLDFARB, M., LAWSON, B. E., SHULTZ, A. H., AND CLITES, T. R. Technologies for prosthetic limbs, *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 15, pp. 187–210, 2013.
3. ZHAO H. et al., A soft exosuit for shoulder support: Design, characterization, and user study, *IEEE Robot. Autom. Lett.*, vol. 1, no. 2, pp. 622–629, 2016.
4. MICERA, S., CARPANETO, J. AND RASPOPOVIC, S. Control of hand prostheses using peripheral information, *IEEE Rev. Biomed. Eng.*, vol. 3, pp. 48–68, 2010.
5. FARINA, D., VUJAKLIJA, I., SARTORI, M. *et al.* Man/machine interface based on the discharge timings of spinal motor neurons after targeted muscle reinnervation. *Nat Biomed Eng* **1**, 0025 (2017). https://doi.org/10.1038/s41551-016-0025
6. SEO, N. J. AND ARMSTRONG, T. J. Investigation of grip forces, contact area, hand size, and handle size for cylindrical handles, *Hum. Factors*, vol. 50, pp. 734–744, 2008.

7. KONG, Y. K. AND FREIVALDS, A. Evaluation of handle design for manual pulling tasks, *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 35, no. 3, pp. 205–216, 2005.
8. WU, J. Z. AND DONG, R. G. Analysis of the contact pressure distribution on the hand– handle interface, *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 35, no. 5, pp. 401–409, 2005.
9. GARNEAU, C. AND PARKINSON, M. B. Optimization of product dimensions for discrete sizing applied to a tool handle, *Appl. Ergon.*, vol. 43, no. 1, pp. 120–127, 2012.
10. BULLINGER, H. J. AND IG, R. I. *Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung*, Springer-Verlag, 1994.
11. JIN, N. AND ARMSTRONG, T. J. Influence of handle diameter on joint moments and grip force, *Ergon.*, vol. 51, no. 12, pp. 1914–1925, 2008.
12. RESNIK, L., KLINGER, S. L., AND ETTER, K. The DEKA arm: Its features, functionality, and evolution during the Veterans Affairs Study to optimize the DEKA arm, *Prosthet. Orthot. Int.*, vol. 38, no. 6, pp. 492–504, 2012.
13. CASTELLINI, C., VAN DER SMAGT, P., AND SANDINI, G. Surface EMG for force control of mechanical hands, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 61, no. 4, pp. 986–994, 2014.
14. BIDDISS, E. AND CHAU, T. Upper-limb prosthetics: Critical factors in device abandonment, *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 86, no. 12, pp. 977–987, 2007.
15. NORMAN, D. *The Design of Everyday Things*, Basic Books, 2013.
16. SENGERS, P. AND GAVER, B. Staying open to interpretation: Engaging multiple meanings in design and evaluation, in *Proc. DIS*, 2006, pp. 99–108.
17. MAJIDI, C. Soft-matter engineering for soft robotics, *Adv. Mater.*, vol. 31, no. 9, pp. 1805044, 2019.
18. MIODOWNIK, M. *Stuff Matters: Exploring the Marvelous Materials That Shape Our Man-Made World*, Houghton Mifflin Harcourt, 2014.
19. HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn?, *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 16, no. 3, pp. 235–266, 2004.
20. PRINCE, M. AND FELDER, R. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases, *J. Eng. Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 123–138, 2006.
21. SAVERY, J. R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions, *Interdiscip. J. Probl.-Based Learn.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–20, 2006.

CZU: 378:62:001.895+004.4 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p28-33

INTEGRATING AUTOCAD AND INVENTOR IN CHEMICAL ENGINEERING EDUCATION: ADAPTATIONS POST-DANA FLOOD EVENT IN VALENCIA

Larisa DUNAI, PhD, associate professor,
https://orcid.org/0000-0002-5076-0695
e-mail: dunailar@gmail.com
Graphic Engineering, Universitat Politècnica de València
Isabel SEGUÍ VERDÚ, PhD, eng, lecturer
https://orcid.org/0009-0009-5976-3348
Graphic Engineering, Universitat Politècnica de València
Ismael LENGUA LENGUA, PhD, associate professor
https://orcid.org/0000-0002-4320-8325
Research Center in Graphic Technology, Universitat Politècnica de València
Lilia SAVA, PhD, associate professor
https://orcid.org/0000-0002-5076-0695,
Technical University of Moldova

Abstract. The severe DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) that struck Valencia, Spain, caused significant disruptions in Chemical Engineering courses, particularly Technical Drawing, which relies on practical, hands-on work. This paper describes the pedagogical adaptations implemented to ensure educational continuity under these conditions. Strategies included the use of interactive tools such as Wooclap to sustain engagement, voluntary tasks to enhance flexibility, and microlearning videos addressing common AutoCAD errors. These measures maintained learning during the disruption and strengthened instructional resilience, highlighting the need for adaptive teaching models and long-term contingency planning in technical education.
Keywords: Technical Drawing; Remote Learning; Pedagogical Innovation; Educational Resilience.

Rezumat. Episodul sever de DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos), care a afectat orașul Valencia, Spania, a provocat perturbări majore în desfășurarea cursurilor de Inginerie Chimică, în special la disciplina Desen Tehnic, care se bazează pe activități practice și aplicative. Lucrarea descrie adaptările pedagogice implementate pentru a asigura continuitatea educațională în aceste condiții. Strategiile au inclus utilizarea instrumentelor interactive precum Wooclap pentru menținerea implicării, sarcini voluntare pentru creșterea flexibilității și videoclipuri de micro-învățare dedicate erorilor frecvente din AutoCAD. Aceste măsuri au menținut procesul educațional și au consolidat reziliența didactică, evidențiind necesitatea unor modele de predare adaptabile și a unei planificări preventive pe termen lung în educația tehnică.
Cuvinte cheie: Desen tehnic; Învățare la distanță; Inovație pedagogică; Reziliență educațională.

Introduction

The COVID-19 pandemic in early 2020 triggered a global educational shift, replacing face-to-face instruction with remote learning and forcing rapid institutional adaptation [1], [2]. This posed challenges for hands-on disciplines such as engineering and technical drawing [3]. In Chemical Engineering, Technical Drawing is a core subject that develops

visualization and design skills. Yet, conventional instruction, based on direct interaction and tools such as AutoCAD and Inventor, was disrupted by the abrupt shift to online learning, necessitating innovative pedagogical responses [4]. In Valencia, Spain, a severe DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) compounded these challenges, causing power outages and connectivity loss, revealing the fragility of fully digital education during natural disasters. Educators responded by utilizing interactive platforms, such as Wooclap, to sustain engagement [5], introducing voluntary tasks for flexibility, and creating instructional videos that included software tutorials and design walkthroughs. This paper analyzes these strategies to assess their effectiveness in maintaining engagement, comprehension, and resilience in technical education under disruptive conditions.

Methodology

Adaptation of Software Tools*:* AutoCAD and Inventor are key to developing technical drawing skills in Chemical Engineering. The DANA-driven shift to remote learning required home use, supported by Autodesk through extended trials and licenses for 2D and 3D modelling. Some students lacked suitable hardware, and Mac users faced additional challenges since Inventor does not have a macOS version, forcing them to rely on remote or dual-boot setups.

Implementation of Wooclap*:* To enhance engagement and offset the lack of face-toface interaction, Wooclap was used at the start of each session with 3–5 short questions to review or introduce topics. This routine activated prior knowledge, promoted participation, and provided formative feedback for real-time content adjustment. Figure 1 shows the Wooclap interface. Students reported greater focus, and educators valued the instant feedback. Regular use of Wooclap proved a low-cost, high-impact strategy for sustaining engagement in remote learning.

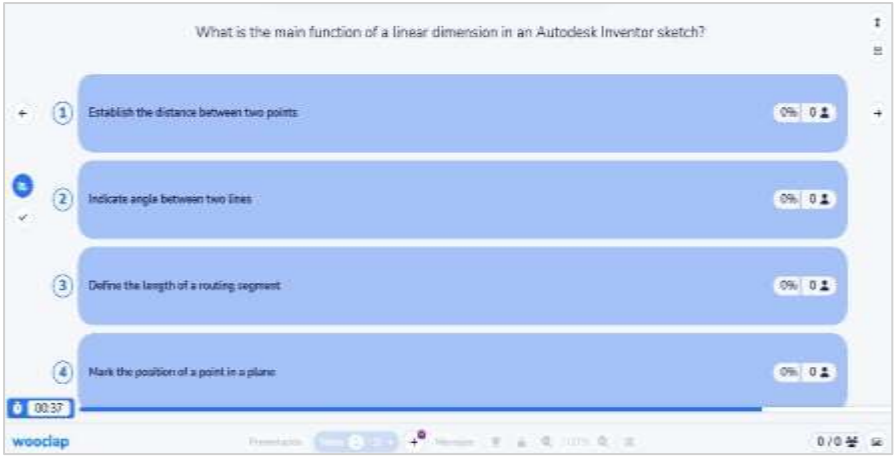


Figure 1. Example of a figure caption (figure caption)

Incorporation of Voluntary Tasks*:* During the DANA event, educators introduced voluntary tasks to overcome technological limits, stress, and schedule disruptions. These activities maintained engagement, reinforced technical skills, and provided flexibility

without extra workload. Optional AutoCAD and Inventor exercises—creating views, testing dimensions, or redrawing components—were completed at each student's pace, fostering autonomy and self-directed learning (Fig. 2). Weekly tasks with short tutorials and feedback encouraged collaboration and helped maintain continuity in practical learning.

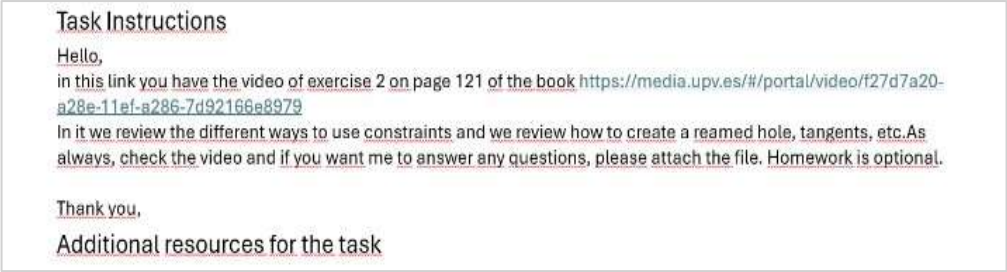


Figure 2. Example of a figure caption. (figure caption)

Creation of Supplementary Video Content: To replace in-person instruction, educators produced videos aligned with the course workbook, covering key technical drawing concepts, AutoCAD and Inventor tutorials, and common design problems. Short clips explained specific operations, while longer ones solved complete exercises and addressed frequent errors (Fig. 3). Consistent examples ensured alignment with classroom content, and asynchronous access allowed students to review materials flexibly, reinforcing autonomy in remote learning.

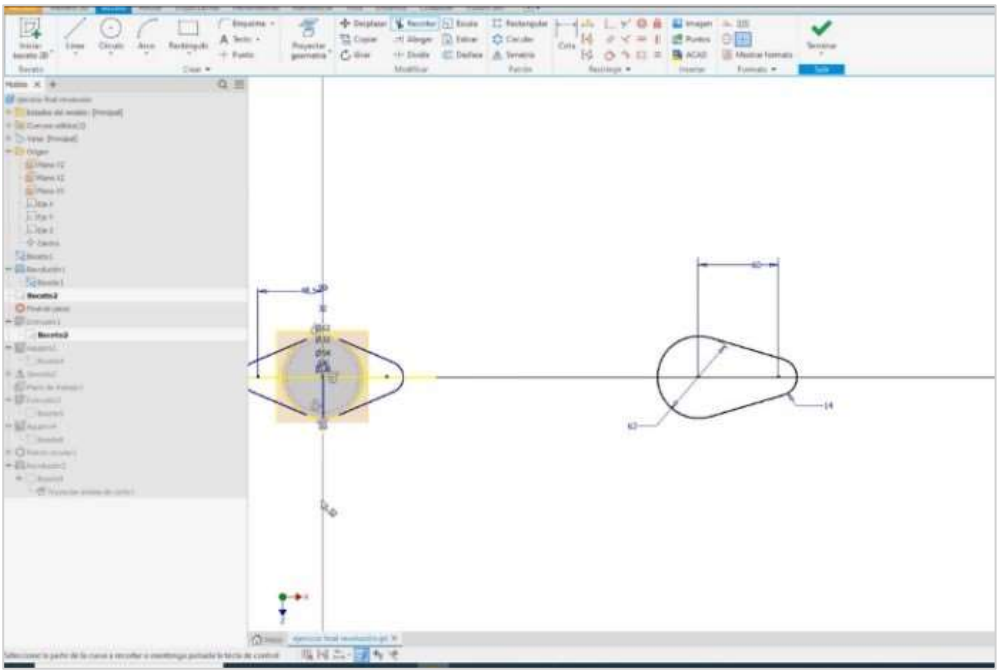


Figure 3. Example of a figure caption (figure caption)

Identifying Common AutoCAD Mistakes*:* The development of microlearning videos began with a diagnostic review of assignments, exams, and instructor observations, revealing frequent issues such as drawing on default layers, inaccurate or missing

dimensions, misaligned title blocks, unconstrained sketches, and ignored instructions that led to omitted views or wrong scales. These findings informed the creation of focused videos that offer concise visual explanations and step-by-step guidance.

***Developing Microlearning Videos**:* As part of the adaptation strategy, short microlearning videos were created to strengthen students' AutoCAD skills, each addressing a specific challenge, such as layer use, dimensioning, or projections. Concise scripts and clear demonstrations were recorded directly in AutoCAD, edited for clarity, and progressively uploaded to the UPV platform with each course topic. Based on official workbook exercises, the videos-maintained consistency with classroom practice and, though informal, served as on-demand resources for reviewing complex concepts independently and at each student's pace (Fig. 4).

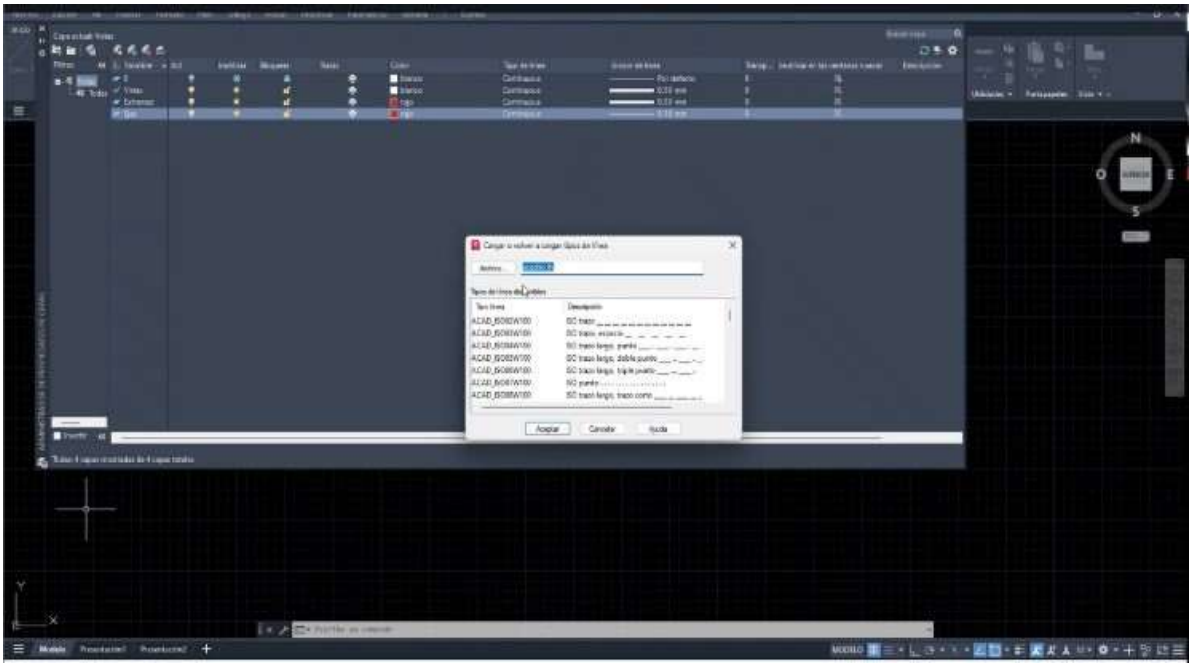


Figure 4. Example of a figure caption (figure caption)

Discussion and Results

The rapid shift to remote learning during the DANA disaster exposed educational vulnerabilities but also demonstrated instructors' agility and innovation. Although online teaching had expanded during the COVID-19 pandemic, the overlap of a local disaster with global effects uniquely tested instructional resilience. *Interactive platforms* such as Wooclap were vital for maintaining engagement; their activities activated prior knowledge, fostered participation, and provided real-time feedback. This aligns with *active learning principles*, which emphasize student involvement and formative assessment. Prince [6] showed the positive impact of active learning on engineering outcomes, a result supported by broader research [7]. *Voluntary tasks* adopted a learner-centred approach, offering flexibility and reducing pressure on students affected by the DANA while sustaining engagement in technical drawing. Optional AutoCAD and Inventor exercises, on sketching,

dimensioning, and view interpretation, were completed asynchronously, consistent with self-determination theory, which emphasizes autonomy, competence, and relatedness as key motivators for learning [8].

Short instructional videos replaced live demonstrations, focusing on key skills and addressing frequent AutoCAD and Inventor errors. Designed under Mayer's cognitive theory of multimedia learning [9], they combined visual and verbal elements to reduce cognitive load. Guided by error analysis, the videos targeted recurring issues, layer misuse, dimensional errors, missing constraints, and misinterpreted instructions, shifting instruction from reactive correction to proactive prevention within the just-in-time model.

The combined use of Wooclap, voluntary tasks, and microlearning videos proved an adaptable framework. These strategies show the importance of integrating synchronous and asynchronous tools. Investing in digital infrastructure, training, and contingency planning will make adaptability a core value in higher education.

Conclusions

This paper examined the adaptation of the Technical Drawing course in Chemical Engineering during the severe DANA that struck Valencia, Spain. The event revealed significant barriers to practical and software-based learning, underscoring the need for adaptable instructional strategies. Building on the COVID-19 experience, educators implemented targeted actions to sustain quality and access. Interactive platforms like Wooclap supported engagement and real-time feedback, while voluntary tasks fostered flexibility and autonomy. Short microlearning videos on AutoCAD and Inventor—covering layers, constraints, and title blocks—enhanced procedural learning beyond live sessions. These measures showed that effective crisis response depends on institutional preparedness and digital competence. In technical education, multimodal delivery and contingency planning are essential to ensure continuity and reinforce long-term resilience and inclusiveness.

Bibliografie

1. NIKITINA, E., ZAKHARCHUK, T., ALESHKOVSKY, A., BIRYUKOVA, O. Impact of COVID-19 on distance learning practical design courses. In: *Int. J. Technol. Des. Educ.,* vol. 33, pp. 133–152, 2023. doi: 10.1007/s10798-023-09806-0
2. KENTEL, S. A. Emergency remote teaching of technical drawing during the COVID19 pandemic. In: *Int. J. Mobile Blended Learn.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–18, 2022. doi: 10.4018/IJMBL.314580
3. HIROI, Y., ITO, A. A robotic system for remote teaching of technical drawing. In: *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 4, p. 347, 2023. doi: 10.3390/educsci13040347

4. WARDHONO, A., WIDJAJA, A., PURWADI, D., SABARIMAN, B., TRIARSO, A. Perception of civil engineering students towards the effectiveness of virtual learning implementation during COVID-19 pandemic. In: *Proc. Int. Jt. Conf. Arts Humanit. (IJCAH)*, 2020, pp. 1105–1110. doi: 10.2991/assehr.k.201201.185
5. ORTEGA-SÁNCHEZ, M., BLASCO-ARCAS, A., ROMÁN-MUÑOZ, J. M., AGUADO J. M. Wooclap as a training tool in a Chemical Engineering course: Capturing students' attention and increasing their interest. In: *Comput. Educ.: X Reality*, vol. 14, 100134, 2024. doi: 10.1016/j.caexr.2023.100134
6. PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. In: *Journal of Engineering Education*, vol. 93, no. 3, pp. 223–231, Jul. 2004. doi: 10.1002/j.21689830.2004.tb00809.x
7. NICOL, D. J. MACFARLANE-DICK, D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. In: *Studies in Higher Education*, vol. 31, no. 2, pp. 199–218, Apr. 2006. doi: 10.1080/03075070600572090
8. DECI E. L., RYAN, R. M. The 'What' and 'Why' of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. In: *Psychological Inquiry*, vol. 11, no. 4, pp. 227–268, 2000. doi: 10.1207/S15327965PLI1104_01
9. MAYER, R. E. Cognitive Theory of Multimedia Learning. In: *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, R. E. Mayer, Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, pp. 31–48. doi: 10.1017/CBO9780511816819

Section I.

Inter/transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept)

Secția I.

Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM)

CZU: 37.016:53:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p35-53

AERIAL GEOMETRY – CONCEPT AND METHODOLOGICAL FRAMEWORK

Dorin AFANAS, PhD, Associate Professor
https://orcid.org/0000-0001-7758-943X
e-mail: afanasdde@gmail.com
Arina BRIGALDA, master student
https://orcid.org/0009-0000-2600-2360
e-mail: arinabrigalda@gmail.com
"Ion Creangă" State Pedagogical University from Chisinau, Republic of Moldova

Abstract. Aerial geometry is an innovative interdisciplinary field, located at the confluence of classical geometry, applied mathematics and modern air navigation technologies. With direct applicability in the control and coordination of autonomous drones, this field focuses on the modelling of dynamic three-dimensional space, using concepts such as time-varying coordinates, 3D spatial networks, geometric transformations, topology and navigation graphs. Its foundations include the formal description of air trajectories, flight optimization, collision avoidance and collaborative airspace distribution. Aerial geometry integrates rigorous mathematical methods with advanced computational technologies (GIS, CAD, 3D simulations, LIDAR), supported by positioning systems and artificial intelligence algorithms for the analysis and geometric interpretation of the environment. At the same time, it offers a complete methodological framework – from simulation to practical testing – and a valuable educational potential in STEAM programs. From an epistemological perspective, Aerial Geometry redefines space as an interactive, intelligent and operational entity, making significant contributions in robotics, security, telecommunications and the ethics of drone use.

Keywords: aerial geometry, autonomous navigation, three-dimensional space, drone trajectories, computational geometry, object of study.

Rezumat. Geometria aeriană reprezintă un domeniu interdisciplinar inovator, aflat la confluența dintre geometria clasică, matematica aplicată și tehnologiile moderne de navigație aeriană. Cu aplicabilitate directă în controlul și coordonarea dronelor autonome, acest domeniu se concentrează pe modelarea spațiului tridimensional dinamic, utilizând concepte precum coordonate variabile în timp, rețele spațiale 3D, transformări geometrice, topologie și grafuri de navigație. Fundamentele sale includ descrierea formală a traiectoriilor aeriene, optimizarea zborurilor, evitarea coliziunilor și distribuirea colaborativă a spațiului aerian. Geometria aeriană integrează metode matematice riguroase cu tehnologii computaționale avansate (GIS, CAD, simulări 3D, LIDAR), fiind susținută de sisteme de poziționare și algoritmi de inteligență artificială [2, 3, 6, 8] pentru analiza și interpretarea geometrică a mediului. Totodată, oferă un cadru metodologic complet – de la simulare la testare practică – și un potențial educațional valoros în programe STEAM. Din perspectivă epistemologică, Geometria aeriană redefinește spațiul ca entitate interactivă, inteligentă și operațională, aducând contribuții semnificative în robotică, securitate, telecomunicații și etica utilizării dronelor.

Cuvinte cheie: geometrie aeriană, navigație autonomă, spațiu tridimensional, traiectorii drone, geometrie computațională, obiect de studiu.

Introduction

Aerial geometry is emerging as a relevant and emerging field, located at the intersection of mathematics, technology and space sciences. Taking as its starting point the classical structures of three-dimensional and vector geometry, this new conceptual framework aims to respond to the challenges generated by the proliferation of autonomous drones and the complexity of air navigation environments. It is no longer enough to describe three-dimensional space in purely static terms; a dynamic geometric language is needed, capable of representing realities such as moving spatial networks, real-time optimized trajectories, collision avoidance and coordinated communication between autonomous aerial entities.

In this context, Aerial Geometry becomes a branch of applied geometry that fundamentally redefines the way we understand space in relation to flight technologies. Beyond a simple extension of Euclidean geometry into three-dimensional space, it proposes a reconstruction of this space in computational, algorithmic and topological terms, providing a solid theoretical infrastructure for modelling complex interactions between drones [7, 10, 12], obstacles [9] and variable environments.

The interdisciplinary nature of Aerial Geometry is essential: it capitalizes on notions and methods from differential geometry, topology, graph theory, computational geometry and network theory, integrating them into a methodological framework coherent with the requirements of modern autonomous systems. In parallel, it uses global positioning systems (GPS, INS), planning and visual recognition algorithms, simulation platforms and 3D mapping technologies [4, 5], thus making possible an operational and predictive approach to aerial navigation.

The theoretical foundations of Aerial Geometry are built on five major pillars:

(1) defining the concept and its defining characteristics;
(2) the mathematical and geometric foundations that structure airspace as a dynamic interaction environment;
(3) integrating these concepts into drone science and automatic navigation mechanisms;
(4) establishing a methodological framework that combines mathematical tools, computational simulations and experimental validations;
(5) outlining the epistemological and interdisciplinary dimensions that legitimize the field as a new direction of research and application in the era of distributed autonomy.

This new geometry is no longer limited to the representation of space, but structures it actively, functionally and intelligently. Instead of a passive framework, Aerial Geometry proposes an actionable, adaptive geometry, integrated with sensor networks, control systems and artificial intelligence. Thus, the field gains relevance not only theoretically, but also practically – in logistics, surveillance, air safety, STEAM education, robotics and

last but not least in the formulation of new paradigms of human-machine interaction in three-dimensional spaces.

This inaugural section of the work aims to conceptually and methodologically substantiate the field of Aerial Geometry, offering the reader a clear vision of the principles that govern it, the interdisciplinary connections that feed it and the concrete applications that justify its emergence. By analysing the five major directions of theoretical structuring, a rigorous and coherent systematization of this field in an accelerated dynamic, with great scientific and technological potential, is proposed.

1. Theoretical foundations of aerial geometry

The theoretical foundations of Aerial Geometry (with applicability in the field of drones) involve the shaping of a new interdisciplinary research field that combines classical and computational geometry with autonomous and navigation technologies. Below are the key points that define these theoretical foundations:

◆ 1.1. Defining the concept of aerial geometry. Aerial geometry is a current field that studies structures, spatial relationships, and trajectories in three-dimensional space from the perspective of aerial drone movements and interactions. It operates in a framework where positions, distances, angles, and orientations are correlated with navigation, mapping, and collision avoidance algorithms.

The defining characteristics are:

- Three-dimensional spatial networks.
- Dynamic (time-dependent) coordinates.
- Computational geometry applied to air control systems.
- The intersection of pure mathematics and intelligent autonomous systems.

◆ 1.2. The mathematical and geometric foundations of Aerial Geometry are:

- Three-dimensional and vector geometry:
  - The use of vectors to describe the movements and trajectories of drones.
  - Rigid transformations in 3D (rotations, translations, symmetries).
  - Parametric equations of aerial trajectories.
- Differential geometry and topology of airspace:
  - Modeling of flight surfaces and obstacles.
  - Curves and surfaces with radii of curvature, optimized for flight.
  - Topological maps of navigation space (especially for urban or complex environments).
- Theory of geometric networks and spatial graphs:
  - Construction of three-dimensional graphs for routes and coordination.
  - Voronoi geometry and Delaunay diagrams applied to airspace.

- Communication networks and collaborative geometry between drones.

◆ 1.3. Integration with drone science and navigation:

- Positioning systems (GPS, INS):
  - Correlation of geometric coordinates with real location data.
  - Mapping and 3D reconstruction of the environment.
- Geometric algorithms for:
  - Optimal route planning.
  - Collision avoidance (with obstacles or other drones).
  - Airspace sharing between drones (collaborative geometry).
- Flight space modelling:
  - Geometrically modelled "no-fly" spaces.
  - Optimal coverage areas for surveillance (spherical, conical geometry, etc.).
  - Space dynamics depending on weather conditions or other constraints.

◆ 1.4. The methodological framework of Aerial Geometry is:

- Mathematical and computational methods:
  - 3D simulations and digital geometric modelling.
  - Geometric optimization algorithms (minimum cost, maximum coverage).
  - Visualization and interpretation of aerial data using GIS and CAD technologies.
- Experimental methods:
  - – Testing in controlled aerial polygons (for example: BMI – for the military, the Vadul lui Vodă polygon and the Togatino polygon – for civilians).
  - – Real-time geometric reconstructions with drones equipped with LIDAR sensors and stereo cameras.
- Didactic and pedagogical methods (if an educational framework is included):
  - Teaching geometry through flight simulators and educational drone applications.
  - STEAM projects that include the geometric planning of a flight mission.

◆ 1.5. Epistemological and interdisciplinary dimensions.

- The relationship with classical geometry (Euclidean and non-Euclidean).
- The connection with computer science (computer vision, AI, machine learning for geometric interpretation of the environment).
- Applicability in robotics, automatic control, telecommunications, logistics and security.
- The ethics of using aerial geometry in public space: delimitations, privacy, regulations.

In conclusion, we can say that Aerial Geometry is a developing theoretical and applied field, which profoundly redefines the way in which space is perceived, modelled and used in autonomous aerial contexts. Its foundations are built on a rigorous geometric

basis, but are extended by the integration of modern technologies, transforming geometry into an active tool for control, navigation and interaction in airspace.

Figure 1 shows the diagram of the theoretical foundations of Aerial Geometry.

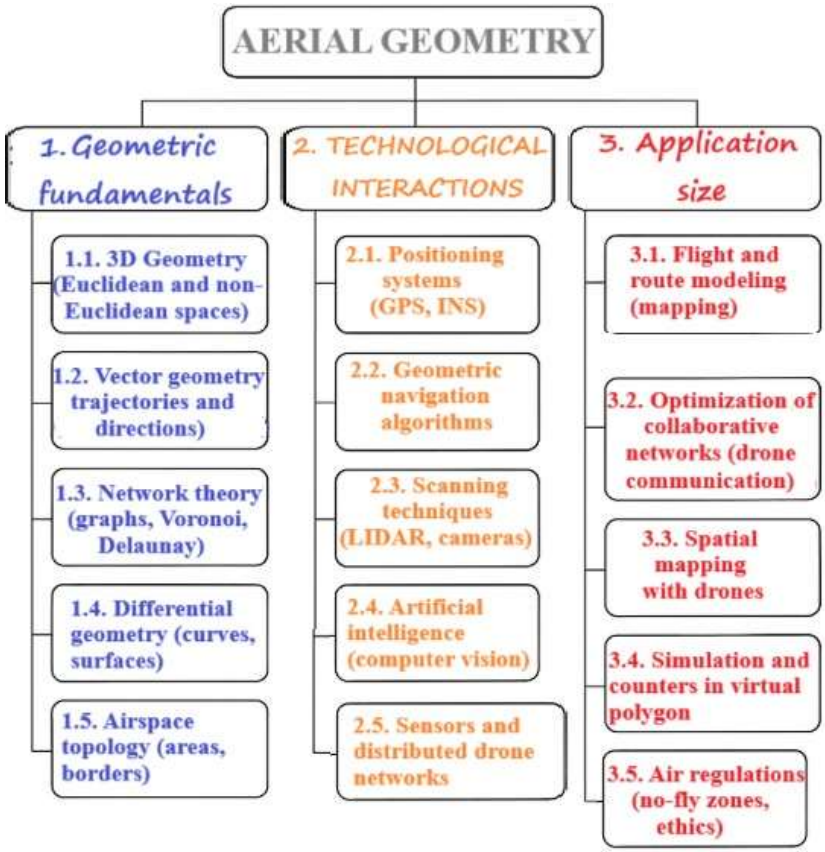


Figure 1. Diagram of the theoretical foundations of Aerial Geometry

2. Conceptual approaches and operational definitions of Aerial Geometry

In the current context of accelerated technological transformations, marked by digitalization, automation and the proliferation of autonomous systems, Aerial Geometry is defined as an emerging field of applied mathematics, located at the intersection of three-dimensional geometry, computational modelling and autonomous aerial technologies. This branch proposes a new conceptual framework for the interpretation, modelling and control of airspace from a geometric and algorithmic perspective, especially with regard to the behaviour of autonomous drones.

Aerial Geometry can be analysed through several converging paradigms:

♦ Mathematical approach. This direction bases Aerial Geometry on:

- the formalism of three-dimensional geometry;
- the use of vector coordinates, rotation matrices and parametric equations for modelling trajectories;
- the extension of concepts from Euclidean and non-Euclidean geometry to dynamic situations, adapted to autonomous movement.

♦ Computational and algorithmic approach. This approach highlights the importance of:

- geometric algorithms for trajectory generation and optimization;
- virtual simulations and digital modeling of three-dimensional airspace;
- the application of real-time computational visualization methods.

♦ Technological approach. This dimension integrates:

- direct interaction between drones and the geometrically modeled aerial environment;
- use of advanced sensors (LIDAR, GPS, stereo cameras) for three-dimensional reconstruction of the surrounding environment;
- application of geometric models for collision avoidance, delimitation of flight zones and simultaneous coordination of multiple drones.

♦ Educational and interdisciplinary approach. In a STEAM framework, Aerial Geometry gains didactic value by:

- integrating geometric concepts into practical activities with drones;
- facilitating visual and experimental learning of spatial geometry;
- developing algorithmic thinking and interdisciplinary skills (mathematics, computer science, engineering).

In order to be clearly delimited as an applied and research field, Aerial Geometry requires a set of operational definitions relevant to various contexts:

Definition 2.1. (general). *Aerial geometry is a branch of applied mathematics that studies spatial structures, geometric relationships, and trajectories in three-dimensional airspace, using vector, algorithmic, and computational methods, in order to model, analyse, and control autonomous aerial entities, especially drones.*

Definition 2.2 (operational – drone systems). *Aerial geometry refers to the set of mathematical and digital techniques applied in the design, simulation and optimization of autonomous drone trajectories, for the purposes of safe navigation, aerial mapping and network coordination of flying platforms.*

Definition 2.3 (educational – STEAM context). *Aerial geometry is an interdisciplinary teaching-learning approach that combines geometric concepts with practical applications of drones, aiming to develop students' spatial, algorithmic, and technological skills.*

Through the diversity of conceptual approaches and the rigorous definition of its operational components, Aerial Geometry is emerging as a field of major theoretical and applied relevance. It provides an innovative framework for understanding and managing airspace in the context of autonomous systems, while contributing to the development of new directions in STEAM education. By integrating mathematical methods with advanced technological solutions, Aerial Geometry asserts its role as a frontier discipline between exact sciences, engineering and education.

Figure 2 shows the schematic of the conceptual approaches and operational definitions of Aerial Geometry.

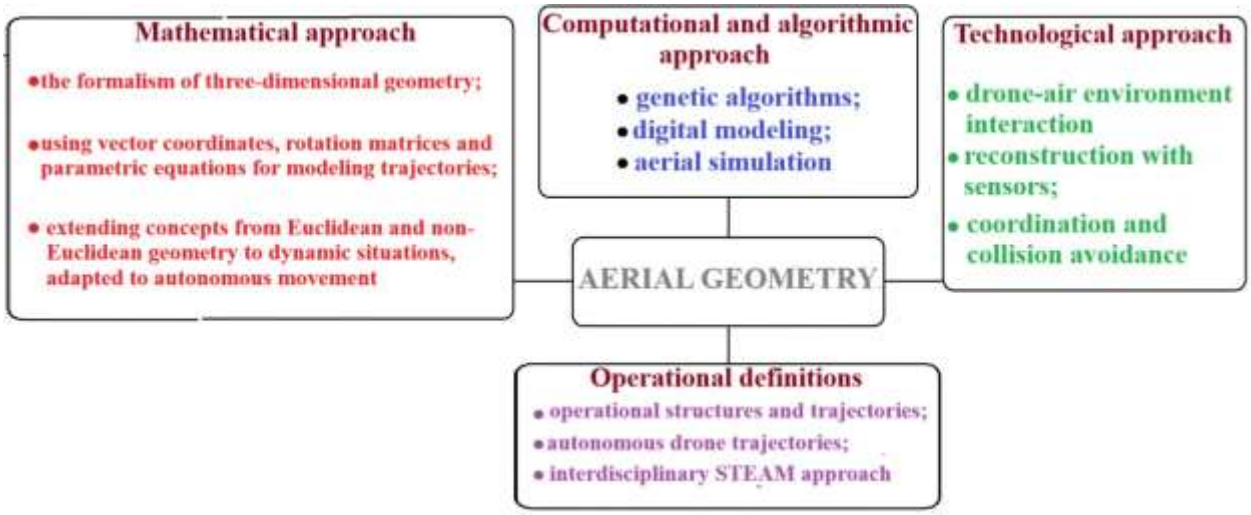


Figure 2. Conceptual approaches and operational definitions of Aerial Geometry

The three definitions of Aerial Geometry – 2.1 (general), 2.2 (operational – drones), 2.3 (educational – STEAM) – refer to the same central concept, but differ in purpose, scope and epistemological perspective. Below are the essential differences between them:

- **The purpose of the definition:**

Definition	Main purpose
2.1 (general)	It grounds the concept in a general theoretical framework, as a subdomain of applied mathematics
2.2 (operational – drones)	Describes the direct application of geometry in the operation and coordination of autonomous drones
2.3 (educational – STEAM)	Aims at using aerial geometry as a teaching method in interdisciplinary education

- **Domain of application:**

Definition	Scope of application
2.1 (general)	Any autonomous aerial entity – emphasis on drones, but not exclusively. Includes analysis, modelling, and geometric control
2.2 (operational – drones)	Strictly related to drone systems: trajectories, navigation, coordination, mapping. Emphasis on practical implementation
2.3 (educational – STEAM)	Applicable in education, especially within STEAM disciplines. Focuses on developing students' skills

- **Type of approach:**

Definition	Predominant approach
2.1 (general)	Theoretical-applied, with an emphasis on mathematical rigor and interdisciplinarity
2.2 (operational – drones)	Technical-algorithmic, oriented towards practical implementation in the field of drones
2.3 (educational – STEAM)	Pedagogical, interdisciplinary, centered on the teaching-learning process

- **Terminology used:**

Definition	Key terms
2.1 (general)	"branch of applied mathematics", "spatial structures", "autonomous aerial entities"
2.2 (operational – drones)	"mathematical and digital techniques", "simulation", "optimization", "safe navigation"

2.3 (educational – STEAM)	"teaching-learning approach", "spatial skills", "STEAM"

- **Target audience:**

Definition	Intended for
2.1 (general)	Researchers, theorists, developers of scientific models
2.2 (operational – drones)	Engineers, technicians, developers of autonomous aerial systems
2.3 (educational – STEAM)	Teachers, educators, pupils, students – interdisciplinary educational environments

Summary conclusion:

- Definition 2.1 provides the general, comprehensive and abstract theoretical framework.
- Definition 2.2 is focused on the technical applications of geometry in drone control.
- Definition 2.3 adapts the concept for the educational field, emphasizing its formative and didactic role.

Together, the three definitions outline a complete picture of Aerial Geometry as a scientific, technological and pedagogical field.

3. The object of study and research methods of Aerial Geometry

In the context of the accelerated expansion of autonomous aerial technologies and the convergence of applied mathematics, computer science and space engineering, the need for a unifying conceptual framework is emerging that can rigorously describe and model the geometric phenomena specific to flight in three-dimensional space. Aerial geometry responds to this need, offering an innovative field that integrates both the theoretical foundations of spatial geometry and the computational and algorithmic methods necessary for the precise description of drone trajectories, aerial formations and networks.

This field is not limited to its applicability in drone control and navigation, but also includes educational, exploratory and engineering dimensions, offering a relevant methodological framework for the development of interdisciplinary skills. The analysis of the object of study and the research methods specific to Aerial Geometry is essential for a deep understanding of how airspace is conceptualized, structured and exploited from the perspective of applied mathematics and contemporary digital technologies.

Aerial geometry studies the geometric structures, phenomena, and relationships that occur in three-dimensional airspace, in the context of the interaction between technology, applied mathematics, and dynamic spatial environments. In particular, it aims to:

- Mathematical modeling of aerial entity trajectories (drones, UAVs, balloons, intelligent aircraft, etc.);
- Representation and analysis of flight spaces using advanced geometric concepts (vectors, planes, curves, surfaces, volumes);
- Study of dynamic configurations of drone networks or autonomous aerial formations;

- Interaction between classical geometry and digitally assisted navigation environments (GIS, GPS, SLAM);
- Transposition of geometric concepts into interdisciplinary educational contexts (especially in the STEAM field).

The object of study of aerial geometry is thus located at the confluence of:

- analytical and computational geometry;
- spatial mechanics and flight kinematics;
- control theory and optimization algorithms;
- mathematics education and modern technologies.

Aerial geometry uses a complex set of research methods, which combine classical mathematical tools with advanced technologies. These include:

♦ Mathematical methods:

- Vector and analytical methods, for determining positions, directions and rotations in space;
- Differential geometry, in the study of spatial curves and fluid movements of aerial entities [1];
- Geometric transformations and rotation matrices, used in 3D position simulation and control;
- Graph and network theory, for describing and optimizing collaborative aerial formations.

♦ Algorithmic and computational methods:

- Numerical simulations and computational modeling, for predicting flight behavior;
- Path planning algorithms;
- Use of 3D virtual environments and graphics engines, for real-time visualization of flight geometry;
- Artificial intelligence, for automatic learning of optimal trajectories or flight shapes.

♦ Experimental methods:

- Field testing of unmanned aerial systems (experiments with real drones in controlled environments);
- Analysis of flight data and comparison with theoretical mathematical models;
- Use of drones as investigative tools in mathematics education (action research).

♦ Educational methods (in STEAM context):

- Design of geometric activities assisted by drones;
- Project-Based Learning methodology;
- Integration of digital resources and augmented reality in the learning of spatial geometry.

By articulating its object of study with a diverse set of research methods, Aerial Geometry contributes to the development of a theoretical and applied framework relevant to multiple fields: aeronautical engineering, education, robotics, mapping, and artificial intelligence. It paves the way for a spatial approach to mathematics, directly connected to the technological realities of the contemporary world.

4. Applications and case studies

The development and implementation of the concept of Aerial Geometry in educational and applied research environments have opened an innovative framework for the integration of mathematics, technology and engineering in the analysis of three-dimensional phenomena. Through concrete applications and case studies, the discipline asserts itself as an essential tool for the formation of spatial, algorithmic and strategic skills, offering real solutions to the challenges of autonomous aerial navigation and interaction in dynamic networks.

Application 4.1. Aerial mapping with educational drones. A conclusive example of the application of Aerial Geometry is represented by aerial mapping projects carried out in high schools, colleges or technical universities. Pupils or students use drones equipped with sensors to take aerial photographs of land or buildings. Using geometric methods (triangulation, spatial coordinates, affine transformations), the images are processed in software applications to reconstruct 3D models or digital maps. This type of activity develops not only geometric thinking, but also digital and collaborative skills, in an interdisciplinary STEAM context.

In Application 4.1, several essential geometric elements are involved, which contribute to the three-dimensional modeling and spatial interpretation of the obtained data. Here is a detailed and classified list of these elements:

♦ Triangulation:

- Definition: It represents the process of determining an unknown position in space by measuring angles from known points, forming a triangle.
- Role in application: It is used to locate points on the surface by comparing images captured from different angles.
- Geometric elements involved: triangles, angles, distances, intersection points.

♦ Spatial coordinates (3D):

- Definition: Represents the positioning of points in three-dimensional space through the coordinate system.
- Role in application: They are used to accurately represent the positions of points on the reconstructed digital model.
- Geometric elements involved: points, coordinate axes, vectors, planes, segments.

♦ Affine transformations:

- Definition: Geometric transformations that preserve collinearity and length ratios on parallel segments (e.g. translations, rotations, scaling).
- Role in application: Allows image alignment, perspective correction, and building a coherent model.
- Geometric elements involved: vectors, transformation matrices, planes, parallelism, congruent/similar shapes.

♦ Geometric projections:

- Definition: Planar representations of three-dimensional objects, either orthogonal or in perspective.
- Role in application: They are used to transform 3D data into 2D maps or analyzable models.
- Geometric elements involved: projection planes, projection rays, projected points, intersections.

♦ Meshes and Surfaces:

- Definition: Networks of triangles or polygons used to represent three-dimensional surfaces.
- Application Role: Forms the surfaces of buildings or land in 3D reconstruction.
- Geometric elements involved: polygons (especially triangles), faces, edges, nodes.

♦ Distances and angles:

- Definition: Fundamental geometric measurements between points or between lines.
- Role in application: Necessary in the process of analyzing relief, building dimensions or calculating volumes.
- Geometric elements involved: segments, angles, perpendicularity, heights.

♦ Spatial relations:

- Definition: Relationships between objects in space: proximity, intersection, orientation, neighborhood.
- Role in application: Used to determine how objects are positioned relative to each other in map reconstruction.
- Geometric elements involved: planes, volumes, contact points, directions.

✅ Integration into STEAM education:

- Students learn analytic geometry in space, matrix transformations, 3D visualization, and computational geometry.
- Connects pure mathematics with concrete applications in drone technology, programming, and digital graphics.

In the context of the educational application of aerial drone mapping, carried out in high schools, colleges or technical universities, the following possible results can be obtained, grouped by relevant categories:

🧠 Cognitive and learning outcomes:

- Development of spatial and geometric thinking: students learn to visualize and interpret three-dimensional structures.
- Assimilation of the concepts of analytical and vector geometry: through the practical application of abstract notions.
- Learning of geometric transformations: rotations, translations, scaling, projections – applied in the reconstruction of models.
- Understanding of the notions of digital modeling and cartography: correlation of aerial images with maps and 3D models.

🛠️ Technical and practical results:

- Creation of digital maps and 3D models of buildings, land or campuses.
- Use of specialized software (e.g. Pix4D, DroneDeploy, QGIS) for processing and analyzing aerial data.
- Precise measurements of areas, distances, heights or volumes through photogrammetric techniques.
- Implementation of autonomous flight protocols and trajectory planning.

💡 Interdisciplinary Educational Outcomes (STEAM):

- Integrating mathematics with computer science, physics, technology and digital arts.
- Promoting project-based learning.
- Building algorithmic skills (including introductory coding for drones).
- Creating digital portfolios or interactive presentations of project results.

🤝 Social and collaborative results:

- Improving teamwork and group communication.
- Taking on roles (pilot, operator, data analyst, project coordinator).
- Taking responsibility for environmental protection through aerial observation of geographical or anthropogenic changes.

🌐 Community and civic outcomes:

- Creating useful maps for the community (urban plans, mapping green spaces, environmental monitoring).
- Participating in local initiatives to digitize heritage or infrastructure.
- Involvement in national/European competitions or projects on innovation and air technologies.

📈 Metacognitive and attitudinal outcomes:

– Reflection on the learning process and self-evaluation.
– Stimulation of scientific curiosity and critical thinking.
– Increased motivation for learning and orientation towards technical-scientific careers.

Application 4.2. Optimization of trajectories in drone networks (simulation case study).
In a simulation scenario conducted in an applied mathematics laboratory, students can model the coordinated movement of a group of autonomous drones in an urban environment. Each drone has specific tasks (delivery, surveillance, scanning), and their trajectories must be optimized to avoid collisions, reduce total flight time, and ensure complete coverage of the area. Aerial geometry, in this context, provides the theoretical foundations for vector motion analysis, the use of spatial planning algorithms, and the application of three-dimensional graph models.

Several research and exercises have been conducted in the context of Application 4.2. Here are some examples:

Example 1. This exercise was carried out in the "Electrical and Electronic Devices" laboratory at a military college. The aim was to deepen geometric and algorithmic concepts by simulating a complex mission with autonomous drones in space.

Simulation scenario:

Students were divided into teams, each responsible for a type of task:

- Drone 1: emergency delivery (medical package).
- Drone 2: perimeter surveillance (patrols the area).
- Drone 3: aerial mapping of buildings (3D scanning).

The simulation area was a digitally generated 3D model of the given institution's territory, with buildings, alleys and obstacles, some invisible even to the sensors on board the drones. Restrictions were introduced such as:

- No flying over the General Staff building.
- Avoiding collisions between drones.
- Time limit: x minutes for the entire operation.
- Geometric elements used:

– Position and velocity vectors for each drone.
– Three-dimensional coordinates of points of interest (buildings, delivery areas, etc.).
– Triangulation for efficient perimeter coverage.
– Spatial graphs (3D) for route planning.
– Geometric transformations for adjusting the orientation of drones during flight.

♦ Software tools used:

– Blender (for generating the 3D institution territory);
– MATLAB or GeoGebra 3D for simulating trajectories and vectors;

- Python (with libraries such as NetworkX and matplotlib) for optimizing routes in graphs.

♦ Observed results:

- The optimized trajectories reduced the total flight time by y% compared to the initial planning.
- By applying collision avoidance algorithms, all drones completed the mission without incident.
- The generated graphical models allowed students to understand the connections between geometry, algorithms, and real space.
- The activity clearly demonstrated the usefulness of Aerial Geometry in solving real coordination and optimization problems.

♦ Didactic reflection:

This simulation reinforced applied mathematical knowledge and provided an authentic opportunity for interdisciplinary learning (mathematics, computer science, engineering, geography). A significant increase in student motivation and collaborative working and spatial thinking skills was observed.

Example 2. *Coordinated aerial surveillance (public order or civil security).* In a simulation conducted at a police academy, cadets are involved in a tactical exercise that involves aerial monitoring of an urban conflict area using an autonomous drone system. The mission's goal is to identify and track points of interest (POIs) while maintaining continuous and secure aerial coverage.

➤ Operational context:

- The simulated area has buildings of various heights, narrow streets and unpredictable obstacles.
- The drone network consists of x aerial units equipped with multispectral cameras and LIDAR sensors.
- The mission includes:
  - Constant surveillance.
  - Real-time data transmission to the command center.
  - Collision avoidance and automatic detection of moving objects (vehicles or people).

➤ Aerial Geometry Application:

- 3D geometric modelling of the area, including height maps (relative altitude) and coverage volumes.
- Spatial partitioning algorithms based on Voronoi diagrams for efficient allocation of drones to different regions.

- Affine transformations and polar coordinates for rapid reorientation of trajectories based on field events.
- Dynamic three-dimensional graphs, used to generate optimal patrol paths and return to base in case of failure.

➤ Simulated results:

- Air coverage optimization with 90% effective continuous surveillance time.
- Average reaction time to terrain changes reduced to 3 seconds.
- No collisions thanks to real-time geometric flight control.

➤ Skills developed by cadets:

- Three-dimensional spatial thinking and application of mathematics in real operations.
- Collaborative work in aerial coordination and interpretation of geographic data.
- Understanding of geometric optimization algorithms and automatic navigation.

Example 3. *Geometric air support in military operations* (fig. 3). In an exercise conducted on a military training ground, officers-in-training from a military academy participate in a simulated coordinated assault on an enemy base. Air support is provided by a network of tactical military drones with advanced autonomous flight capabilities.

Figure 3. Geometric air support in military operations

🎯 Military objectives of the mission:

- Real-time surveillance of enemy positions before the assault, regardless of weather conditions.
- Signal interception and identification of resistance points (minefields, heavy weapons, etc.), regardless of existing conditions.
- Coordination of drone flights for reconnaissance, jamming and delivery of precision munitions.
- Safe withdrawal and reconfiguration of trajectories depending on the evolution on the ground.

🧮 The role of Aerial Geometry in a military context:

- Ballistic trajectories and aerial coverage geometries: establishing optimal approach angles to minimize the risk of detection and maximize the efficiency of payload delivery.
- Adaptive geometry in three-dimensional space:
  - use of position vectors for planning movements in combat areas with buildings, forests and varied terrain;
  - real-time adjustment of height and direction based on data transmitted by sensors.
- Algorithmic modeling of collision avoidance in conditions of electronic jamming (decreased radio communication).
- Geometric mesh networks between drones for efficient data exchange and maintaining aerial cohesion in the absence of GPS infrastructure.

🧠 "Simulated" results:

- Mission success with reduced risk to ground troops (due to real-time information and continuous surveillance).
- High efficiency in neutralizing targets, by geometrically adjusting trajectories according to enemy movement.
- Fully autonomous coordination of 6 drones in elliptical formation, without collisions, with complete coverage of the tactical field.

🛡️ Developed military skills:

- Tactical geometric thinking for commanding autonomous air units.
- Algorithmic and spatial skills, necessary in the modern theater of operations.
- Mathematical and military integration, reflecting the transition of the modern military to data-driven operations, precision and automation.

Application 4.3. Three-dimensional reconstruction of architectural forms (USM, fig. 4) [11]. In collaboration with cultural heritage specialists, aerial geometry is used to obtain precise models of historical buildings or difficult-to-access archaeological sites. Drones capture dense sets of images from multiple angles, and photogrammetry software processes this data using geometric interpolation techniques and 3D mesh generation. The process provides a case study applicable both in higher education and in interdisciplinary research (architecture – mathematics – IT).

Application 4.4. Aerial geometry in interactive educational simulators (fig. 5). A promising direction is the use of augmented reality (AR) and 3D simulators for teaching aerial geometry concepts. Students can manipulate virtual drones in a three-dimensional simulated space, exploring concepts such as flight plans, safety volumes, spatiality, distances in space, intersections of trajectories, etc. Case studies in this area demonstrate a

significant increase in motivation and understanding among students, especially in non-formal educational settings or in Erasmus+/STEAM projects.

Figure 4. Three-dimensional reconstruction of architectural forms

Figure 5. Use of augmented reality (AR) and 3D simulators

Application 4.5. Security and surveillance in distributed networks (research application). An advanced research case involves the use of Aerial Geometry in managing a surveillance system based on networked drones. Each mobile unit must respect a set of geometric restrictions (exclusion zones, altitude limits, distance from other entities) and operate in synchronization with the other drones in the system. Methods from computational geometry, linear algebra and graph theory are applied, in a framework oriented towards cybersecurity and urban airspace protection.

Thus, the applications and case studies presented demonstrate the relevance and versatility of Aerial Geometry as an integrative field, located at the intersection of mathematics, technology and education. Whether it is educational scenarios or advanced engineering solutions, this field provides the necessary tools to explore and transform airspace into an intelligent, safe and educational operational framework.

Research proposals

Given the incipient and interdisciplinary nature of Aerial Geometry, it is necessary to structure strategic directions of theoretical and applied research that will expand and consolidate this field. In this regard, we propose the following directions of investigation:

- Mathematical formalization of aerial geometry in extended axiomatic frameworks:
  - Development of an axiomatic system specific to three-dimensional dynamic spaces, in which the relative movements of drones and their geometric interactions can be modelled.
  - Investigation of the relationships between aerial geometry and non-Euclidean, projective and differential geometries.
- Topological modelling of airspace in complex urban and natural contexts:
  - Development of dynamic topological maps for drones, capable of integrating mobile obstacles, atmospheric variations and temporary flight restrictions in real time.

  - Construction of adaptive topological networks with applicability in collaborative autonomous flights.
- Geometric optimization of trajectories in multi-drone networks:
  - Research on geometric algorithms for minimum routes, maximum coverage and efficient resource distribution in three-dimensional spaces.
  - Study of geometric balance in the coordination of drones for surveillance, intervention or delivery missions.
- Integrating computational geometry with artificial intelligence for aerial perception:
  - Creation of machine learning models that interpret and anticipate geometric configurations of the aerial environment based on data captured by sensors.
  - Research on geometric recognition of obstacles and waterways using computer vision and LIDAR.
- Didactic and formative evaluation of Aerial Geometry in the STEAM curriculum:
  - Development of educational programs that include aerial geometry concepts in the teaching of mathematics, physics and computer science.
  - Testing the impact of the use of drones and aerial simulators in the development of spatial, logical and algorithmic skills of pupils and students.
- Geometric ethics and the regulation of the use of airspace:
  - Study on the social impact of aerial geometry: privacy, surveillance, spatial delimitations and normative regulations.
  - Analysis of how geometric tools can support compliance with exclusion zones and autonomous flight rules within a legal and ethical framework.

Conclusions

Aerial geometry is a new theoretical and applied field that extends the concepts of classical geometry into a dynamic three-dimensional framework specific to autonomous aerial interactions. This field is asserting itself as a methodological necessity in the context of the accelerated development of drone systems and autonomous networks.

The mathematical foundations of aerial geometry harmoniously integrate vector, differential and topological geometry, providing a rigorous language for describing, modelling and optimizing trajectories, flight spaces and aerial communication networks.

Geometric algorithms and spatial data structures allow the practical implementation of aerial geometry in navigation, obstacle avoidance, delimitation of safety zones and intelligent sharing of airspace between multiple drones. This integration highlights the computational and operational nature of modern geometry.

The interdisciplinary dimension of aerial geometry provides a unifying platform between mathematics, computer science, aeronautical engineering, robotics and data

science, enabling the emergence of new paradigms in three-dimensional space control and STEAM education.

The proposed methodological framework combines analytical methods, digital simulations, experimental testing and educational tools, creating a complete research and training system. Thus, aerial geometry is not only an abstract object of study, but also an active tool in the design and management of autonomous flights.

Looking ahead, aerial geometry will play a central role in transforming the way airspace is understood, regulated and used, providing precise and scalable solutions to challenges related to urban air mobility, security, advanced mapping and smart logistics.

Bibliography

1. AFANAS, D., BRIGALDA, A. Propeller geometry of an unmanned aerial vehicle. In: *Proceedings of the 31st Conference on Applied and Industrial Mathematics. Communications in Education*. Oradea, September 19 – 22, CAIM 2024, pp. 8 – 14 ISSN 3061-3477, ISSN-L 3061-3477.
2. CORMEN, T. H., LEISERSON, C. E., RIVEST, R. L., STEIN, C. *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press, 2009.
3. EPPSTEIN, D. Geometric Algorithms. În: *Handbook of Computational Geometry*. Elsevier, 2001.
4. FARIN, G. *Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide* (5th ed.). Morgan Kaufmann, 2002.
5. HARTLEY, R., ZISSERMAN, A. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press, 2004.
6. LAVALLE, S. M. *Planning Algorithms*. Cambridge University Press, 2006.
7. LEE, J. M. *Introduction to Topological Manifolds* (2nd ed.). Springer, 2011.
8. LUPTON, T., SUKHATME, G. S. *Visual-Inertial Sensor Fusion: Localization, Mapping and Navigation*. Springer, 2002.
9. O'ROURKE, J. *Computational Geometry in C*. Cambridge University Press, 1998.
10. RUSSELL, S. J., NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson, 2021.
11. SPRINCEAN, V., PASCARI, S., SAVVA, M., MATVEEV, S. Parcul digital 3D al monumentelor de arhitectură din Chișinău: inovație și valorificarea patrimoniului cultural, In: *Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*. Chișinău, 2024. p. 15-22.
12. ZOMORODIAN, A. *Topology for Computing*. Cambridge University Press, 2005.

CZU: 371.3:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p54-65

THEORETICAL FOUNDATION OF DIDACTIC GAME IN TEACHING MATHEMATICS

Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0001-7758-943X
e-mail: afanasdde@gmail.com
Galina GANGAN, student
e-mail: galinaganganm11@gmail.com,
Corina ADAM, student
e-mail: cpaireli23@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Articolul analizează interdisciplinar fundamentele teoretice și psihopedagogice ale jocului didactic în predarea matematicii. Sunt prezentate cercetările de referință, conceptele centrale și rolul jocului în dezvoltarea gândirii logice și abstracte. Se clasifică tipurile de jocuri utilizate în matematică și se evidențiază criteriile de aplicare didactică. Lucrarea abordează dimensiunile motivaționale și sociale ale învățării prin joc și relevă importanța creativității în progresul educațional, demonstrând că jocul didactic stimulează explorarea, colaborarea și competențele matematice moderne.
Cuvinte cheie: joc didactic, predarea matematicii, creativitate, învățare active, gândire matematică, fundamente psihopedagogice.

Abstract. The article analyzes, from an interdisciplinary perspective, the theoretical and psycho-pedagogical foundations of using didactic games in teaching mathematics. It presents key research contributions, central concepts, and the role of games in developing logical and abstract thinking. The typology of didactic games used in mathematics is classified, highlighting criteria for effective didactic application. The work discusses motivational and social dimensions of learning through play and emphasizes the importance of creativity in educational progress, demonstrating that didactic games stimulate exploration, collaboration, and the development of modern mathematical competencies.
Keywords: didactic games, mathematics teaching, creativity, active learning, mathematical thinking, psychopedagogical foundations.

Introducere

În contextul actual al reformei educaționale și al orientării spre învățarea centrată pe elev, jocul didactic capătă o relevanță tot mai mare ca instrument pedagogic eficient în predarea disciplinelor școlare, inclusiv a matematicii. Dacă în trecut, matematica era asociată predominant cu rigorile logicii formale și ale abstractizării precoce, astăzi se impune o viziune integrativă și stimulativă, care valorifică dimensiunea ludică a procesului educațional.

Studiile recente în domeniul psihopedagogiei și neuroștiinței confirmă faptul că învățarea activă și motivată este profund influențată de implicarea emoțională și de relevanța personală a conținutului. În acest sens, jocul didactic facilitează accesul elevilor la concepte matematice complexe prin mijloace atractive, interactive și colaborative,

transformând învățarea într-un proces plăcut și eficient. Caracterul flexibil și adaptabil al jocului permite construirea de situații educaționale variate, în care se dezvoltă atât gândirea logică, cât și cea creativă, spiritul de observație, capacitatea de rezolvare de probleme și autonomia în învățare.

Articolul de față își propune să ofere o fundamentare teoretică riguroasă a jocului didactic în predarea matematicii, pornind de la cercetările relevante în domeniu, definirea conceptuală clară și analiza funcțiilor educaționale ale jocului. Sunt prezentate tipologii diverse de jocuri didactice aplicabile la clasă, fundamentele psihopedagogice care justifică utilizarea lor, precum și modelele teoretice despre creativitate relevante pentru proiectarea unor lecții eficiente. Lucrarea se înscrie într-o direcție inovatoare de revitalizare a didacticii matematicii, prin îmbinarea rigorii științifice cu atractivitatea jocului, în scopul optimizării învățării și formării unei atitudini pozitive față de matematică în rândul elevilor.

1. Cercetări anterioare și contribuții în domeniu

În ultimii ani, interesul pentru integrarea creativității în procesul de predare-învățare, precum și pentru utilizarea jocului didactic ca metodă eficientă în educația matematică, a crescut considerabil. Literatura de specialitate cuprinde numeroase studii care investighează atât impactul acestor abordări asupra performanțelor școlare, cât și mecanismele psihopedagogice care le fac eficiente.

Un punct de reper în cercetările privind creativitatea în educație îl reprezintă lucrarea lui Amabile (1983) [1], care prin modelul său componential evidențiază rolul complex al motivației intrinseci și al competenței specifice în stimularea creativității. Studiile ulterioare au confirmat că mediul educațional trebuie să promoveze autonomia și să ofere resurse adecvate pentru a susține procesul creativ (Kaufman & Beghetto, 2009) [16].

În domeniul utilizării jocului didactic, cercetări precum cele ale lui Papadakis et al. (2021) [19] au demonstrat impactul pozitiv al gamificării și al jocurilor interactive asupra motivației și performanțelor elevilor în matematică. Mai mult, aceste studii subliniază necesitatea unei integrări coerente și pedagogic justificate a jocurilor în curriculum, pentru a evita superficialitatea sau riscul de a percepe jocul doar ca o distracție.

Un studiu esențial este cel realizat de Fisher et al. (2011) [11], care investighează efectele jocurilor didactice asupra dezvoltării gândirii critice și a capacității de rezolvare a problemelor. Rezultatele indică faptul că elevii implicați în activități ludice structurate dezvoltă abilități superioare față de cei care sunt supuși doar metodelor tradiționale, aspect ce confirmă importanța didactică a jocului.

În plus, meta-analize existente (Tobias & Duffy, 2009) [22] evidențiază că învățarea activă și exploratorie, adesea facilitate prin jocuri didactice și metode creative, generează o reținere mai bună a informațiilor și o aplicabilitate crescută în contexte variate. Aceste

constatări sprijină orientările pedagogice actuale care recomandă integrarea activă a jocului și a creativității în procesul didactic.

Cu toate acestea, există și critici legate de implementarea acestor metode. Unele studii (Kirschner, Sweller & Clark, 2006) [17] atrag atenția asupra faptului că jocurile și metodele creative pot genera supraîncărcare cognitivă dacă nu sunt bine structurate sau adaptate la nivelul elevilor. Astfel, utilizarea jocului didactic trebuie să fie însoțită de o planificare riguroasă și de o evaluare continuă pentru a asigura eficiența educațională.

De asemenea, există o lipsă relativă de cercetări longitudinale care să analizeze efectele pe termen lung ale utilizării creativității și jocului în învățământul matematic, ceea ce indică o direcție importantă pentru viitoare studii.

În concluzie, literatura de specialitate oferă un cadru teoretic și empiric solid pentru susținerea rolului jocului didactic și al creativității în educație, evidențiind atât potențialul lor, cât și limitele ce trebuie gestionate prin abordări pedagogice bine fundamentate. Această revizuire critică subliniază necesitatea unei aplicări echilibrate și adaptate, care să valorifice la maximum beneficiile acestor metode inovatoare.

2. Definirea conceptelor-cheie

În contextul educației moderne, centrate pe formarea unor competențe transversale și adaptabile, se resimte tot mai acut nevoia de regândire a strategiilor didactice. Predarea matematicii, disciplină adesea percepută ca rigidă și formală, poate beneficia în mod semnificativ de o abordare creativă, bazată pe metode interactive și ludice. Pentru a înțelege dimensiunea inovativă a acestui demers, este esențială definirea clară a unor concepte-cheie ce fundamentează lucrarea de față: jocul didactic, creativitatea, învățarea activă și învățarea prin descoperire.

Jocul didactic reprezintă o formă specifică de activitate pedagogică, menită să suscite interesul și participarea activă a elevilor în procesul de învățare. El îmbină intenționalitatea didactică cu elementele ludice, transformând învățarea într-un proces plăcut și motivant. Potrivit lui Cerghit (2006) [6], jocul didactic este „*o activitate organizată, cu reguli clare și obiective educaționale, prin care elevii dobândesc, fixează sau exersează cunoștințe și deprinderi, într-un mod motivant și atractiv*”. În didactica matematicii, jocul devine un instrument eficient pentru dezvoltarea gândirii logico-matematice, a intuiției numerice și a capacității de rezolvare de probleme. Exemplele pot include jocuri de logică, concursuri matematice sau aplicații gamificate.

Creativitatea, în sens educațional, presupune capacitatea de a genera soluții originale, de a explora perspective multiple și de a depăși convențiile în abordarea unei probleme. Guilford (1950) [12] o definea ca manifestare a gândirii divergente, distinctă de gândirea convergentă specifică proceselor algoritmice. În predarea matematicii, creativitatea se manifestă prin formularea de probleme, explorarea mai multor căi de rezolvare, utilizarea

reprezentărilor alternative și descoperirea de modele. Cropley (2001) [8] subliniază importanța stimulării creativității în școală, în vederea formării unor cetățeni capabili să facă față incertitudinii și să inoveze.

Învățarea activă implică participarea directă și conștientă a elevului în actul cunoașterii. Aceasta presupune mobilizarea resurselor cognitive, afective și sociale ale elevului prin activități care presupun implicare, interacțiune și reflecție. Bonwell și Eison (1991) [2] definesc învățarea activă ca „*orice strategie de predare care implică elevii în procesul de învățare, cerându-le să facă ceva și să gândească despre ceea ce fac*". În domeniul matematicii, aceasta poate însemna lucrul în echipe, explorarea de aplicații practice, simulări, proiecte sau utilizarea de materiale manipulative și jocuri interactive. Beneficiile includ creșterea retenției informației, dezvoltarea autonomiei și sporirea motivației pentru învățare.

Învățarea prin descoperire este un model constructivist de predare, în care elevul este încurajat să exploreze, să observe, să formuleze ipoteze și să tragă concluzii proprii. Bruner (1961) [4] considera descoperirea ca o cale fundamentală în învățare, capabilă să asigure o înțelegere profundă și durabilă. În predarea matematicii, aceasta presupune formularea de situații problematice deschise, ghidarea elevului către identificarea regulilor sau proprietăților, validarea prin experiment sau raționament. Jocul didactic oferă un cadru ideal pentru acest tip de învățare, deoarece presupune explorare, provocare și reflecție.

Prin urmare, aceste patru concepte – joc didactic, creativitate, învățare activă și învățare prin descoperire – se intercondiționează și susțin paradigma unei educații matematice moderne, centrate pe elev. Abordările creative nu se limitează la aspectul ludic, ci se fundamentează pe teorii educaționale solide, capabile să transforme sala de clasă într-un spațiu al experimentării, gândirii critice și bucuriei de a învăța.

Conceptele cheie sunt prezentate și în figura 1.

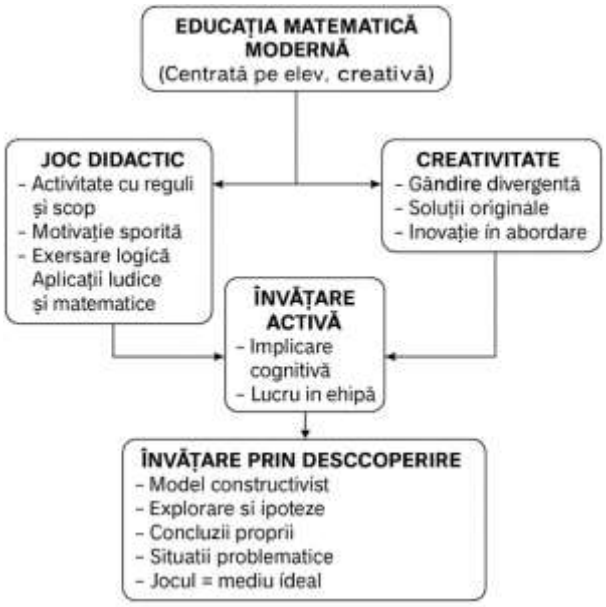


Figura 1. Conceptele-cheie

3. Rolul jocului în dezvoltarea gândirii matematice

Jocul, în calitatea sa de activitate cu valențe formative și cognitive multiple, joacă un rol esențial în dezvoltarea gândirii matematice, mai ales în contextul educației primare și gimnaziale. Dincolo de aspectul său recreativ, jocul didactic se constituie într-un mediu favorabil pentru activarea proceselor intelectuale superioare, precum analiza, sinteza, abstractizarea și generalizarea. Aceste procese stau la baza formării conceptelor matematice și a dezvoltării gândirii logice. În cadrul unei strategii didactice bine construite, jocul devine un instrument de învățare prin care elevul își construiește cunoștințele în mod activ, într-un cadru stimulativ și lipsit de presiunea evaluării formale.

Mai multe cercetări susțin ideea conform căreia jocul favorizează atât dezvoltarea gândirii convergente – necesare în rezolvarea problemelor algoritmice, cât și a gândirii divergente – esențială în explorarea și formularea de ipoteze sau în descoperirea de modele matematice [3]. În acest sens, jocurile matematice oferă oportunități pentru aplicarea cunoștințelor în contexte variate, permițând elevilor să observe relații, să deducă reguli, să compare strategii și să ajungă la concluzii personale. Ele susțin autonomia în învățare, dar și cooperarea, atunci când sunt integrate în activități de grup sau în competiții cu reguli clare.

Mai mult, jocurile stimulează transferul de învățare între conceptele matematice și situațiile din viața reală. De exemplu, un joc de tip „magazin matematic” poate implica operații aritmetice, estimări, raționamente proporționale și chiar elemente introductive de probabilitate sau gândire strategică. Prin natura lor, aceste activități sporesc gradul de implicare emoțională și motivațională, aspecte esențiale în menținerea interesului pentru matematică. În plus, prin acceptarea greșelii ca parte firească a jocului, elevii sunt încurajați să-și asume riscuri cognitive și să învețe din propriile tentative – ceea ce susține dezvoltarea unei mentalități de creștere [9].

Jocul permite, de asemenea, o abordare diferențiată a predării, fiind ușor de adaptat la nevoile, stilurile cognitive și nivelul de dezvoltare al elevilor. În cadrul orelor de matematică, acesta poate fi utilizat atât în introducerea noilor concepte (prin jocuri de explorare), cât și în consolidarea sau evaluarea cunoștințelor (prin jocuri de competiție sau de colaborare). Jocurile digitale, interactive sau bazate pe realitate augmentată, completează paleta tradițională de instrumente, aducând în prim-plan elemente de gamificare și învățare asistată de tehnologie, care s-au dovedit eficiente în creșterea motivației și a performanței matematice [19].

Astfel, rolul jocului în dezvoltarea gândirii matematice nu trebuie minimalizat sau considerat exclusiv decorativ. Din contră, jocul este un vector didactic complex, care facilitează trecerea de la cunoașterea intuitivă la cea logică, de la experiența concretă la abstractizarea matematică. Prin combinarea funcției ludice cu cea educațională, jocul devine un teren fertil pentru cultivarea curiozității, a creativității și a raționamentului

matematic solid – competențe esențiale pentru formarea unei gândiri flexibile și adaptative în societatea cunoașterii.

4. Tipologii de jocuri didactice utilizate în predarea matematicii

Jocurile didactice utilizate în predarea matematicii constituie o componentă importantă a strategiilor moderne de învățare, contribuind la dezvoltarea gândirii logice, a creativității și a motivației elevilor. Diversitatea tipologiilor de jocuri permite adaptarea acestora la obiectivele lecției, nivelul cognitiv al elevilor și conținutul matematic abordat. În literatura de specialitate, se regăsesc mai multe clasificări ale jocurilor didactice, în funcție de criterii precum scopul pedagogic, forma de organizare, gradul de interactivitate sau suportul utilizat [18, 14].

O primă categorie o constituie jocurile logico-matematice, care pun accent pe dezvoltarea raționamentului, a abilităților de analiză și sinteză și pe descoperirea de relații între concepte. Acestea pot include enigme logice, jocuri de tip sudoku, jocuri de completare a unor serii numerice sau de identificare a regulilor într-un șir. Ele sunt utilizate adesea în momentele de consolidare a învățării sau ca exerciții de antrenament cognitiv [15].

O altă tipologie o reprezintă jocurile de simulare sau jocurile cu conținut aplicativ, în care elevii trebuie să rezolve probleme inspirate din viața reală, folosind concepte matematice. Exemple pot fi jocurile de tip „magazin”, „călătorii” sau „construcții” care implică operații aritmetice, măsurători, proporții sau geometrie. Aceste jocuri sunt valoroase în sprijinirea transferului de cunoștințe și în învățarea contextualizată [5].

Jocurile de competiție (individuală sau pe echipe) sunt frecvent utilizate pentru revizuirea și consolidarea cunoștințelor. Ele presupun reguli clare, un sistem de punctaj și pot stimula motivația extrinsecă. Exemple relevante includ „concursurile fulger”, „matematica pe echipe”, „vânătoarea de comori matematice”. Prin dinamismul lor, aceste jocuri facilitează repetarea rapidă și activă a noțiunilor [7].

Jocurile digitale interactive reprezintă o tipologie modernă, tot mai prezentă în predarea matematicii. Platforme precum Kahoot!, GeoGebra sau Math Playground permit crearea de jocuri personalizate, integrate în lecție, care oferă feedback instantaneu și adaptare la nivelul elevului. Aceste jocuri sprijină învățarea vizuală și colaborativă și răspund nevoilor generației digitale [19].

Nu în ultimul rând, trebuie menționate jocurile de creație, în care elevii sunt implicați în proiectarea propriilor jocuri matematice – fie pe hârtie, fie digitale. Această activitate dezvoltă nu doar gândirea matematică, ci și competențele de planificare, cooperare, exprimare și evaluare.

În acest mod, învățarea devine cu adevărat activă, iar rolul elevului se transformă din receptor în co-autor al conținutului didactic [23].

În concluzie, varietatea tipologiilor de jocuri didactice utilizate în predarea matematicii oferă cadrelor didactice un arsenal pedagogic valoros, care poate contribui semnificativ la formarea competențelor matematice și la dezvoltarea motivației pentru învățare.

Tipologiile principale de jocuri didactice sunt ilustrate în figura 2.

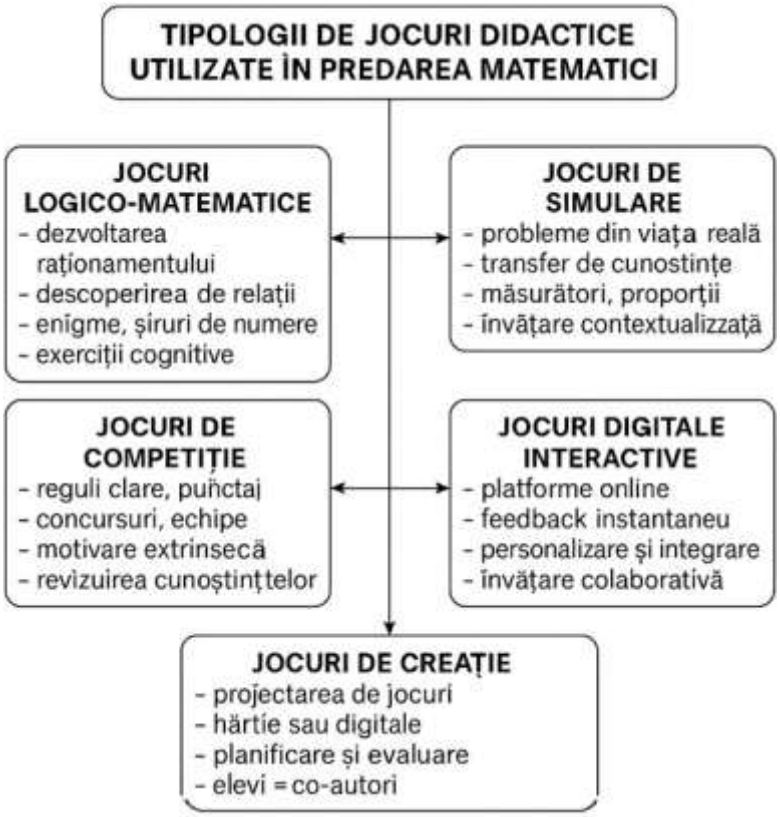


Figura 2. Tipologiile principale de jocuri didactice

5. Fundamente psihopedagogice ale jocului didactic

Jocul didactic reprezintă o metodă fundamentală și indispensabilă în procesul educațional, iar importanța sa psihopedagogică este susținută de multiple teorii din domeniul psihologiei dezvoltării și al pedagogiei contemporane. Acest instrument didactic nu doar facilitează procesul de învățare, ci răspunde și nevoilor profunde ale elevilor de exprimare, explorare, socializare și dezvoltare cognitivă, emoțională și socială.

Din punct de vedere psihologic, jocul este activitatea naturală și dominantă a copilului în primele etape ale dezvoltării sale. Jean Piaget (1962) [20] subliniază că jocul este strâns legat de stadiile cognitive, constituind o cale prin care copilul trece de la concret la abstract. Astfel, jocul încurajează gândirea simbolică, ajutând copilul să internalizeze reguli, concepte și relații prin manipularea concretă a obiectelor, treptat construind structuri mentale mai complexe. Piaget identifică în joc o modalitate de acomodare și asimilare a informațiilor, ceea ce face ca învățarea prin joc să fie profund integrată în dezvoltarea cognitivă.

Complementar, Lev Vygotsky (1978) [23] introduce conceptul esențial al „zonei proximale de dezvoltare” (ZPD), evidențiind că jocul creează un cadru ideal în care copilul, cu sprijinul unui adult sau al colegilor, poate depăși nivelul său actual de competență. În cadrul jocului didactic, această zonă este exploatată prin sarcini provocatoare, dar accesibile, care stimulează colaborarea, comunicarea și autoreglarea. Jocul devine astfel o platformă pentru învățarea socială și cognitivă simultană, în care copilul învață nu doar prin descoperire individuală, ci și prin interacțiune și negociere a sensurilor cu ceilalți.

Pe lângă dezvoltarea cognitivă, jocul didactic susține și dezvoltarea afectivă și socială a elevilor. Ginsburg (2007) [13] evidențiază rolul jocului în reglarea emoțiilor, reducerea anxietății și promovarea unei atitudini pozitive față de învățare. Participarea în activități ludice facilitează internalizarea normelor sociale, empatia și capacitatea de cooperare, competențe esențiale în societatea contemporană. Jocul didactic încurajează asumarea rolurilor, respectarea regulilor și gestionarea conflictelor, toate acestea având un impact direct asupra climatului școlar și asupra relațiilor interpersonale din clasă.

Pedagogic, jocul didactic este definit ca o activitate cu scop educațional, planificată metodic și structurată clar prin obiective, reguli, sarcini și criterii de evaluare (Cerghit, 2006) [6]. Este o metodă care stimulează învățarea activă, în care elevul nu este un simplu receptor pasiv, ci un participant activ, implicat emoțional și intelectual în procesul educațional. Această metodă este extrem de eficientă în predarea matematicii, o disciplină adesea percepută ca dificilă, pentru că reduce teama față de abstracțiune și încurajează explorarea și experimentarea. Jocul facilitează accesul la conținuturi complexe, transformând învățarea într-un demers plăcut și motivant.

Pe plan neuropsihologic, cercetările recente arată că învățarea prin joc activează multiple regiuni cerebrale și facilitează formarea conexiunilor neuronale complexe, care stau la baza gândirii critice și creative [21]. Mai mult, jocul contribuie la dezvoltarea autoreglării emoționale, a capacității de luare a deciziilor și a rezilienței cognitive, calități esențiale pentru adaptarea în medii școlare diverse și provocatoare.

De asemenea, teoria autodeterminării [10] subliniază importanța motivației intrinseci în procesul de învățare, evidențiind că activitățile percepute ca voluntare, interesante și semnificative sporesc angajamentul și perseverența elevilor. Jocul didactic, prin natura sa ludică și nonformală, stimulează această motivație intrinsecă, oferind elevilor sentimentul de autonomie, competență și apartenență, elemente fundamentale pentru un proces educațional de calitate.

Nu în ultimul rând, jocul didactic permite personalizarea învățării, fiind ușor adaptabil la nevoile și stilurile de învățare ale fiecărui elev. Astfel, cadrul didactic poate utiliza jocul pentru a dezvolta competențe variate, de la cele logice și matematice la cele socio-emoționale, oferind un mediu educațional incluziv și stimulant.

În concluzie, fundamentele psihopedagogice ale jocului didactic confirmă că acesta este mult mai mult decât o simplă activitate recreativă. Jocul este un vector esențial al dezvoltării armonioase a elevilor, integrând procese cognitive, emoționale și sociale într-un cadru didactic care stimulează curiozitatea, creativitatea și motivația pentru învățare. Astfel, utilizarea conștientă și strategică a jocului în educație constituie o practică pedagogică indispensabilă pentru formarea unei gândiri matematice solide și pentru promovarea unei atitudini pozitive față de studiu.

6. Creativitatea în procesul de predare-învățare: modele și teorii relevante

Creativitatea reprezintă o componentă esențială în procesul educațional modern, fiind recunoscută ca un factor determinant în dezvoltarea competențelor de gândire critică, rezolvare de probleme și inovare. În contextul predării-învățării, stimularea creativității nu doar că facilitează o înțelegere profundă a conținuturilor, dar și pregătește elevii să facă față cu succes provocărilor societății contemporane, caracterizată de schimbări rapide și complexe.

Din perspectiva teoretică, creativitatea este analizată prin mai multe modele și teorii, fiecare punând accent pe diferite aspecte ale fenomenului. Modelul componential al creativității propus de Teresa Amabile (1983) [1] este unul dintre cele mai influente, evidențiind trei componente fundamentale: competența în domeniu, gândirea creativă și motivația intrinsecă. În acest model, un cadru didactic care dorește să stimuleze creativitatea trebuie să asigure elevilor atât cunoștințele solide necesare, cât și un mediu care să încurajeze explorarea liberă și autonomia, sprijinind motivația internă.

Un alt model relevant este teoria lui Wallas (1926) [24], care conceptualizează procesul creativ în patru etape: pregătirea, incubarea, iluminarea și verificarea. În context educațional, această teorie sugerează necesitatea alternării momentelor de expunere la informație și de reflecție, precum și a unui spațiu propice pentru idei noi, fără presiunea imediată a evaluării. Astfel, profesorii pot structura lecțiile pentru a permite acest parcurs creativ, de exemplu prin proiecte sau activități exploratorii.

Modelul „CPS” (Creative Problem Solving) dezvoltat de Alex Osborn și Sidney Parnes oferă o abordare practică, structurat în pași clari: identificarea problemei, generarea de idei, elaborarea soluțiilor și implementarea lor. În predarea matematicii sau altor discipline, acest model poate fi aplicat prin sarcini problematice deschise, în care elevii sunt încurajați să propună multiple strategii, să le testeze și să evalueze eficiența lor. Această metodă contribuie atât la dezvoltarea creativității, cât și a gândirii critice și a colaborării în echipă.

Pe lângă aceste modele teoretice, există și modele concrete de implementare a creativității în procesul didactic. De exemplu, în predarea matematicii, utilizarea jocurilor didactice care stimulează gândirea divergentă, cum ar fi jocurile de construcție a formelor

geometrice sau problemele deschise cu mai multe soluții, oferă oportunități concrete de exprimare a creativității elevilor [8]. De asemenea, metodele precum învățarea prin proiecte sau învățarea bazată pe probleme (PBL) permit integrarea creativității într-un cadru organizat, cu o puternică componentă practică și colaborativă.

Un alt exemplu concret este metoda brainstorming-ului, care, adaptată pentru clasă, implică stimularea exprimării tuturor ideilor fără autocenzură, urmată de selecția și rafinarea acestora. Această tehnică poate fi integrată în orice etapă a lecției și este deosebit de utilă pentru activități ce implică rezolvarea creativă a problemelor.

În concluzie, integrarea creativității în procesul de predare-învățare, bazată pe modele teoretice solide și pe metode practice dovedite, este esențială pentru dezvoltarea unor competențe complexe și relevante pentru elevi. Profesorii care adoptă aceste abordări contribuie la formarea unor gânditori flexibili, inovativi și motivați, capabili să abordeze provocările actuale și viitoare cu succes. Modele relevante sunt prezentate în figura 3.

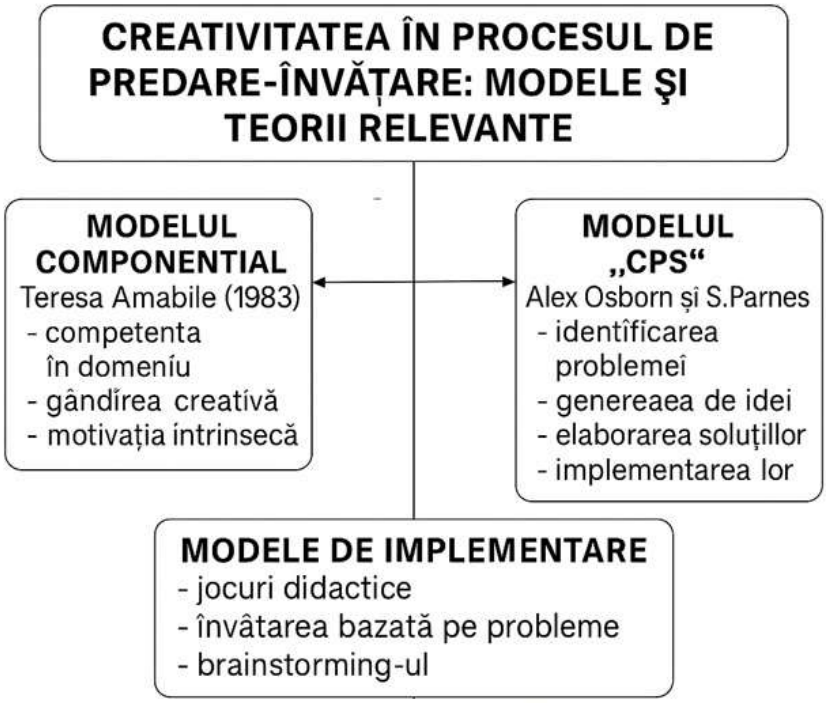


Figura 3. Modele relevante

Concluzii

Studiul realizat evidențiază faptul că jocul didactic nu este doar o strategie auxiliară în procesul educațional, ci un instrument fundamental, cu un potențial formativ complex, îndeosebi în predarea matematicii. Prin caracterul său interactiv, ludic și adaptabil, jocul contribuie semnificativ la dezvoltarea gândirii matematice, facilitând învățarea prin descoperire, exersarea logicii și a gândirii critice, precum și cultivarea unei atitudini pozitive față de disciplină.

Fundamentarea psihopedagogică a jocului susține validitatea acestuia în procesul educațional, arătând că el activează motivația intrinsecă, stimulează autonomia elevului și

susține dezvoltarea socio-emoțională. Modelele teoretice de creativitate, precum cel propus de Amabile sau teoria etapelor creative a lui Wallas, oferă un cadru coerent pentru integrarea jocului în activități didactice ce urmăresc nu doar transmiterea de cunoștințe, ci și formarea unor competențe transversale esențiale în educația contemporană.

Tipologiile de jocuri didactice analizate arată că matematica poate fi predată printr-o varietate de forme atractive: jocuri logico-matematice, jocuri de rol, concursuri, activități exploratorii sau simulări, toate contribuind la consolidarea cunoștințelor și la activarea potențialului creativ al elevilor.

În concluzie, integrarea jocului didactic în predarea matematicii nu doar că îmbunătățește rezultatele învățării, dar contribuie la formarea unei relații armonioase între elev și matematică. Într-un peisaj educațional în continuă schimbare, abordările creative bazate pe joc reprezintă o direcție promițătoare pentru revitalizarea didacticii și pentru construirea unui proces educativ mai uman, mai eficient și mai incluziv.

Bibliografie

1. AMABILE, T. M. The social psychology of creativity: A componential conceptualization. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 1983. 45(2), 357–376. https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357
2. BONWELL, C. C., EISON, J. A. Active learning: Creating excitement in the classroom. În: *ASHE-ERIC Higher Education Report* No. 1, 1991.
3. BISHOP, A. J. *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers, 1988.
4. BRUNER, J. S. The act of discovery. În: *Harvard Educational Review*, 1961. 31(1), pp. 21–32.
5. BRUNER, J. S. *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press, 1966.
6. CERGHIT, I. *Metode de învăţământ*. Editura Polirom, 2006.
7. CHIȚU, M., POPA, A. *Matematica prin joc – strategii didactice moderne*. Editura Didactică și Pedagogică, 2017.
8. CROPLEY, A. J. *Creativity in education and learning: A guide for teachers and educators.* London: Kogan Page, 2001.
9. DWECK, C. S. *Mindset: The new psychology of success*. Random House, 2006.
10. DECI, E. L., RYAN, R. M. The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry,* 2000. 11(4), pp. 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
11. FISHER, K., HIRSH-PASEK, K., GOLINKOFF, R. M., & GRYFE, S. G. (2011). Conceptual split? Parents' and experts' perceptions of play in the 21st century. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32(4), 213–218. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2011.04.003

12. GUILFORD, J. P. Creativity. În: *American Psychologist*, 1950. 5(9), pp. 444–454.
13. GINSBURG, K. R. The importance of play in promoting healthy child development and maintaining strong parent-child bonds. În: *Pediatrics,* 2007. 119(1), pp. 182–191. https://doi.org/10.1542/peds.2006-2697
14. HUIZINGA, J. *Homo Ludens: A Study of the Play-Element in Culture*. Beacon Press, 1955.
15. KAMII, C., DEVRIES, R. *Physical Knowledge in Preschool Education*. Prentice Hall, 1978.
16. KAUFMAN, J. C., BEGHETTO, R. A. Beyond big and little: The four-C model of creativity. *Review of General Psychology*, 2009. 13(1), pp. 1–12. https://doi.org/10.1037/a0013688
17. KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J., CLARK, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 2006. 41(2), pp. 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
18. NEACȘU, I. *Fundamentele pedagogiei*. Editura Didactică și Pedagogică, 1990.
19. PAPADAKIS, S., KALOGIANNAKIS, M., & ZARANIS, N. Gamification in early childhood education: A systematic review. In: *Computers in Human Behavior*, 2021. 117, 106672. https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106672
20. PIAGET, J. *Play, dreams and imitation in childhood*. New York: W.W. Norton & Company, 1962.
21. PELLEGRINI, A. D., SMITH, P. K. The development of play during childhood: Forms and possible functions. In: *Child Psychology and Psychiatry Review,* 1998. 3(2), 51–57. https://doi.org/10.1017/S1360641798001476
22. TOBIAS, S., DUFFY, T. M. Constructivist instruction: Success or failure? *Routledge,* 2009.
23. VYGOTSKY, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, 1978.
24. WALLAS, G. *The art of thought.* New York: Harcourt, Brace and Company, 1926.

UDC: 378.14:377 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p66-68

APPLIED ORIENTATION OF HIGHER MATHEMATICS AS A TOOL FOR INTERDISCIPLINARY STEAM LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION

Dmytro ANPILOHOV, PhD (Engineering), Associate Professor
https://orcid.org/0000-0003-2166-3877
e-mail: d.i.anpilogov@gmail.com
National University Zaporizhzhia Polytechnic, Ukraine

Rezumat. Lucrarea analizează integrarea abordărilor aplicative și interdisciplinare în predarea matematicii superioare studenților ingineri, în contextul educației STEAM. Se evidențiază importanța corelării conceptelor matematice cu aplicațiile profesionale pentru creșterea motivației și dezvoltarea competențelor de rezolvare a problemelor. Studiul propune o clasificare a sarcinilor de învățare care stimulează gândirea analitică și creativă. Se acordă o atenție specială problemelor aplicate ca instrumente de legătură între matematică și inginerie. Rezultatele arată că predarea orientată STEAM îmbunătățește semnificativ calitatea formării matematice profesionale în universitățile tehnice.
Cuvinte cheie: educație STEAM, interdisciplinaritate, orientare aplicativă, matematică superioară, formare inginerească.

Abstract. The paper explores the integration of applied and interdisciplinary approaches in teaching higher mathematics to engineering students within the STEAM education framework. It highlights the importance of linking mathematical concepts with professional applications to enhance students' motivation and problem-solving skills. The study outlines a classification of learning tasks that foster analytical and creative thinking. Emphasis is placed on applied problems as tools for bridging mathematics and engineering disciplines. The results demonstrate that STEAM-oriented teaching significantly improves the quality of professional mathematical training in technical universities.
Keywords: STEAM education, interdisciplinarity, applied orientation, higher mathematics, engineering training.

Introduction

The modern system of higher education focuses on training specialists capable of innovative, analytical, and interdisciplinary activity. In the era of digitalization and rapid technological development, the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) concept, which integrates natural, technical, and artistic disciplines into a unified educational framework, becomes especially relevant.

One of the key issues is the search for effective ways to increase the motivation of engineering students to study higher mathematics. Traditional approaches based on rote learning of theory often fail to ensure students' practical readiness to apply mathematical knowledge in their professional activities. In this context, the applied orientation of teaching and the establishment of interdisciplinary connections with technical disciplines are crucial for modernizing the educational process.

The purpose of this research is to substantiate the pedagogical principles of applied and interdisciplinary orientation in teaching higher mathematics at a technical university according to the principles of STEAM education.

1. Theoretical foundations of mathematics integration within the STEAM context

The STEAM approach implies not only the integration of scientific and technical knowledge but also the development of systems thinking and the ability to analyze complex processes and model real-world phenomena. Mathematics, in this context, serves as a universal language of science and engineering, providing the logical and methodological foundation for research and innovation.

The applied orientation of mathematical education contributes to:

- the formation of professional competencies of engineers through modeling of production processes;
- the development of interdisciplinary links between mathematics, physics, mechanics, computer science, and engineering disciplines;
- the enhancement of analytical, synthetic, and optimization skills necessary for technical problem-solving.

2. Applied orientation as a form of interdisciplinary learning

The applied orientation of mathematics education refers to the design of content, methods, and forms of instruction that focus on the practical use of mathematical knowledge in professional engineering contexts [1]. This approach ensures not only the assimilation of theoretical concepts but also the development of the ability to apply them in solving real engineering problems.

Interdisciplinary integration creates a learning environment where mathematical knowledge is embedded in technical subjects. For instance, problems in mathematical analysis may simulate heat transfer processes, fluid motion, or electrical oscillations. This approach enhances students' cognitive interest and fosters an understanding of mathematics as a vital instrument of professional reasoning.

3. Classification of learning tasks in the STEAM context

To effectively implement an interdisciplinary approach [2], it is necessary to use diverse types of mathematical problems that perform didactic and developmental functions. According to pedagogical objectives, the following types can be identified:

- *preparatory tasks*, which activate prior knowledge;
- *reinforcement and training tasks*, which form algorithmic and procedural skills;
- *exploratory and creative tasks*, which stimulate research activity and critical thinking;
- *assessment tasks*, which evaluate the level of competence formation.

Of particular importance are applied problems that reflect real-world engineering contexts and demonstrate the application of mathematical tools in technical and natural sciences. Their systematic use is a key factor in implementing STEAM-oriented education.

Despite limitations such as the small sample size and the single-institution context, the study offers valuable insights. The results highlight the need for institutionally

supported bilingual programs, professional development for instructors, and creation of specialized teaching materials that bridge linguistic and disciplinary gaps

4. Challenges and prospects of implementing the interdisciplinary approach

Despite the potential benefits of applied and interdisciplinary teaching, several obstacles remain in pedagogical practice:

- insufficient number of applied problems in textbooks and teaching materials;
- limited instructional time for interdisciplinary tasks;
- lack of readiness among instructors to integrate mathematical and technical content;
- inadequate pre-university mathematical preparation of students.

Overcoming these barriers requires the renewal of teaching materials, the development of STEAM-oriented curricula, joint projects between mathematics and engineering departments, and the use of digital platforms for simulating real-world technical processes.

Conclusion

Integrating the principles of STEAM education into the teaching of higher mathematics fosters the development of a holistic scientific and technical worldview among students, as well as analytical and creative thinking skills necessary for innovation.

The applied and interdisciplinary orientation of mathematical education:

- increases students' motivation to study mathematics;
- connects theoretical knowledge with professional practice;
- contributes to the formation of engineering competencies required in the modern technological environment;
- aligns with global educational trends of the 21st century, where integration of sciences is a key condition for innovation.

Thus, the implementation of interdisciplinary approaches and STEAM-oriented methods in teaching real sciences represents a strategic direction for modernizing higher technical education.

Bibliography

1. ANPILOHOV, D. The applied focus of teaching higher mathematics at the technical university. In: *Modern engineering and innovative technologies*. 2024, nr. 34(3), p. 53-59. ISSN 2567-5273. https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-34-00-024 [in Ukrainian].
2. ANPILOHOV, D. Interdisciplinary links in teaching higher mathematics at a technical university. In: *CAIM-2024, September 19-22, 2024, Oradea, Romania. Book of Abstracts*. 2024. p. 62. ISSN 2537-2688. URL: https://www.caim.romai.ro/Caim24/src/e-Book-CAIM-2024.pdf

CZU: 373.5:004.4 DOI: 10.46727/c.steam-2025.69-73

DE LA ȘTIINȚE REALE LA VIITOR SUSTENABIL: PUTEREA EDUCAȚIEI STEAM CA ARHITECTURA COMPETENȚELOR DE MÂINE

Nadejda BIEZHENARU, profesoară de matematică
https://orcid.org/0009-0007-6450-467X
e-mail: biezhenaru@gmail.com
IPLT „Traian”
Mariana VRABIE, profesoară de fizică
IPLT „Traian”

Rezumat. Educația STEAM integrează știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica, formând competențe esențiale pentru societatea viitorului. Activitățile derulate în cadrul IPLT „Traian” – precum proiectele „Energia în cifre – contabilitatea curentului electric”, „Șemineurile – o alternativă eficientă și elegantă pentru încălzirea casei tale”, „De la echilibru la viteză – traseul minților creative”, „De la deșeu la mișcare – energia minților aprinse” și „STEAM în mișcare: construim și experimentăm” – demonstrează importanța aplicării cunoștințelor științifice în contexte reale. Prin experiment, analiză și creație, elevii dezvoltă gândirea critică, spiritul ecologic și responsabilitatea față de un viitor sustenabil.
Cuvinte cheie: educație STEAM, sustenabilitate, competențe, inovație, interdisciplinaritate.

Abstract. STEAM education integrates science, technology, engineering, art, and mathematics to develop essential skills for the future. Projects implemented at IPLT “Traian” — such as “Energy in Numbers: Electricity Accounting,” “Fireplaces – An Efficient and Elegant Home Heating Alternative,” “From Balance to Speed – The Track of Creative Minds,” “From Waste to Motion – The Energy of Enlightened Minds,” and “STEAM in Motion: Building and Experimenting” — emphasize the real-world application of scientific knowledge. Through experimentation, analysis, and creative design, students cultivate critical thinking, ecological awareness, and responsibility towards a sustainable future.
Keywords: STEAM education, sustainability, competencies, innovation, interdisciplinarity.

Educația modernă presupune o abordare interdisciplinară a cunoașterii, în care științele reale devin fundamentul formării competențelor pentru viață. În contextul schimbărilor tehnologice rapide și al crizei ecologice globale, integrarea domeniilor STEAM devine o necesitate strategică. Elevii trebuie să înțeleagă nu doar fenomenele științifice, ci și impactul lor asupra mediului, economiei și societății. Proiectele educaționale implementate în cadrul IPLT „Traian” contribuie la formarea unor tineri capabili să construiască soluții sustenabile prin aplicarea cunoștințelor din fizică, matematică, inginerie și artă.

În cadrul instituției, au fost implementate proiecte interdisciplinare STEAM:

- ***„Energia în cifre – contabilitatea curentului electric”***, axat pe studiul energiei electrice și consumului responsabil, unde elevii au construit o *machetă de casă inteligentă* cu circuit electric funcțional, aplicând legile lui Ohm și principiile eficienței energetice.

- **„*Semineurile – o alternativă eficientă și elegantă pentru încălzirea casei tale*”**, proiect ce a vizat analiza surselor de energie termică, alegerea tipului optim de combustibil și construirea unor prototipuri decorative ecologice.
- **„*De la echilibru la viteză – traseul minților creative. Roller Coaster*”**, activitate orientată spre dezvoltarea gândirii creative, a spiritului de echipă și aplicarea cunoștințelor din domeniile științei și tehnologiei prin proiectarea și realizarea unor modele de trasee rutiere și autostrăzi etajate.
- **„*De la deșeu la mișcare – energia minților aprinse*”**, un proiect dedicat promovării importanței mașinilor ecologice și a reciclării creative, în care elevii au confecționat vehicule funcționale din materiale reciclabile, aplicând concepte de energie mecanică și cinetică pentru a demonstra conversia energiei și sustenabilitatea prin inovație.
- **„*STEAM în mișcare: construim și experimentăm*”**, având scopul dezvoltării competențelor științifice, tehnice, inginerești, artistice și matematice ale elevilor prin activități practice de construcție în miniatură a unor mecanisme funcționale (ascensor, scări rulante, semafor, excavator, ventilator, pod hidraulic, generator manual, pompă manuală, cric hidraulic).

Proiectul **„*Semineurile – o alternativă eficientă și elegantă pentru încălzirea casei tale*”**, a avut scopul de a determina varianta optimă de încălzire a unei locuințe, luând în calcul suprafața locuinței, capacitatea termică în dependență de tipul șemineului și tipul combustibilului utilizat, amplasarea șemineului în locuință astfel încât să se respecte tehnica securității și să poluarea minimă a mediului în urma arderii combustibilului. Obiectivele proiectului au fost atinse prin parcurgerea mai multor etape, după cum urmează în figura 1:

Figura 1. Etapele parcurse în proiectul „Șemineurile – o alternativă eficientă și elegantă pentru încălzirea casei tale”

Metodele utilizate – învățarea prin proiecte, experimentul demonstrativ, studiul de caz, cercetarea aplicativă și învățarea colaborativă – s-au dovedit a fi extrem de eficiente în stimularea motivației, implicării și gândirii autonome a elevilor. Acestea favorizează învățarea activă, dezvoltarea competențelor transversale și consolidarea relațiilor de colaborare între elevi și profesori. Beneficiile sunt multiple: învățarea devine atractivă, conținuturile sunt aplicate practic, iar elevii capătă încredere în forțele proprii, observând rezultatele concrete ale muncii lor. În plus, profesorii își diversifică strategiile didactice și contribuie la formarea unor contexte educaționale relevante, conectate la realitățile socio-tehnologice actuale.

Prin activitățile STEAM, elevii au demonstrat capacitatea de a integra cunoștințele teoretice în situații concrete. Au fost realizate prezentări digitale, machete și fișe de evaluare; calculul costurilor energetice și propuneri de reducere a consumului; aplicarea normelor de securitate electrică și de protecție a mediului; dezvoltarea competențelor digitale, de colaborare și gândire critică. Activitățile *Roller Coaster*, *De la deșeu la mișcare* și *STEAM în mișcare* au stimulat inovația inginerească, gândirea ecologică și capacitatea de a transpune conceptele de energie, echilibru și mișcare în modele funcționale.

Proiectele STEAM au avut un impact semnificativ asupra procesului de învățare, contribuind la formarea unei culturi a cercetării și a gândirii analitice. Elevii au dobândit abilități de comunicare științifică, au învățat să colaboreze eficient și să gestioneze sarcini complexe, devenind mai responsabili față de mediu și față de comunitate. În plan social, activitățile au promovat valorile sustenabilității, responsabilității și progresului, contribuind la formarea unei generații orientate spre schimbare pozitivă.

Proiectele STEAM au un rol fundamental în dezvoltarea competențelor elevilor necesare pentru o societate durabilă. Ele promovează gândirea critică, colaborarea, creativitatea, spiritul antreprenorial și conștientizarea ecologică. Elevii învață să abordeze probleme reale prin metode științifice și soluții inovatoare, să aplice concepte de eficiență energetică și să gândească responsabil în raport cu resursele naturale.

Avantajele proiectelor STEAM pentru un viitor sustenabil le putem vedea în fig. 2:

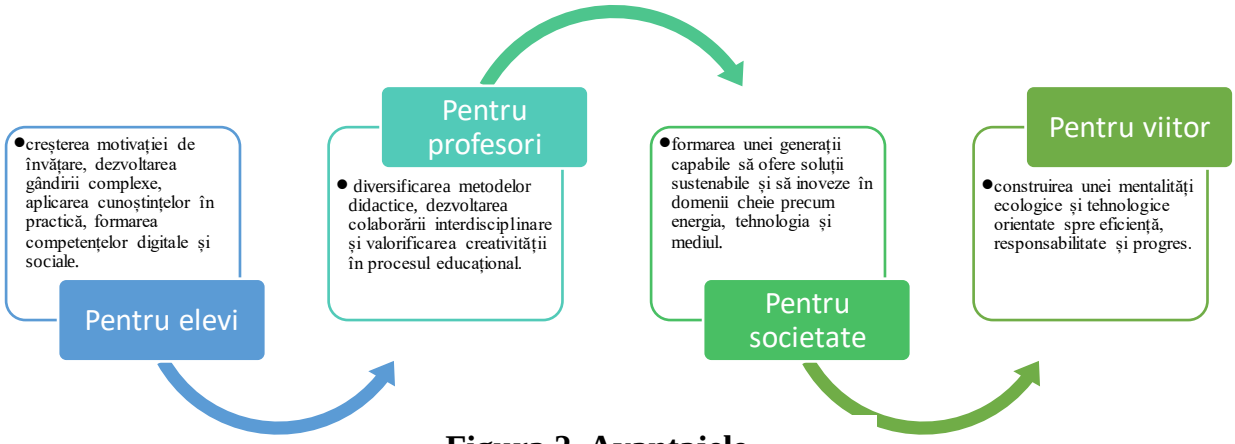


Figura 2. Avantajele

Fiecare metodă, indiferent de eficiența sa, implică nu doar avantaje ci și dezavantaje; cele mai evidente dintre acestea sunt:

- Necesitatea resurselor materiale și digitale adecvate.
- Pregătirea insuficientă a unor cadre didactice în domeniul interdisciplinar.
- Timp extins pentru planificare și implementare.

Chiar și cu aceste provocări, rezultatele calitative demonstrează valoarea adăugată a proiectelor STEAM: elevi mai implicați, profesori mai inovatori și o societate mai pregătită pentru schimbare.

Educația STEAM reprezintă un cadru inovator pentru dezvoltarea competențelor secolului XXI și pentru formarea unei gândiri sustenabile. Proiectele desfășurate la IPLT „Traian" au dovedit eficiența aplicării principiilor interdisciplinare în formarea competențelor esențiale pentru viață: gândire critică, creativitate, spirit de echipă și responsabilitate. Impactul acestor activități transcende sala de clasă, contribuind la dezvoltarea unei conștiințe ecologice și a unei culturi a inovației tehnologice.

Astfel, educația STEAM nu doar pregătește elevii pentru profesiile viitorului, ci îi formează ca cetățeni activi, responsabili și capabili să aducă soluții reale pentru un viitor mai curat, mai echitabil și mai sustenabil. Profesorii devin mentori ai schimbării, iar școala – un laborator al viitorului, în care știința și creativitatea se împletesc armonios pentru binele comun.

Bibliografie

1. PÉREZ TORRES, M., COUSO LAGARÓN, D., & MARQUEZ BARGALLÓ, C. Evaluation of STEAM Project-Based Learning (STEAM PBL) Instructional Designs from the STEM Practices Perspective. In: *Education Sciences*, 2024. Vol. 14(1), Article 53.
2. MISLAH, M., PATONAH, S., INDIATI, I., HAYAT, M. S., SISWANTO, J. Systematic literature review: The impact of the STEAM learning approach on critical thinking skills in science education. În: *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 2024. v.14, nr.2.
3. VOICU, C. D., MATEI, F. L. STEAM Approach in Primary School and Preschool Education. In: *Jurnalul „JESM"* / proiect NGSS, România.

CZU: 37.016: 510.3 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p74-79

DESPRE UNELE APLICAȚII ALE TEORIEI MULȚIMILOR

Valeriu BORDAN, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0009-0008-4415-3750
e-mail: bordan.valeriu@upsc.md
Mihaela HAJDEU, doctor, lector universitar
https://orcid.org/0000-0001-8189-7558
e-mail: hajdeu.mihaela@upsc.md
Catedra Matematică și Fizică, UPS „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. În acest articol se arată aplicabilitatea teoriei mulțimilor ca fundament matematic în domeniile STEM, oferind un limbaj riguros pentru modelarea relațiilor și structurilor complexe. Prin exemplele interdisciplinare prezentate se demonstrează aplicabilitatea practică a noțiunelor de reuniune, intersecție, diferență și produs cartezian. Metoda mulțimilor permite organizarea și interpretarea datelor complexe, contribuind la o înțelegere clară a relațiilor dintre elemente în contexte reale.
Cuvinte-cheie: teoria mulțimilor; operații cu mulțimi; produs cartezian; aplicații interdisciplinare.

Abstract. In the article is shows the applicability of set theory as a mathematical foundation in STEM fields, providing a rigorous language for modeling complex relationships and structures. Through the presented interdisciplinary examples, the practical applicability of the concepts of union, intersection, difference, and Cartesian product is demonstrated. The set-based approach enables the organization and interpretation of complex data, contributing to a clear understanding of the relationships between elements in real-world contexts.
Keywords: set theory; operations with sets; Cartesian product; interdisciplinary applications.

Teoria mulțimilor reprezintă fundamentul matematic al gândirii logice moderne și o componentă esențială în dezvoltarea domeniilor STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică). Ea oferă un limbaj riguros pentru descrierea colecțiilor de obiecte, relațiilor dintre acestea și structurilor abstracte utilizate în științele exacte [1, p. 12], [4, p. 204].

Cu ajutorul noțiunilor de mulțime, apartenență, incluziune, dar și a operațiilor cu mulțimi (reuniune, intersecție, diferență, etc.) pot fi modelate fenomene complexe din fizică, biologie, informatică, precum și structuri de date sau rețele neuronale.

Pentru o înțelegere mai profundă a exemplelor practice ce urmează a fi prezentate, oportun găsim prezentarea noțiunilor de bază ce vor sta rezolvarea lor.

Fie o mulțime $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$. Un element x ce aparține aparține mulțimii A se va nota $x \in A$.

Amintim că operațiile fundamentale asupra mulțimilor, care vor fi utilizate în probleme sunt:

- Reuniunea: $A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ sau } x \in B\}$;
- Intersecția: $A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ şi } x \in B\}$;
- Diferența: $A \setminus B = \{x \mid x \in A \text{ şi } x \notin B\}$;

- Produsul cartezian: $A \times B = \{(a, b) \mid a \in A \text{ şi } b \in B\}$.
- Prin $|\ A\ |$ va fi notat cardinalul mulțimii finite A, adică numărul de elemente.

Aceste noțiuni constituie baza logicii matematice și a reprezentării relațiilor dintre obiecte, date sau entități din diverse domenii ale științei [2], [3].

În matematică teoria mulțimilor se aplică la definirea funcțiilor, relațiilor, structurilor algebrice, iar în informatică mulțimile sunt utilizate în bazele de date, în limbajele de programare, în analiza datelor etc. În domeniile precum biologia, cu ajutorul mulțimilor pot fi descrise anumite populații, gene, ecosisteme etc. În acest context propunem analiza următoarelor probleme, unde nemijlocit este reflectată aplicabilitatea teoriei mulțimilor, în deosebi operațiile cu mulțimi.

***Problema* 1**. *Analiza cunoașterii limbajelor de programare.* Într-un grup de 80 de studenți de la programul Matematică și Informatică, s-a realizat un sondaj privind cunoștințele de programare. Rezultatele sunt următoarele:

• 45 cunosc limbajul Python (P);
• 40 cunosc limbajul Java (J);
• 30 cunosc limbajul C++ (C);
• 22 cunosc atât Python cât și Java;
• 10 cunosc atât Java cât și C++;
• 8 cunosc atât Python cât și C++;
• 5 cunosc toate cele trei limbaje.

1. Câți studenți știu *cel puțin un limbaj de programare*? 2. Câți știu *exact două limbaje*? 3. Câți *nu știu niciunul*? 4. Reprezintă situația printr-o *diagramă Venn* și identifică mulțimea celor care pot lucra în proiecte full-stack (cei care știu cel puțin două limbaje).

Soluție:

1. Determinăm numărul studenților care cunosc cel puțin un limbaj:

$$|P \cup J \cup C| = |P| + |J| + |C| - (|P \cap J| + |J \cap C| + |P \cap C|) + |P \cap J \cap C|$$
$$= 45 + 40 + 30 - (22 + 10 + 8) + 5 = 115 - 40 + 5 = 80.$$

Astfel, toți cei 80 de studenți chestionați cunosc cel puțin un limbaj de programare.

2. Calculăm câți studenți cunosc doar un limbaj:
   - Doar limbajul Python: $45 - \ 22 - 8 + 5 = 20$;
   - Doar limbajul Java: $40 - 22 - 10 + 5 = 13$;
   - Doar limbajul C++: $30 - 8 - 10 + 5 = 17$.
3. Calculăm câți studenți cunosc două limbaje de programare (dar nu toate trei):

$$|P \cap J| = 22 - 5 \ = 17;$$
$$|J \cap C| = 10 - 5 = 5;$$
$$|P \cap C| = 8 - 5 = 3;$$

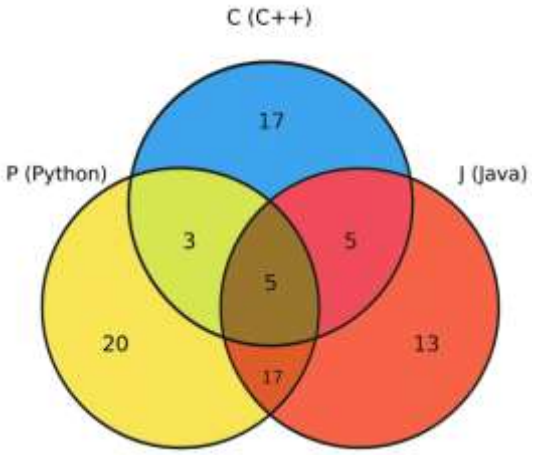
În total două limbaje de programare cunosc: $17 + 5 + 3 = 25$.

4. Câți studenți cunosc toate trei limbaje de programare: $|P \cap J \cap C| = 5$.
5. Câți studenți nu cunosc niciun limbaj: $80 - 80 = 0$.
6. Câți studenți pot lucra full-stack (cunosc cel puțin două limbaje): $25 + 5 = 30$.

Rezumatul răspunsurilor:

Categorie limbaj de programare	Număr de studenți
Doar Python	20
Doar Java	13
Doar C++	17
Exact două limbaje	25
Toate trei limbajele	5
Cel puțin două limbaje (full-stack)	30

Diagrama Venn:



***Problema* 2.** *Analiza datelor genetice.* Se consideră universul U al genelor umane studiate într-un experiment de secvențiere a ARN-ului, cu 20000 gene posibile.

S-au măsurat genele exprimate în trei țesuturi:

A- gene exprimate în ficat: $|A| = 4800$;

B- gene exprimate în inimă: $|B| = 4200$;

C- gene exprimate în creier: $|C| = 5300$.

Se mai cunosc următoarele date:

$|A \cap B| = 1200$, $|B \cap C| = 1500$, $|A \cap C| = 1000$, $|A \cap B \cap C| = 400$.

a) Determinați numărul de gene exprimate în cel puțin unul dintre cele trei țesuturi.
b) Determinați câte gene sunt exprimate în fiecare ţesut.
c) Câte gene apar în exact două dintre țesuturi? Câte apar în cel puțin două țesuturi?
d) Care este probabilitatea ca o genă aleasă aleator să fie exprimată doar în creier?
e) Câte gene nu sunt exprimate în niciunul dintre țesuturi?
f) Determinați produsul cartezian $E = \{(g, T) \mid g$ exprimată în țesutul $T\}$ și valoarea medie $|E| \,/\, |A \cup B \cup C|$.

Soluție:

a) Folosind formula incluziune-excluziune vom determina numărul de gene exprimate în cel puțin unul dintre țesuturi. Asta înseamnă să calculăm $|A \cup B \cup C|$, adică reuniunea mulțimilor A, B și C, astfel vom obține:

$$|A \cup B \cup C| = |A| + |B| + |C| - (|A \cap B| + |B \cap C| + |A \cap C|) +$$

$$+|A \cap B \cap C| = 4800 + 4200 + 5300 -$$
$$-(1200 + 1500 + 1000) + 400 = 11000$$

gene exprimate în cel puțin unul dintre cele trei țesuturi.

b) Numărul genelor exprimate în fiecare țesut:

Conform condiției avem de determinat numărul de gene exprimate ***exclusiv*** în fiecare țesut (adică gene care apar doar în A, doar în B, respectiv doar în C) sau, alternativ, câte gene sunt exprimate în total în fiecare țesut (ceea ce este deja dat: $|A| = 4800, |B| = 4200, |C| = 5300$).

Gene doar în țesutul $\boldsymbol{A}$:

$|A \setminus (B \cup C)| = |A| - |A \cap B| - |A \cap C| + |A \cap B \cap C| = 4800 - 200 - 1000 + 400 = 3000$;

Gene doar în țesutul $\boldsymbol{B}$:

$|B \setminus (A \cup C)| = |B| - |A \cap B| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C| = 4200 - 1200 - 1500 + 400 = 1900$;

Gene doar în țesutul $\boldsymbol{C}$.

$|C \setminus (A \cup B)| = |C| - |A \cap C| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C| = 5300 - 1500 - 1000 + 400 = 3200.$

c) *Gene exprimate în exact două țesuturi*:

Acestea sunt genele care apar în exact două mulțimi, adică în mulțimile $(A \cap B) \setminus C$, $(A \cap C) \setminus B$, $(B \cap C) \setminus A$). Calculăm fiecare componentă:

$|(A \cap B) \setminus C| = 1200 - 400 = 800$;

$|(B \cap C) \setminus A| = 1500 - 400 = 1100$;

$|(A \cap C) \setminus C| = 1000 - 400 = 600$;

Total gene exprimate în exact două țesuturi: $800 + 1100 + 600 = 2500$;

Gene exprimate în cel puțin două țesuturi:

Acestea includ genele din exact două țesuturi plus genele din toate cele trei țesuturi:

$|A \cap B| + |A \cap C| + |B \cap C| - 2 \cdot |A \cap B \cap C| = 1200 + 1000 + 1500 - 2 \cdot 400 = 3700 - 800 = 2900$;

Alternativ, putem verifica folosind rezultatele anterioare:

$$2500 + |A \cap B \cap C| = 2500 + 400 = 2900$$

d) Probabilitatea ca o genă exprimată să fie doar în creier:

Genele exprimate doar în creier sunt $|C \setminus (A \cup B)|$, calculate anterior ca 3200.

Probabilitatea este:

$$P = \frac{|C \setminus (A \cup B)|}{|U|} = \frac{3200}{11000} = \frac{16}{55} \approx 0{,}2909 \approx 29{,}09\%$$

e) Câte gene nu sunt exprimate în niciunul dintre țesuturi?

Acestea sunt genele din complementara reuniunii $A \cup B \cup C$ până la U:

$|U \setminus (A \cup B \cup C)| = |U| - |A \cup B \cup C| = 20000 - 11000 = 9000$;

f) Determinăm produsul cartezian $E = \{(g,T) \mid g$ exprimată în țesutul $T\}$ și valoarea medie $|E| \,/\, |A \cup B \cup C|$.

Produsul cartezian E: Mulțimea E reprezintă toate perechile (g,T), unde g este o genă exprimată în țesutul T, iar T∈{A,B,C}. Adică, pentru fiecare genă g∈A∪B∪C, asociem țesutul în care este exprimată.

Numărul total de perechi (g,T) este suma cardinalelor mulțimilor A, B, C, deoarece fiecare genă generează câte o pereche pentru fiecare țesut în care este exprimată:

$|E| = |A| + |B| + |C| = 4800 + 4200 + 5300 = 14300;$

Valoarea medie $|\,E\,|/|\,A \cup B \cup C\,|$: $\frac{|E|}{|A \cup B \cup C|} = \frac{14300}{11000} = 1{,}3$ apariții genă-țesut → fiecare genă exprimată apare în medie în 1,3 țesuturi.

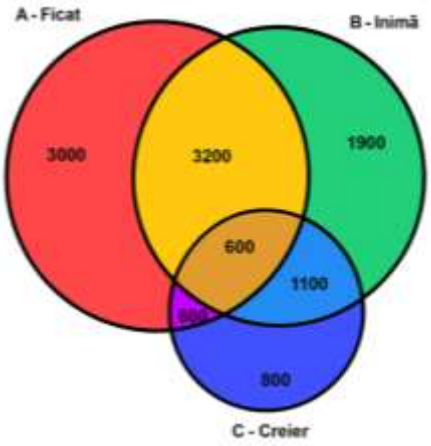


Figura 1. Ilustrarea suprapunerilor genelor exprimate în cele trei țesuturi după diagrama Venn

Reieșind din sarcinile propuse menționăm că teoria mulțimilor este nu doar un capitol abstract al matematicii, ci și un instrument esențial pentru cercetare și inovare în domeniile științei moderne. Aplicarea sa în domenii precum informatica, fizica, biologia, chimia demonstrează capacitatea conceptelor matematice de a descrie, analiza și interpreta fenomene complexe ale realității. Înțelegerea profundă a operațiilor cu mulțimi dezvoltă gândirea logică și analitică, indispensabilă pentru formarea specialiștilor din domeniile STEM.

În acest context literatura de specialitate subliniază importanța abordărilor interdisciplinare, care îmbină rigorile matematice cu aplicațiile din informatică, fizică, logică, criptografie, științele vieții etc [5, p.168]. Integrarea teoriei mulțimilor în analiza datelor experimentale, cum ar fi secvențierea ARN-ului, ilustrează trecerea de la modele teoretice la instrumente reale de cercetare. Astfel, matematica ca știință demonstrează că a fost și rămâne în continuare nu doar limbajul științei, ci și un mijloc activ de investigare, optimizare, inovare în cunoașterea și cercetarea științifică contemporană.

Bibliografie

1. ROSEN, K. H. *Discrete Mathematics and Its Applications.* 8th edition. New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 1234. ISBN 978-1-259-67651-2.
2. ALBERTS, B., JOHNSON, A., LEWIS, J., MORGAN, D., RAFF, M., ROBERTS, K., WALTER, P. *Molecular Biology of the Cell.* 6th edition. New York: Garland Science, 2014. p. 1464. ISBN 978-0-8153-4432-2.
3. HARITON, A. Elemente de logică matematică și teoria mulțimilor în cursul preuniversitar de matematică. În: *Probleme actuale ale didacticii științelor reale*, Vol. III. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2016. pp. 82-85.
4. CHIRIAC, L. Interconexiunea dintre informatică și matematică în formarea competențelor STEM. În: *Didactica Științelor Exacte,* Vol. I. 2019. Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă", 2019. pp. 203-208.
5. HAJDEU, M., BORDAN, V. Despre standardele internaționale în educația matematică: provocări și soluții în adaptarea lor la specificul local. În: *Materialele Conferinței Internaționale de Matematică Aplicată și Industrială*, CAIM, 2025. București: POLITEHNICA Bucharest, 2025, pp.166-172.

CZU: 37.091:355.7 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p80-91

STEAM EDUCATION IN THE MILITARY COLLEGE

Arina BRIGALDA, master student
https://orcid.org/0009-0000-2600-2360
e-mail: arinabrigalda@gmail.com
Irina BABARĂ, director of the Military College
e-mail: irina.babara@academy.army.md
Military College of the Armed Forces "Alexandru cel Bun", Republic of Moldova

Abstract. STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education implemented in a military college represents an integrated educational and strategic strategy, aimed at responding to the complex challenges of the 21st century, characterized by hybrid warfare, disruptive technologies and VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) environments. It is not limited to the transmission of technical knowledge, but aims to train multidimensional military cadres, capable of combining scientific, technological and engineering competencies with critical thinking, creativity, communication skills and professional ethics. The "Arts" component contributes to the humanization of technology, user-centered interface design, visual communication and operational storytelling, thus integrating the creative dimension into tactical and strategic training. This article highlights: the educational objectives of the STEAM program, the methodological foundations of STEAM implementation, application examples, discussions and implications.

Keywords: STEAM, military college, objective, methodology, application.

Rezumat. Educația STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) implementată într-un colegiu militar reprezintă o strategie educațională și strategică integrată, menită să răspundă provocărilor complexe ale secolului XXI, caracterizate de război hibrid, tehnologii disruptive și mediile VUCA (volatilitate, incertitudine, complexitate, ambiguitate). Aceasta nu se limitează la transmiterea cunoștințelor tehnice, ci urmărește formarea unor cadre militare multidimensionale, capabile să combine competențele științifice, tehnologice și inginerești cu gândirea critică, creativitatea, abilitățile de comunicare și etica profesională. Componenta „Arts" contribuie la umanizarea tehnologiei, designul interfețelor centrate pe utilizator, comunicarea vizuală și storytelling-ul operațional, integrând astfel dimensiunea creativă în pregătirea tactică și strategică. În prezentul articol sunt scoase în evidență: obiectivele educaționale ale programului STEAM, bazele metodologice ale implementării STEAM, exemplele de aplicare, discuții și implicații.

Cuvinte chee: STEAM, colegiu militar, obiectiv, metodologie, aplicare.

1. Introduction and strategic justification

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education in a military college is not only a transposition of the principles of modern civic education into the military environment, but also constitutes a strategy for security and modernization of defense institutions. In an era marked by hybrid warfare, disruptive technologies and the intensification of the role of artificial intelligence, the armed forces need well-trained personnel, with a broad spectrum of skills that go beyond strictly technical training. The non-commissioned officers of the future must be able to understand both mathematical

models and applied engineering, as well as develop creative, communicative and ethical skills indispensable for leading complex missions.

From a strategic perspective, the integration of STEAM education in the military college responds to several imperatives:

- Modernization of the armed forces through personnel trained in robotics, autonomous drones, augmented reality simulators and cyber systems.
- Critical analysis and decision-making capacity based on data, algorithms and predictive models.
- Operational flexibility and resilience in the face of VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) environments, which define contemporary conflicts.
- Technological leadership, where NCOs do not just operate equipment, but become active actors in its innovation, adaptation and improvement.

The role of the "A" component (Arts) should not be underestimated. In the military context, "Arts" does not only mean artistic creativity, but also integrative thinking and humanization of technology.

Cadres trained through STEAM education in the military college acquire skills in:

- human-centric systems design, essential for the ergonomics of critical equipment and interfaces;
- visual and conceptual communication of information, necessary for the rapid and clear presentation of operational data;
- critical and creative thinking, indispensable in identifying unconventional solutions in crisis situations [2];
- interdisciplinary collaboration, by bridging mathematics, technology, engineering and the social dimension of military actions.

Furthermore, integrating STEAM education into a military college is not just for internal purposes. It supports civil-military interoperability, i.e. the ability of military personnel to work alongside civilian experts in areas such as critical infrastructure, cyber protection or humanitarian operations.

At the same time, such an educational approach contributes to local technological development (through applied projects, partnerships with industry and research centers) and societal resilience (by training military leaders capable of integrating multiple perspectives into the decision-making process).

Thus, the strategic justification for STEAM education in the military college derives from the need to train a new generation of military leaders who not only master mathematics, science and engineering, but are also creative, innovative, empathetic and ethical. This holistic vision transforms military education into a catalyst for national security, technological progress and institutional adaptability.

2. Educational objectives of the STEAM program in the military college

Implementing STEAM education in a military college is a complex process that goes beyond the classical sphere of scientific and technical training. In a context characterized by rapid transformations, the integration of scientific, technological, engineering, artistic and mathematical dimensions in the training of military personnel constitutes a strategic investment in national security and in the preparation of leaders capable of managing complex operational environments.

The implementation of STEAM education in a military college aims to achieve the following main objectives [8, 9 – 11]:

2.1. Development of applied scientific and mathematical skills. A central objective of the program is the development of analytical thinking and mathematical modeling skills. Mathematics is no longer taught as an end in itself, but as a supporting tool for:

- military logistics (optimization of resources, routes and equipment distribution);
- ballistics (calculation of trajectories and simulation of firing conditions);
- cryptography (securing communications through algebraic and probabilistic models);
- operational simulations (modeling of combat scenarios, probabilities of success and risks).

Thus, mathematics and exact sciences become an integral part of tactical and strategic training, replacing the classical paradigm of theoretical learning with an applicative one, directly relevant to military activity.

2.2. Training of technological and engineering skills. STEAM education involves advanced technological literacy. In a military college, this translates into:

- using aerial drones for reconnaissance, mapping or coordination training;
- manipulating mobile robots for demining or autonomous logistics missions;
- operating sensors and IoT platforms for perimeter monitoring and security;
- training in cybersecurity and critical network management.

These skills prepare future NCOs to collaborate in multidisciplinary teams and manage modern technologies that define the modern battlefield.

2.3. Promoting creativity and critical thinking. The contemporary military must be a problem solver and an innovator. The STEAM program aims to cultivate critical thinking through:

- crisis simulation exercises and their resolution through unconventional solutions;
- technological innovation competitions and military hackathons;
- interdisciplinary projects in which teams combine physics, mathematics and design to create functional prototypes.

Thus, education overcomes the rigidity of traditional instruction, stimulating cognitive flexibility and tactical innovation.

2.4. Integrating art and design into military education. The artistic dimension in STEAM is not just an aesthetic expression, but a strategic resource. In the military college, it aims at:

- interface design for complex systems (control panels, monitoring software);
- visual communication through infographics, dynamic maps and augmented reality;
- creation of interactive scenarios and simulations, which support tactical training and leadership development.

By integrating art, military training becomes more human-centric, oriented towards usability, clarity and adaptability.

2.5. Strengthening technological and ethical leadership. STEAM education also has a dimension of training military leaders capable of leading interdisciplinary teams. The aim is to:

- develop technological leadership, by assuming responsibility in the use of drones, robots or analysis algorithms;
- form a professional ethic, which ensures compliance with legal and moral norms in the application of emerging technologies.

Thus, military personnel are prepared not only to use technology, but also to manage the social and ethical consequences of its implementation.

2.6. Ensuring civil-military interoperability. STEAM is also a common language between the military and civil society. The educational objectives aim to:

- collaboration with civilian specialists in fields such as IT, engineering, cybersecurity;
- educational and technological partnerships with universities and research centers;
- training military personnel for support missions in civil crisis situations (natural disasters, cyber-attacks).

This interoperability contributes to strengthening national security and integrating the military into the dynamics of modern society.

2.7. Increasing operational and societal resilience. Another major objective is resilience. In a world characterized by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA), STEAM education prepares military personnel to:

- adapt quickly to unpredictable conditions;
- integrate interdisciplinary solutions to manage risks;
- contribute to the stability and security of society as a whole.

Thus, STEAM education is not only a learning process, but also a strategy for survival and adaptability in the modern context.

3. Methodology of implementing STEAM education in the military college

The integration of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education within the military college requires a methodology adapted to the specifics of

the military environment, which combines scientific and technical rigor with creative flexibility and the strategic dimension of personnel training. Unlike the civilian environment, where the emphasis is more on the development of innovation and entrepreneurial spirit, in the military context the STEAM methodology is oriented towards the preparation of technical-strategic leaders, capable of managing emerging technologies, making critical decisions under pressure and capitalizing on interdisciplinarity in conditions of uncertainty and volatility.

The STEAM integration methodology involves an interdisciplinary and applicative approach, structured around the following directions [1, 4]:

3.1. Project-Based Learning. The central pillar of the methodology is project-based learning, which allows the integration of theoretical knowledge into concrete military applications. Each STEAM educational module is built around an applied project, which responds to a challenge in the military field:

- projects for modeling encrypted communication networks between field units;
- development of a prototype of an autonomous drone for reconnaissance;
- design of mathematical algorithms for ballistic simulation and firing optimization [1, 5, 12].

The project method ensures the transversality of skills and stimulates the responsibility of the cadet, who moves from the role of passive receiver of knowledge to that of creator and innovator of solutions.

3.2. Simulations and role-playing games. In a military college, simulations are a strategic pedagogical tool. Through virtual scenarios and role-playing games, cadets are put in a position to make critical decisions based on mathematically and technologically analyzed data. Examples:

- operational strategy exercises by simulating a cyber conflict;
- role-playing games for tactical decision-making in simulated missions;
- simulations of logistics flows in crisis conditions.

The simulation-based methodology develops the ability to react quickly, critical thinking and the ability to collaborate under pressure, essential qualities for a military trained in the STEAM paradigm.

3.3. Practical laboratories. An essential dimension of the methodology is the practical work, carried out in specialized laboratories. These provide a framework for experimentation and prototyping:

- drone laboratories, where cadets learn both the principles of aerodynamics and tactical applications;
- robotics and mechatronics laboratories, for training in the construction and programming of mobile robots [12];
- ballistic simulators for experimenting with firing parameters;

- cryptography and cybersecurity software for practicing communications protection.

Through these laboratories, cadets acquire concrete technical skills, learning to correlate theory with practice and approach technology as a strategic tool.

3.4. Integration of the artistic dimension. An original element of the STEAM methodology is the integration of the artistic dimension. In a military college, this does not have a decorative function, but a functional and strategic one:

- graphic design and ergonomic interfaces for complex military equipment;
- visual storytelling for the representation of operational scenarios and interactive maps;
- ergonomic-functional prototyping of wearable equipment (military wearables).

This approach develops technological empathy (user orientation), but also creative thinking, complementing the strictly technical dimension with a human-centric perspective.

3.5. Interdisciplinary collaboration. The STEAM methodology favors the formation of interdisciplinary teams of cadets, in which diverse specializations converge to solve a common problem. The teams include skills from:

- mathematics and physics (modeling, applied computing);
- computer science and cybernetics (algorithms, security, artificial intelligence);
- engineering (mechanical and electronic prototypes);
- design and visual arts (ergonomics, visual communication).

This collaboration reflects the operational reality of the modern military environment, where mixed, multidisciplinary teams must function quickly and coherently.

3.6. Continuous and formative assessment. In contrast to traditional assessments, the STEAM methodology proposes a competency-based assessment model, carried out throughout the learning process:

- educational portfolios that reflect the cadet's progress;
- assessments through projects and functional prototypes;
- simulations and technical-scientific reports;
- self-assessments and collaborative feedback.

This type of assessment not only measures the knowledge acquired, but also develops the capacity for critical reflection and self-regulation.

3.7. Transforming military education into an innovation platform. The proposed methodology does not only aim at transmitting knowledge, but transforms military education into a platform for innovation, technological leadership and resilience. Cadets are not only prepared to execute orders, but also to generate innovative solutions, lead interdisciplinary teams and integrate technology into critical decision-making.

4. Examples of STEAM application in the military college

Implementing STEAM education in the military college requires an integrative and practical approach, which transforms theoretical knowledge into concrete skills, relevant to the operational environment. The application examples presented below illustrate how the different STEAM components (science, technology, engineering, arts, mathematics) can be used in the training of military personnel [3].

4.1. Applied mathematics in military logistics. Applied mathematics becomes an essential strategic tool in optimizing military resources. Cadets learn to solve complex problems such as:

- transportation and distribution of resources (ammunition, food, equipment) between multiple units (fig. 1);
- network and maximum flow problems, which determine the optimal allocation of resources under tactical constraints;
- simulation of logistics scenarios in real time, to assess the impact of decisions.

Figure 1. Transportation and distribution of resources

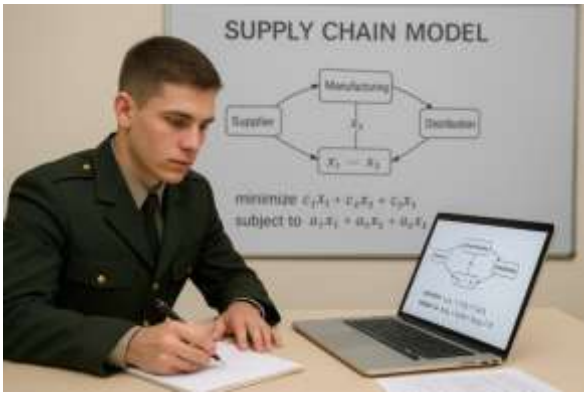


Figure 2. Supply chain model

For example, a project may consist of building a mathematical model of the supply chain in a simulated mission (fig. 2), applying linear optimization algorithms or flow networks to minimize costs and delivery time. Through this type of activity, cadets develop both analytical thinking and decision-making skills under pressure.

Figure 3. Drone and autonomous robot technology

Figure 4. Creating planning and collision avoidance algorithm

4.2. Robotics and drones. Drone and autonomous robot technology is a central component of military STEAM training (fig. 3).

Cadets participate in autonomous patrol projects, where drones are programmed to follow mathematically optimized routes, such as the Traveling Salesman Problem (TSP).

- Sensor integration allows for real-time data collection about terrain, obstacles, or strategic objectives.
- Planning and collision avoidance algorithms develop programming and algorithmic thinking skills (fig. 4).
- Analysis of collected data provides support for tactical decisions and operational planning.

Thus, cadets learn to combine mathematics, computer science, and robotics engineering to solve real-world patrol and surveillance problems.

4.3. Cyber simulations. In the digital age, cybersecurity is an essential component of military training. Cadets work with Markov chain models to simulate attacks and defenses of military networks:

- analyze the probabilities of compromising a node or system;
- practice defensive and offensive strategies, including testing firewalls and cryptographic algorithms;
- develop rapid response capabilities by simulating incidents and handling them in real time.

This application combines mathematics, computer science, and technology, providing a secure framework for developing critical cyber skills.

4.4. Design of critical interfaces. The artistic and design dimension of STEAM allows for the creation of intuitive interfaces for command and control systems [6]. Cadets (students):

- create graphic prototypes based on ergonomic principles;
- use data visualization to represent complex information;
- develop user-centered interfaces that are easy to use under stressful conditions and fast-paced operation.

This type of project combines engineering, computer science, and visual art, forming communication skills and technological adaptability.

4.5. Visual Arts and Strategic Communication [7]. The visual components of STEAM education are also applied in strategic communication:

- visual storytelling techniques for presenting operations plans;
- infographics and interactive maps that synthesize tactical data;
- creation of scenarios and visual simulations for cadet training and mission planning.

This contributes to the development of critical thinking and presentation skills, allowing for the effective transmission of complex information.

4.6. Physical Education and Mathematical Models of Performance. Even in the field of physical education, STEAM provides tools for monitoring and optimizing cadet performance:

- application of logistic curves and statistics to analyze physical progress;
- integration of biometric and effort data into personalized training plans;
- simulations of the impact of different exercise programs on resilience and operational performance.

By combining mathematics, applied sciences, and technology, cadets gain a holistic view of physical performance, integrated with tactical and strategic objectives.

5. Discussions and implications

Integrating STEAM education into the military college represents a complex process, with multiple strategic and operational benefits, but also with significant challenges, which must be managed through well-planned educational and infrastructural policies.

5.1. Benefits of implementing STEAM. One of the most important advantages is the growth of cadets' interdisciplinary skills. By combining applied mathematics, technology, engineering, arts, and exact sciences, cadets develop the ability to analyze complex problems from multiple perspectives simultaneously. This approach allows them to identify innovative solutions in crisis situations and effectively integrate available resources into operational missions.

Developing innovative military leaders is another major benefit. Through STEAM, cadets not only gain technical knowledge, but also learn to lead interdisciplinary teams, coordinate complex projects, and manage emerging technologies. These leaders are able to integrate analytical thinking with creativity and make quick and effective decisions under conditions of uncertainty.

STEAM education also contributes to increasing the resilience and adaptability of cadets. In a VUCA (volatile, uncertain, complex, ambiguous) environment, soldiers trained in the STEAM paradigm can anticipate changes, adjust operational strategies in real time, and respond effectively to unforeseen challenges. This resilience is not limited to the strictly military domain, but also has an impact on their ability to adapt socially and professionally in civilian and international contexts.

5.2. Challenges of STEAM implementation. Implementing a STEAM program in a military college is not without its challenges. One of them is the educational infrastructure: equipping laboratories with drones, robots, cyber simulators, and prototyping equipment requires significant investment and ongoing maintenance. Without these resources, the applied and practical approach, which is the essence of the STEAM methodology, cannot be effective.

Another major challenge is the training of teachers and instructors. Modern STEAM methodologies require not only solid technical knowledge, but also pedagogical skills for interdisciplinary instruction, coordination of complex projects and formative assessment. Traditional teachers must adapt to an educational model centered on projects, simulations and interactive laboratories, which implies continuous training programs and exchange of best practices.

Maintaining the balance between the technical and artistic dimensions is an additional challenge. While technology and mathematics often dominate military curricula, the integration of artistic and design components is essential for developing critical thinking, creativity, and visual communication, skills vital for coordinating teams and presenting complex information in operational contexts.

5.3. Strategic implications. At a strategic level, STEAM education in the military college directly contributes to the modernization of the army and the strengthening of the national defense capacity. Soldiers trained in the STEAM paradigm are able to integrate modern technologies into operations, manage complex command and control systems, and optimize resources effectively.

STEAM also facilitates civil-military and international cooperation. Cadets who master analysis, programming, design and communication methods can more easily collaborate with civilian experts, research centers and military partners in international structures such as NATO. This increases interoperability, allows the exchange of best practices and accelerates technology transfer between civilian and military environments.

In addition, STEAM education has significant implications for local innovation and technological development, as trained cadets can contribute to applied research projects, the development of prototypes and technological solutions adapted to the national context.

Conclusions

The implementation of STEAM education in the military college constitutes an integrated educational and strategic vision, aimed at training military personnel with multidimensional skills, capable of responding to the complex challenges of the 21st century. The program objectives reflect the convergence of science, technology, engineering, arts, mathematics and ethics, so that the training of cadets is not limited to immediate operational efficiency, but aims to develop an innovative, creative and responsible military leader profile, capable of managing volatile, complex and ambiguous operational environments.

The applied methodology, based on learning through projects, simulations, practical laboratories and the integration of the artistic dimension, favors interdisciplinarity, applicability and innovation orientation. This transforms the educational process from a traditional transfer of knowledge into a dynamic educational ecosystem, in which cadets

acquire practical skills, analytical skills, the ability to make informed technological decisions and strategic communication skills. Through these mechanisms, the military college becomes a laboratory of technological and societal leadership, preparing soldiers capable of implementing innovative solutions and contributing to the modernization of the armed forces.

Concrete examples of application, from applied mathematics in logistics and cyber simulations, to robotics, drones, critical interface design and visual communication, demonstrate that STEAM is not a set of separate disciplines, but an integrated ecosystem, stimulating critical thinking, creative problem solving and interdisciplinary collaboration. In parallel, the STEAM approach generates multiple strategic benefits, including increasing cadet resilience, developing civil-military interoperability and strengthening the capacity for innovation and national defense, while challenges related to infrastructure, instructor training and the balance between the technical and artistic dimensions can be managed through educational policies and planned investments.

In conclusion, STEAM education represents a transformative military and national security training strategy that prepares the next generation of non-commissioned officers for a world where operational success depends on the integration of technology, mathematical analysis, creativity, ethics, and emotional intelligence. Through this approach, the military college does not only transmit knowledge, but also builds adaptable, innovative, and responsible leaders capable of responding to the complexity and uncertainty of modern operational environments, thus ensuring security, efficiency, and innovation in the armed forces of the 21st century.

Bibliography

1. BECKER, K., & PARK, K. Effects of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis. In: *Journal of STEM Education*, 2011. 12(5/6), pp. 23–37.
2. BEERS, S. Z. *21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future*. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.
3. BYBEE, R. W. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press, 2013.
4. CAPRARO, R. M., CAPRARO, M. M. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Approach for 21st Century Skills Development*. Rotterdam: Sense Publishers, 2013.
5. DEDE, C. *Immersive Interfaces for Engagement and Learning*. *Science*, 2009. 323(5910), pp. 66–69. https://doi.org/10.1126/science.1167311
6. HONEY, M., PEARSON, G. *STEM Integration in K-12 Education: Status and Prospects*. Washington, DC: National Academies Press, 2014.

7. LAND, M. H. Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts into STEM. In: *Procedia Computer Science*, 2013. Vol. 20, pp. 547–552. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.109
8. National Research Council. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press, 2011.
9. National Science Foundation. *Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing STEM Talent*. Arlington, VA: NSF., 2010.
10. PURZER, Ş., STROBEL, J., ADAMS, R. S. Exploring the Role of Engineering Design in STEM Education. În: *International Journal of Engineering Education*, 2014. 30(3), pp. 673–680.
11. SANDERS, M. *STEM, STEM Education, STEMmania*. *The Technology Teacher*, 2009. 68(4), pp. 20–26.
12. VYGOTSKY, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

CZU: 378(478):[53+51+004] DOI: 10.46727/c.steam-2025.p92-108

95 ANI DE EXCELENȚĂ: FACULTATEA FIZICĂ, MATEMATICĂ ȘI TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE - PILON AL ȘTIINȚEI ÎN MOLDOVA

Laurențiu CALMUȚCHI, doctor habilitat, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0001-6665-7927
e-mail: calmutchi.laurentiu@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, Republica Moldova

Matematica este alfabetul cu care Dumnezeu a scris lumea
(Galileo Galilei)

Rezumat. Articolul celebrează 95 ani de activitate a Facultății Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale (FMTI), o instituție cheie în peisajul științific al Moldovei. De-a lungul acestui parcurs, facultatea a contribuit semnificativ la formarea specialiștilor de înaltă calificare în domenii fundamentale, promovând cercetarea științifică și inovarea tehnologică. Articolul evidențiază realizările remarcabile ale FMTI, impactul său asupra dezvoltării economice și sociale a țării și rolul său de pilon al științei în Moldova. Se pune accent pe tradiția de excelență academică și pe angajamentul facultății de a continua să contribuie la progresul științific și tehnologic în viitor.
Cuvinte-cheie: Matematică, fizică, tehnologii informaționale, cercetare, educație.

Abstract. The article celebrates 95 years of activity of the Faculty of Physics, Mathematics and information technologies (FMTI) a key institution in the scientific landscape of Moldova. Along this path, the faculty has contributed significantly to the training of highly qualified specialists in fundamental fields, promoting scientific research and technological innovation. The article highlights the remarkable achievements FMTI, its impact on the economic and social development of the country and its role as a pillar of Science in Moldova. Emphasis is placed on the tradition of academic excellence and the commitment of the faculty to continue to contribute to scientific and technological progress in the future.
Keywords: Mathematics, physics, information technologies, research, education.

În acest an, Facultatea de fizică, matematică și tehnologii informaționale sărbătorește o realizare remarcabilă: 95 ani de la înființare. De-a lungul decadelor, această instituție a devenit un pilon al educației și cercetării în domeniul matematicii, fizici și informaticii, formând generații întregi de matematicieni, fizicieni, informaticieni, profesori și cercetători. Facultatea Fizică și Matematică a început ca un mic departament în cadrul unei universități locale. De-a lungul timpului, a evoluat într-o facultate de prestigiu, recunoscută atât la nivel național, cât și internațional. Contribuțiile sale în domeniul matematicii aplicate și teoretice au avut un impact semnificativ asupra dezvoltării științelor exacte și asupra altor domenii, precum fizica, informatica și economia.

La 1 octombrie 2025 s-au împlinit 95 ani de la înființarea învățământului superior din Republica Moldova. În prima zi a lunii brumar, în 1930, prin Hotărârea Administrației Publice Centrale a fostei Republici Autonome Moldovenești, a fost creată prima instituție de învățământ superior din republică – Universitatea de Stat din Tiraspol.

Pe parcursul existenței sale, Universitatea de Stat din Tiraspol și-a schimbat

denumirea de câteva ori: în 1931 Institutul Moldovenesc de Educație Publică este reorganizat în Institutul Moldovenesc de Educație Socială, în 1933 este denumit Institut Pedagogic Moldovenesc. În 1939, Instituției respective i se conferă numele lui Taras Șevcenko, cu ocazia aniversării 125 de ani de la nașterea poetului.

Pe parcursul anilor, Universitatea a format zeci de mii de specialiști de calificare înaltă, contribuind substanțial la dezvoltarea tezaurului cultural, social-politic și economic al țării.

Astăzi, aproape în toate localitățile urbane și rurale, în instituțiile administrației publice centrale și locale, în centrele universitare și de cercetare activează absolvenții universității noastre.

Concomitent, din nefericire, calea parcursă de Universitate este destul de dramatică și reflectă veridic fenomenele sociale, prin care a trecut și trece Republica Moldova.

În legătură cu deschiderea în republică a unor noi instituții de învățământ superior și de cercetare, multe cadre profesoral-didactice ale universității, și ale facultății au devenit fondatori și cofondatori ai Institutului Pedagogic de Stat și ai Universității de Stat din Chișinău, ai Bazei Moldovenești de cercetări științifice a Academiei de Științe, o parte dintre aceștia devin manageri în diverse instituții de învățământ și de cercetare din republică. Zeci de universități și facultăți activează astăzi în țară formând un sistem de învățământ superior valoros, un sistem care-și începuse istoria circa 95 ani în urmă cu prima facultate din țară – facultatea Fizică și Matematică a Institutului Pedagogic din Tiraspol.

Cu o singură catedră, doi lectori și 25 de studenți la 1 octombrie 1930, concomitent cu crearea Institutului Pedagogic din Tiraspol – prima instituție de învățământ superior din Moldova, a fost fondată facultatea Fizică și Matematică (astăzi facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale). În câțiva ani numărul studenților s-a majorat esențial, dar în perioada celui de-al II-lea Război Mondial (1941–1945) facultatea și-a continuat activitatea formal, renăscând către anul 1947, când a avut 11 absolvenți.

În perioada anilor 1950–1960 prima facultate din țară se dezvoltă vertiginos: numărul studenților se apropie de 2000.

În urma apariției altor instituții superioare, în perioada anilor 1970 – 1980 numărul studenților facultății se micșorează puțin, dar ea rămâne a fi cea mai mare facultate din Moldova.

În diferite perioade, Facultatea FMTI a fost condusă de către decanii: Nicolae Vârlan (1950-1953), Constantin Cozlovschi (1953-1957), Ion Valuță (1957-1960, 1963-164), Ion Burdian (1964-1967), Andrei Hariton (1967-1971), Visarion Bivol (1971-1977, 1995-1997), Ion Florea (1977-1980), Eugen Gheorghiță (1980-1982), Andrei Ceoban (1982-1987), Ion Pancenco (1987-1992), Nistor Dodon (1992-1995), Laurențiu Calmuțchi (1997-2002), Boris Korolevski (2002-2010), Andrei Braicov (2011 și până în prezent).

Arhivele UST menționează că în anul 1980 la facultate făceau studiile circa 1300 de studenți. Aceștia erau îndrumați de 52 de lectori, dintre care 2 profesori universitari și 28 de conferențiari universitari. În cadrul facultății activau 7 catedre: Algebră superioară; Geometrie; Metodica predării matematicii; Analiza matematică; Metodica predării fizicii și mijloacele tehnice de instruire; Fizica generală; Fizica teoretică. Facultatea Fizică și Matematică avea 15 laboratoare didactice (inclusiv de Electrotehnică, Film didactic, Mijloace tehnice de instruire, Metodica matematicii), zeci de cabinete de tip școlar la matematică și fizică, 2 laboratoare științifice (Optică și Fizica cristalelor), un Observator astronomic și Planetarul.

În anul 1985 este fondată prima catedră de Informatică și Tehnică de Calcul din țară care avea sarcina primară de a pregăti cadre didactice la informatică. Din momentul fondării și până în anul 2005 șef al catedrei a fost doctorul conferențiar Iulian Marcov.

Astfel, facultatea Fizică și Matematică devine cel mai important centru național în pregătirea profesorilor de fizică, matematică, astronomie și informatică pentru sistemul preuniversitar de învățământ. În același timp, prima facultate din țară este și un centru științific esențial, care furnizează specialiști pentru cercetare și cadre didactice pentru învățământul superior din Moldova.

Absolvenții facultății devin lectori și colaboratori științifici de renume național și internațional. Menționăm doar câțiva dintre ei: T. Șișianu – doctor habilitat, profesor universitar, membru-corespondent al AȘM, șef de catedră; M. Vladimir – doctor habilitat, profesor universitar, șef de catedră (UTM), M. Caraman – doctor habilitat, profesor universitar, șef de catedră (USM), T. Munteanu – doctor habilitat, profesor universitar, M. Ursul – doctor habilitat, profesor universitar (Universitatea din Oradea), M. Cioban, academician al AȘM, președintele Societății Matematicienilor din Republica Molodva, N. Vulpe – doctor habilitat, membru-corespondent al AȘM, L. Calmuțchi – doctor habilitat, profesor universitar, rector al UST, L. Chiriac – doctor habilitat, profesor universitar, D. Cozma-doctor habilitat, profesor universitar etc.

Cu regret, în anul 1992, împreună cu celelalte facultăți ale Universității de Stat din Tiraspol, facultatea este evacuată în condiții grele la Chișinău. În Tiraspol rămâne o bază material-didactică impunătoare: un campus studențesc cu 4 blocuri de studii, o mare bibliotecă universitară, 7 cămine studențești, un profilactoriu- sanatoriu etc.

Totuși, principalul tezaur al facultății – corpul profesoral-didactic, în componența sa majoritară, vine la Chișinău, alături de cei pentru care și-au dedicat viața – studenților.

La 1 septembrie 1992 își continuă activitatea la Chișinău într-un singur bloc de studii și fără cămine studențești. Peste 10 ani UST are deja două blocuri mari de studiu, campus studențesc cu cămin pentru studenți, stadion și toate celelalte necesare pentru a asigură un proces educațional la standarde europene.

La 85 de ani de la fondare facultatea întrunea 5 catedre și pregătea specialiști în domeniile Matematică, Informatică și Fizică. Oferta educațională includea la ciclul I (de

licență) specialități cu frecvența: la zi cu 4 ani de studii (Matematică și Informatică, Fizică și Informatică, Matematică și Fizică etc.) și cu 3 ani de studii (Matematică, Informatică, Fizică); redusă cu 4 ani de studii (Matematică, Informatică, Fizică). Iar la ciclul II (masterat) facultatea FMTI pregătea profesioniști la specialitățile Matematici modeme și tehnologii moderne de instruire,Tehnologii informaționale în instruire, Fizica modernă și tehnologii formative, Management și comunicare instituțională, Management educațional.

Absolvenții facultății se angajează în calitate de cadre didactice (în gimnazii, licee, colegii, universități), ingineri, specialiști TIC, manageri în sistemul educațional, cercetători științifici etc.

Baza materială a facultății era concentrată în 9 laboratoare de studii, un laborator interdepartamental în colaborare cu AȘM pentru specializare în domeniul Fizicii corpului solid, 5 săli de calculatoare, un Centru de formare continuă în domeniul TIC, centru de formare continuă a cadrelor didactice preuniversitare.

În baza rezultatelor acreditării activității din sfera științei și inovării în anul 2009 UST a devenit membru de profil al Academiei de Științe a Moldovei.

În anii 2006-2010 au fost efectuate cercetări în cadrul a 5 proiecte instituționale, un proiect în Program de stat, un proiect bilateral moldo-rus și 14 granturi externe TEMPUS Visitors Programme, WETEN - Western-Eastern Teacher Education Network etc. În anii 2010-2014 s-au efectuat cercetări în cadrul a 7 proiecte instituționale, un proiect din cadrul Programului de Stat, 2 proiecte pentru tinerii cercetători, 14 proiecte interne, un proiect din Programul FP7, a continuat activitatea în 4 proiecte TEMPUS. În anii 2015-2019 s-au efectuat cercetări în cadrul a 6 proiecte instituționale, un proiect pentru tinerii cercetători, 14 proiecte interne, 2 proiecte NATO, a continuat activitatea proiectul din Programul FP7 și 4 proiecte TEMPUS.

Universitatea se mândrește de discipolii săi și, în particular, de absolvenții Facultății FMTI: academicianul Petru Soltan, membrii corespondenți ai AȘM Macarie Radu, Teodor Șișianu și Nicolae Vulpe, profesorii Vasile Ceban, Ipolit Antoseac, Sergiu Miron, Nicolae Mihai, Mihail Ursu, Teodor Munteanu, Mihail Vladimir, Chiril Prisăcaru, Alexandru Basarab și alții.

Senatul Universității, la prezentarea Facultății FMTI, pentru studiul celor mai complicate probleme de actualitate din domeniile matematicii, fizicii și informaticii, crearea școlilor de cercetare cu renume, aportul esențial în pregătirea specialiștilor de înaltă calificare pentru universitate, recunoaștere și prețuire academică pentru întreaga activitate a acordat titlul de Doctor Honoris Causa al Universității următoarelor personalități: academicienilor Radu Miron, Petru Soltan, Dumitru Ghițu, Adelina Georgescu, Alexandr Arhangelskii, Valeriu Canțer, Antonina Usova, Constantin Gaindric, profesorilor Vladimir Ivanov-Omski, Mihail Popa, Alexandru Șubă.

Cercetările în domeniile matematice și fizice au fost organizate la începutul anilor

treizeci ai secolului douăzeci. Teroarea existentă în URSS în acei ani acționa negativ asupra atmosferei creatoare de cercetare. Primele publicații în domeniul matematicii au fost ale docentului I. F. Volkov, care a absolvit aspirantura în Moscova.

În anul 1939 a fost trimis la studii de doctorat Vasile G. Ceban, absolvent al universității la specialitatea matematica. După sfârșitul războiului, în 1945, el se întoarce în funcție de șef de catedră, apoi a fost numit rector al Universității de Stat din Bălți. Începând cu anul 1961 a activat în funcție de director adjunct al Institutului de Matematică și Informatică. A susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice și menționat cu Premiul de Stat al Moldovei.

Cercetările fundamentale în matematică și fizică s-au desfășurat în anii 60 ai secolului trecut și au avut un aport deosebit la dezvoltarea matematicii în Republica Moldova prin organizarea simpozioanelor Tiraspolene la topologie generală și aplicațiile ei, organizate în colaborare cu Institutul de Matematică și Informatică și cu sprijinul Universității M. V. Lomonosov din Moscova. Inițiatori ai simpozioanelor topologice au fost academicianul Pavel S. Alexandrov, șef catedră la Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova, profesorul universitar Petre C. Osmatescu din cadrul UST și academicianul Vladimir A. Andrunachievici, director al IMI. La primele două ediții din anii 1965 și 1969 academicianul M. Cioban, a participat cu comunicări științifice fiind student, și apoi doctorand al Universității M. V. Lomonosov din Moscova. La lucrările simpozionului au participat savanți cunoscuți din toate centrele științifice ale fostei USSR, savanți din România, Bulgaria și Cehia. În perioada anilor 1965 – 1990 au fost organizate opt ediții ale acestui simpozion.

Începând cu anul 1993 facultatea participă activ la organizarea Conferințelor internaționale ale Societății Române de Matematică Aplicată și Industrială – CAIM. Inițiator ale acestor conferințe a fost Profesorul universitar doctor Adelina Georgescu (1942-2010). Șapte ediții ale acestor conferințe anuale au fost organizate în Republica Moldova. La conferințe au participat savanți din peste douăzeci de țări: SUA, Canada, Japonia, Germania, Israel, Italia, Bulgaria, Ungaria, Rusia, Elveția, Austria și altele.

Matematicienii și informaticienii din cadrul UST au participat activ la conferințele organizate de Societatea de Matematică a Republicii Moldova, la conferințele organizate în cadrul UST și au fost invitați la diverse conferințe organizate în centrele științifice din România, Bulgaria, Rusia și țările din fosta URSS, Italia, Franța, Germania, Elveția, Cehia, Slovenia, Japonia, China, SUA, Canada și altele.

Cercetările matematice sunt efectuate în următoarele direcții: Analiza Matematică și Analiza Funcțională; Ecuații Diferențiale și Sisteme Dinamice; Geometria și Topologia; Algebra și Logica Matematică; Algebra Topologică; Teoria Descriptivă a Mulțimilor; Optimizarea Topologică; Teoria Măsurii și Teoria Probabilităților; Istoria și Metodologia Științei; Teoria Algebrică a Limbajelor, Automatelor și Rețelelor; Bazele Matematice ale Informaticii.

Succesele în domeniul pregătirii cadrelor științifice se datorează esențial colaborării cu diverse centre științifice și savanți din diverse țări. În domeniile matematicii și informaticii sunt deosebit de avantajoase colaborările cu Universitatea de Stat „M. V. Lomonosov" din Moscova, Universitatea Al. Ioan Cuza din Iași, Universitatea Națională din Minsk, Universitatea din Montreal, Universitatea Națională din Cernăuți, Institutul de Matematică și Informatică din Sofia, Institutul de Matematică și Informatică din Chișinău și alte centre de prestigiu.

Lucrările cercetătorilor din domeniile matematicii, fizicii și informaticii sunt citate în sute de lucrări ale savanților din țară și de peste hotare. În rezultatul cercetărilor științifice, au fost lansate noi teorii, care au permis rezolvarea unui șir de probleme formulate de savanți cu renume mondial. În continuare vom menționa unele din cele mai valoroase rezultate științifice ale cercetătorilor facultății.

Un aport deosebit în dezvoltarea atât a facultății, cât și universității se datorează profesorilor facultății, care au deținut funcții de conducere a universității:

- *Miroslav Kozlovski* (rector în anii 1960-1962, prorector pentru știință 1965-1971)

Către anul 1960 potențialul științific al Institutului a sporit într-atât încât facultățile aveau posibilitate să organizeze conferințe științifice. Sub conducerea lui M. Kozlovski, în octombrie 1960, colectivul Universității a marcat cea de-a 30-aniversare a Institutului și a învățământului superior din republică. Cu această ocazie au avut loc conferințe, întruniri științifico-practice ale profesorilor și studenților. În cadrul institutului s-au desfășurat lucrările conferinței republicane a tinerilor savanți, la care au prezentat primele rezultate științifice viitorii academicieni Boris Matienco, Gheorghe Șișcanu, Ion Ganea și Boris Melnic.

Această perioadă de guvernare a Universității este marcată de succese importante în activitatea științifică a profesorilor și studenților. Numai la matematică au fost susținute 11 teze de doctor în științe (A. Hariton, A. Basarab, I. Florea, I. Mereuță, M. Cioban, M. Moscalu, S. Miron, Iu. Marcov, N. Ciobanu, A. Moloșniuc, A. Ceban).

- *Andrei Hariton* (prorector pentru știință 1970-1978, rector 1978-1987)

În perioada de activitate în calitate de prorector pentru știință, Institutul Pedagogic de Stat din Tiraspol a devenit un centru științific cunoscut nu numai în republică, dar și în afara frontierelor sale.

În baza institutului, se organizau conferințe, simpozioane, seminare unionale la matematică, geografie, biologie, chimie, pedagogie. În anul 1978 la institut a avut loc Conferința internațională a Academiei Pedagogice din U.R.S.S. și a Academiei Pedagogice din Republica Democrată Germană. Colaboratorii Institutului-profesorii universitari și docenți au fost trimiși pentru a ține cursuri universitare în instituțiile de învățământ superior din India, Algeria, Afganistan, Vietnam, Cehoslovacia Polonia.

În funcția de rector, asigură fondarea unei facultăți noi - cea de pedagogie,

deschiderea a șase specializări noi de pregătire a cadrelor didactice și organizarea a 6 catedre noi, dotarea laboratoarelor didactice și științifice cu utilaj nou modern, asigurarea cu computere a primei catedre de informatică din Republica Moldova, construirea unui bloc nou de studii cu săli moderne și bibliotecă, instalarea pe teritoriul Institutului a Memorialului consacrat lectorilor și studenților căzuți în Războiul al Doilea Mondial. Din inițiativa d-lui A. Hariton, s-a dublat numărul de locuri în sanatoriul-profilactoriu pentru studenți și colaboratori, a fost obținut teritoriu pe malul Mării Negre și a început construcția bazei de odihnă și tratament medical pentru colectivul universității, a fost construită o discotecă modernă pentru studenții universității.

În anul 1980, Institutul a sărbătorit jubileul de 50 ani. Prin Decretul Prezidiului Sovietului Suprem al U.R.S.S., pentru succesele obținute în pregătirea cadrelor pentru învățământul public, Institutul a fost decorat cu Ordinul „Insigna de Onoare".

- *Mitrofan Cioban* (prorector pentru știință 1983-2002, rector 1987, 2003-2009)

În calitate de prorector pentru știință în cadrul UST și în colaborare cu Institutul de Matematică și Informatică al AȘM și Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova au fost organizate două școli de vară în domeniile algebrei topologice, care au accelerat cercetările în aceste domenii nu numai în fosta USSR, dar și în alte centre internaționale. Organizatori ai acestor școli științifice au fost academicienii Alexandr V. Arhangelskii (Moscova, USA), Vladimir I. Arnautov (IMI), Mitrofan M. Cioban (UST) și profesorul universitar Alexandr V. Mihalev (Moscova).

În această perioadă, dl M. Ciobanu, alături de Adelina Georgescu (începând cu 1993) au înființat și co-organizat cele șase ediții ale conferințe anuale CAIM din Republica Moldova, cu participarea savanților din țară dar și de peste hotare.

În anul 1998 Universitatea de Stat din Tiraspol a recuperat dreptul de a avea doctorat în cadrul ei. Universitatea a fost acreditată până în anul 2014, pentru pregătirea cadrelor științifice la următoarele specialități din domeniile științelor exacte și ale naturii:

- 111.01-Analiza matematică;
- 111.02-Ecuații diferențiale;
- 111.03-Logica matematică, algebra și teoria numerelor;
- 111.04-Geometrie și topologie;
- 133.04-Fizica stării condensate;
- 153.01-Teoria și metodologia geografiei;
- 153.02-Geografie fizică, biogeografie și geografia solurilor, geoecologie.

Succesele în domeniul pregătirii cadrelor științifice se datorează esențial colaborării cu diverse centre științifice și savanți din diferite țări.

În cei peste șase ani de activitate în funcția de rector a UST, asigură deschiderea unor specializări noi: biologie și ecologie, psihopedagogie etc., reorganizarea / reevaluarea tuturor componentelor procesului de învățământ în legătură cu punerea în aplicare, începând cu anul de studii 2005-2006, a exigențelor Procesului de la Bologna

și crearea Spațiului European al învățământului superior, implementarea în legătură cu aceasta a Sistemului European de Credite Transferabile (E.C.T.S.) în cadrul UST și în cadrul facultăților. Concomitent cu acest sistem, în cadrul facultăților a fost realizat și Programul de asigurare a Calității procesului de învățământ și cercetare.

În această perioadă colaboratorii universității au participat la un șir de proiecte internaționale finanțate de organisme internaționale ce susțin centrele universitare (TEMPUS-2 proiecte, UNESCO-TEPUS-2) și cele ce acordă asistență tehnică Republicii Moldova (Banca Mondială - 2 proiecte, TACIS și ONU - câte un proiect).

- *Laurențiu Calmuțchi* (vicerector 2003-2009, rector 2002, 2009-2015)

În 2002, după 10 ani de activitate în m. Chișinău universitatea dispunea doar de un singur bloc de studii, în care activau patru facultăți și nici un cămin pentru studenți. Cu ajutorul Profesorului Tudor Cozari, am reușit să convingem Ministrul Educației d-l G. Sima să propună guvernului un proiect de hotărâre prin care:

1. Să fie comasate Colegiul de Telecomunicații cu Colegiul Electromecanic;
2. Blocul de studii, căminul studențesc și stadionul împreună cu teritoriul de 2.73 hectare, ce aparțineau Colegiului de Telecomunicații să fie transferate Universității de Stat din Tiraspol;
3. Schimbarea statutului Universității de Stat din Tiraspol în „Universitatea Dimitrie Cantemir".

În august 2002, în Monitorul Oficial a fost publicată hotărârea în formularea propusă. În următorul număr al Monitorului Oficial a fost anulat punctul trei al acestei hotărâri, deoarece Președintele țării Vladimir Voronin a considerat că după rezolvarea problemei transnistrene, universitatea se va întoarce la Tiraspol. Consider că de această dată Președintele Voronin a procedat corect.

Această hotărâre a dat posibilitate de a construi baza materială perfectă a universității. În rezultat facultățile au avut posibilitate de a mări numărul studenților ajungând la peste 6500. Au fost deschise zeci de laboratoare înzestrate cu tehnici moderne.

Datorită acordurilor de colaborare cu Universitatea Agrară, școala profesională №1, școala de meserii №.2 și Colegiul de microelectronică a fost pentru prima dată complet rezolvată problema cazării studenților în cămine.

Un eveniment remarcabil pentru universitate a fost evaluarea externă internațională în scopul acreditării Universității de către Agenția Germană de Asigurare a calității (AQAS). În baza examinării situației academice și evaluării programelor de licență la Matematică și Informatică, Biologie și Chimie, Pedagogia Învățământului Primar, Comisia de expertiză a remarcat că instruirea și cercetarea științifică la aceste programe se efectuează la un nivel avansat. Pentru universitate un obiectiv fundamental al managementului educațional îl constituie lărgirea și fortificarea ofertei educaționale la cele trei cicluri de bază: licență, masterat și doctorat, acestea fiind orientate să devină

mult mai atractive și competitive la nivel național și European.

În cadrul diferitelor acorduri au fost efectuate vizite ale specialiștilor peste hotare. La rândul său, universitatea a găzduit cercetători științifici străini, in special din România (Iași, București, Cluj etc.), Ucraina (Odessa, Cernăuți), Rusia, Polonia, Bulgaria ș.a.

În anul 2012, Universitatea și-a reconfirmat statutul de membru de profil al AȘM, în baza evaluării și acreditării activității din sfera științei și inovării.

Cooperarea are loc prin acorduri și contracte directe cu centre științifice și universitare de peste hotare, cât și în baza unor acorduri interguvernamentale, interministeriale sau a unor programe internaționale pentru care Republica Moldova este eligibilă să participe.

Pe parcurs au fost: construite acoperișurile pe blocul central și sala de sport, au fost reparate ambele blocuri de studii, căminul studențesc, ambele săli de festivități, ambele sisteme de încălzire în blocurile de studii, sala de sport, amenajate Sala Senatului, teritoriile blocurilor de studii etc.

Cu scopul pregătirii tineretului studios pentru apărarea Patriei și completării rezervei Forțelor Armate a Republicii Moldova în conformitate cu programele aprobate de Ministerul Apărării, a fost înființată prin Hotărârea Senatului, proces-verbal nr. 09 din 10.04. 2012, catedra militară - atribut esențial al Universității.

În această perioadă, pentru merite deosebite în pregătirea cadrelor pentru economia națională, Universitatea a fost decorată cu Ordinul ,,Credință Patriei" de gradul I. Pentru rezultate remarcabile în dezvoltarea științei, Universitatea a fost decorate cu cea mai înaltă distincție a Academiei de Științe Republicii Moldova - medalia ,,Dimitrie Cantemir".

UST se mândrește cu rezultatele științifice ale membrilor facultății Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale care au activat în diferite domenii ale științei:

Direcția principală de cercetare a academicianului M. Cioban a fost „Clasificarea spațiilor și funcțiilor (aplicațiilor)". Această direcție determină un număr impunător de domenii de interese științifice. Rolul teoriei aplicațiilor se extinde în mod esențial dacă odată cu aplicațiile univoce se examinează și aplicațiile multivoce. În anul 1967 dl. M. Cioban a introdus o nouă metodă de construire a secțiunilor, numită de autor „„metoda acoperirilor", care în prezent mai mult este numită „Choban method" sau metoda Ciobanu. Această metodă este mult mai puternică decât cele cunoscute anterior. Cu ajutorul ei s-au obținut un număr mare de rezultate foarte importante în diferite domenii ale matematicilor moderne.

Au fost demonstrate un șir de teoreme referitoare la existența secțiunilor continue și măsurabile. Unul dintre rezultate conține soluția importantă a problemei lui E. Michael, formulată în anul 1990, despre G_δ –secțiuni în mulțimea aplicațiilor deschise ale spațiilor

compacte. Din punctul de vedere al existenței diferitor tipuri de secțiuni, M. Ciobanu a reușit să caracterizeze diferite clase de spații.

Fiecare rezultat obținut de M. Ciobanu nu prezintă un fapt izolat, dar este un element dintr-un lanț armonios de concepte și rezultate. Rezolvările propuse de M. Ciobanu:

- Conțin o analiză extinsă și profundă a spațiilor și aplicațiilor determinate de conținutul problemei;
- Propun, după necesitate, noi clase de spații care armonios și natural se încadrează în structura claselor de spații construite;
- Pentru fiecare clasă de spații introdusă se determină relațiile cu unele clase clasice de spații ce permite să stabilească locul clasei în structura ierarhică a claselor de spații cunoscute;
- Se determină comportarea la diverse aplicații a clasei de spații propuse și se construiesc exemple care determină particularitățile clasei de spații propuse.

Toate cele expuse permit de a construi noi teorii elegante și de a rezolva problemele apărute. Pe parcursul anilor Academicianul Mitrofan Cioban a reușit să rezolve zeci de probleme formulate de personalități notorii în lumea matematică și care multe decenii nu fusese anterior soluționate. Printre aceste sunt problemele înaintate de așa savanți cum: E.Mihael, E.Hausdorf, A.N. Tihonov, P.S. Alexandrov, A.V. Arhanghelkii, A.Pelcinsckii, W.Konfort, B.A.Passankov, A.I.Malțev, Felstph și Namioca etc.

Monografiile domnului academician *Teoria spațiilor P-disperse, Algebre universale topologice, Extensii Compacte ale Spațiilor Topologice* au devenit lucrări de referință pentru savanți din lumea întreagă și surse puternice de cunoaștere pentru tineretul studios. Multe rezultate obținute de M. Ciobanu au stimulat nenumărate cercetări științifice ale multor matematicieni din lume, au devenit clasice și au fost incluse în multiple monografii și manuale de topologie, analiză, optimizare și algebră topologică, scrise de mari corifei matematicieni din diverse țări.

Academicianul M. Cioban împreună cu discipolii săi, profesorii L. Calmuțchi și L. Chiriac, cu un ciclu de lucrări - Metode funcționale și algebrice în topologie, au cucerit Premiul de Stat al Republicii Moldova în domeniul științei, tehnicii și producției pe anul 2001.

În anul 2007, Laurențiu Calmuțchi (consultant M. Cioban) a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice „*Metode algebrice și funcționale în teoria extensiilor spațiilor topologice",* în care a fost propusă o teorie generală a T_0-spațiilor topologice. În teză au fost rezolvate următoarele probleme concrete, care și determină inovația ei științifică:

- au fost elaborate metode noi de constituire a extensiilor de tipurile: extensii spectrale; pc-extensii; $\omega\alpha$-compactificări; compactificări perfecte;

- pentru T_0-spații au fost construite și cercetate compactificările Wallman, Wallman-Shanin, Choquet, Freudenthal-Morita și altele;
- au fost introduse și cercetate compactități de tipurile: compactități critice, cvasi-compactități, compactități duble; compactități virtual minimale, compactități minimale etc.;
- au fost introduse și cercetate $\omega\alpha$-proximități pentru clasa de T_0-spații.

În 2011, Liubomir Chiriac (consultant M. Cioban) a susținut teza de doctor habilitat în științe fizici-matematice cu tema „*Sisteme topologico-algebrice și aplicațiile lor*”. Rezultatele principale prezentate în teză sunt:

- au fost determinate condițiile pentru ca omomorfismele continue ale grupoizilor topologici cu diviziune continuă să fie deschise;
- au fost introduse și cercetate quasigrupurile cu unități multiple;
- a fost elaborată metoda de construcție a măsurii Haar pe quasigrupuri mediale;
- a fost construită o acoperire universală pe E-algebre topologice cu signatură continuă.

Metodologia aplicată, concepțiile și metodele elaborate în lucrare au permis soluționarea unor probleme concrete sau unele aspecte ale lor formulate de A. I. Malțev, L.S. Pontriagin, M. M. Cioban.

În 2014 Dumitru Cozma a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice cu tema ”*Integrabilitatea sistemelor diferențiale cubice ce posedă curbe algebrice invariante*” sub îndrumarea profesorului universitar Alexandru Șubă. În baza investigațiilor realizate D. Cozma a propus o direcție nouă de cercetare a problemei centrului pentru sistemele diferențiale polinomiale - problema consecutivităților centrice. Examinarea acestei probleme i-a permis să generalizeze teorema clasică de integrabilitate Darboux. Doctorul habilitat Dumitru Cozma a rezolvat problema consecutivităților centrice pentru sistemele diferențiale cubice: cu patru drepte invariante; cu trei drepte invariante; cu două drepte invariante și o conică invariantă.

Rezultatele științifice ale profesorului Mihail Popa sunt legate de folosirea proceselor invariante în cercetarea calitativă a ecuațiilor diferențiale. A fost propus un nou punct de vedere asupra metodei invarianților algebrici în teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale, fondată de academicianul C. Sibirschi. El constă în aplicarea algebrelor Lie a operatorilor reprezentărilor grupurilor liniare în spațiul coeficienților sistemelor de ecuații diferențiale polinomiale și algebrelor graduate a invarianților și comitanților la cercetarea geometriei acestor sisteme. O parte însemnată a rezultatelor se referă la studiul algebrei Lie reductive a operatorilor Lie pentru grupul centroafin și reprezentarea lui în spațiul coeficienților sistemului de ecuații diferențiale ordinare polinomiale autonome de ordinul întâi. O pagină nouă în utilizarea algebrelor Lie și algebrelor invarianților o constituie extinderea lor asupra sistemelor diferențiale autonome multidimensionale de ordinul întâi

cu membrii drepți polinoame, ce au coeficienți constanți. Ultimul rezultat, ce ține de soluționarea problemei generalizate a centrului și focarului vine să încununeze o biografie științifică excepțională a matematicianului Mihail Popa.

Cercetările științifice ale profesorului Alexandru Șubă țin, în fond, de teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale și sunt axate pe următoarele direcții: dezvoltarea și sistematizarea teoriei topologice a sistemelor disperse și semidinamice, problema integrabilității Dulac și Darboux a sistemelor dinamice, problema centrului și focarului în sens Poincaré, problema GL(2, R)−orbitelor, problema clasificării sistemelor diferențiale ce posedă curbe algebrice invariante ș. a. După elaborarea unui sistem de axiome pentru sistemele semidinamice, a fost posibilă sistematizarea teoriei topologice a acestor sisteme, care a fost expusă în monografia „Sisteme semidinamice. Teorie topologică". Se reușește să fie soluționată complet problema centrului pentru sistemele diferențiale cubice ce posedă cel puțin trei drepte invariante. Stabilește un set de proprietăți ale sistemelor cubice ce posedă drepte invariante ce a permis clasificarea și studiul calitativ ale sistemelor date în prezența unui anumit număr de astfel de drepte. Cercetările unor cazuri particulare de sisteme diferențiale arătau că ele nu posedă GL(2, R)−orbite de dimensiunea unu. Dl A. Șubă demonstrează acest fapt în caz general și propune o clasificare a sistemelor diferențiale polinomiale în raport cu dimensiunile GL(2, R)−orbitelor.

Direcțiile de cercetare preferate ale profesorului Vasile Neagu *sunt:* ecuații integrale singulare, probleme la limită de tip Riemann pentru funcții analitice, studiul algebrelor Banach generate de operatori integrali singulari și probleme de regularizare a ecuațiilor integrale. De asemenea a adus o contribuție semnificativă în domeniul – teoria ecuațiilor integrale singulare în cazul conturului nemărginit și de tip Liapunov pe porțiuni. În colaborare cu profesorul N. Krupnik, a demonstrat că norma, norma esențială și simbolurile operatorilor lui Riesz depind atât de coeficienții operatorilor, cât și de conturul de integrare ce este diferit de zero.

Studii serioase în domeniul fizicii corpului solid au început din anii 1954-1955. Anume în această perioadă, la Institutul Pedagogic de Stat din Tiraspol, au fost deschise două laboratoare: laboratorul „Procesele de cristalizare în corpurile solide" (conducător științific al acestui laborator a devenit tânărul fizician, doctor Miroslav Kozlovski, care pe parcurs a susținut cu succes teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice, primul doctor habilitat în universitate, profesor universitar). Direcția științifică a acestui laborator a fost determinarea influenței câmpului electric asupra proceselor de cristalizare. Sub conducerea profesorului Miroslav Kozlovski au continuat activitatea științifică doctorul, conferențiar universitar Ion Stratan, Dumitru Brodiciico, Ștefan Bodrug, Grigore Coșcodan, Victoria Burcacov etc.

Aproximativ în aceeași perioadă a fost creat și al doilea laborator ,, Fizica și Chimia semiconductorilor", condus de doctorul Ion Burdian. Direcția științifică a

acestui laborator a fost studierea spectrului energetic al semiconductorilor compuși. La dezvoltarea și perfecționarea cercetărilor științifice în direcția nominalizată ș-au adus aportul un grup destul de mare de fizicieni, care, actualmente activează în diferite centre științifice și centre universitare din Moldova. Primii pași în cercetarea semiconductorilor în acest laborator i-au făcut Dumitru Ghițu - doctor habilitat, profesor universitar, academician - fondatorul unei direcții științifice noi - spectrul energetic al semimetalelor în bază de bismut și semiconductorilor cu lărgimea benzii interzise înguste. Cu participarea nemijlocită a academicianului D.Ghițu, a realizat investigații științifice Tudor Munteanu (absolvent al facultății) - doctor habilitat, profesor universitar. Această direcție științifică i-a pasionat și pe alți colaboratori – doctori conferențiari Boris Korolevski, Alexandru Popov, Alexandru Macheicic etc.

Direcțiile științifice ale profesorului Eugen Gheorghiță au fost:

- Influența manganului asupra spectrului energetic a purtătorilor de sarcină liberi și localizați în materialele cu bandă îngustă în baza de $Hg_{1-x}Cd_xTe$;
- Cercetarea proprietăților fizice ale semiconductoarelor semimagnetice $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x}Fe_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ în scopul obținerii materialelor noi ca alternative pentru confecționarea receptoarelor de radiație infraroșie;
- Studierea proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu pământuri rare.

Din punct de vedere teoretic și experimental au fost argumentate concepțiile fizice ale comportării electronilor fierbinți în materiale cu lărgimea îngustă a benzii energetice interzise, determinând condițiile aplicative ale acestor materiale pentru confecționarea receptoarelor de radiație infraroșie pentru diapazonul spectral (4÷12)μm. Experimental a fost demonstrată majorarea stabilității materialelor studiate sub influența manganului și posibilitatea majorării temperaturii de lucru a receptoarelor de radiație infraroșie. Teoretic și experimental s-a demonstrat influența manganului la determinarea rolului acestui dopant în interacțiunea de schimb specifică acestor materiale.

Direcțiile științifice de cercetare a doctorului I. Postolachi sunt:

- Influența manganului asupra spectrului energetic al purtătorilor de sarcinăliberi și localizați în materialele cu bandă îngustă în baza de $Hg_{1-x}Cd_xTe$;
- Cercetarea proprietăților fizice ale semiconductoarelor semimagnetice $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x}Fe_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ în scopul de obținere a materialelor noi ca alternative pentru confecționarea receptoarelor de radiație infraroșie;
- Studierea proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu pământuri rare.

În cadrul direcției științifice abordate pentru prima dată a studiat experimental structura spectrelor de iradiere ale materialelor semimagnetice de tipul HgMnTe, a demonstrat că la temperaturi joase în câmpuri magnetice slabe crește esențial

intensitatea de iradiere determinând în așa fel diverse posibilități de aplicație la confecționarea laserilor magnetic.

Cercetări în domeniul informaticii și tehnologiilor informaționale

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale a fost deschisă la 15 octombrie 1985 în componența Facultății Fizică și Matematică a Institutului Pedagogic din Tiraspol, fiind prima catedră de Informatică din Moldova. În prezent catedra dispune de nouă săli de calculatoare moderne conectate la internet, imprimante, scanere, camere video etc. Absolvenții specialităților asigurate de catedră sunt angajați în diferite instituții de stat sau particulare în calitate de programatori, administratori de rețea, profesori școlari, ingineri etc.

Catedra, pe parcursul celor 40 ani de activitate și-a adus un aport deosebit la realizarea priorităților naționale prin implementarea proiectelor axate pe demisiunile care țin de educație și instruire cât și prin efectuarea numeroaselor studii și cercetări.

Diverse investigații ale problemei privind aplicarea complexă a tehnologiilor computaționale în procesul de predare-învățare, ale metodelor de modelare și de calcul în cursul liceal de informatică au fost întreprinse de Profesorul Liubomir Chiriac și doctorul conferențiar universitar Lilia Mihalache. A fost construit modelul de utilizare a tehnologiilor informaționale și computaționale în procesul formării inițiale a viitorilor învățători (Maria Pavel), a fost propusă o metodologie de dezvoltare a competenței digitale în procesul formării inițiale a cadrelor didactice filologi (Veverița Tatiana), abordări metodice privind implementarea noilor tehnologii informaționale și a sistemelor de management în procesul de studiere a disciplinelor universitare pentru specialiștii din domeniile informaticii (Angela Globa, Ala Gasnaș), problema dezvoltării competențelor profesionale inițiale la informatică în baza corelării optime a conținuturilor de matematică și informatică (Teodora Vascan).

Cercetări în domeniile didacticii și științelor educației

Misiunea inițială și principală a Universității de Stat din Tiraspol pe parcursul a 95 de ani a fost pregătirea cadrelor didactice pentru sistemul de învățământ național. Pe baza experienței acumulate a fost creat un sistem educațional care unește armonios într-o unitate integră toate treptele de învățământ.

Cercetările în domeniile psihopedagogiei matematice din anii 50 ai secolului trecut au avut un aport enorm asupra eficientizării procesului de studiu matematic. În această direcție au fost inițiate de Gerș Isaac Gleizer cercetările referitoare la rolul istorismului în procesul de studiu al matematicii. Au fost publicate 3 volume în limba română în anii 1960 – 1966 în editura Lumina din Chișinău, iar 4 volume au fost publicate în limba rusă la editura Prosveșcenie din Moscova în anii 1964, 1981, 1982, 1983. Unele din aceste volume au fost traduse în limbile japoneză, bulgară, croată, cazacă, letonă și altele. În anii 60 ai secolului trecut Profesorul Andrei Hariton a inițiat cercetările axate pe învățământul programat. Învățarea programată este o învățare conform unui program

special de formare conceput, care prezintă o succesiune de sarcini specifice prin care activitățile profesorului și ale elevilor sunt desfășurate și controlate. A susținut teza de doctor în științe pedagogice și în jurul anilor 80 a publicat două monografii. Începând cu anul 1976 el a fost redactorul responsabil ale culegerilor de articole, în două volume anuale, în domeniile psihopedagogiei și editate de Ministerul Educației al Republicii.

Domeniile și direcțiile principale ale cercetării didactico-științifice ale Profesorului Andrei Hariton:

- Conceptul logico-mulțime în predarea-învățarea-evaluarea matematicii preuniversitare;
- Calitatea pregătirii profesorilor de matematică pentru studiul preuniversitar;
- Calitatea manualelor de matematică pentru studiul preuniversitar;
- Studiul programat la matematică pentru învățământul preuniversitar și evoluția acestuia în legătură cu dezvoltarea informaticii și aplicarea ei în învățarea matematicii;
- Lucru diferențiat cu elevii dotați la matematică în cadrul orelor de curs;
- Condiție necesară, condiție suficientă, condiție necesară și suficientă și metodologia studierii lor în cursul preuniversitar de matematică;
- Metodologia studierii elementelor de economie în cursul preuniversitar de matematică;
- Elemente de teoria probabilităților și statistică matematică în cursul preuniversitar de matematică.

În anii 1966 – 1990 a condus cu seminarul științifico-practic pentru profesorii școlari conferențiarul universitar doctor Zinaida I. Turlacov. În anul 1990 doctorul conferențiar universitar Ion Achiri formează în cadrul facultății un grup de cercetători în componența căruia erau profesorul universitar Mihai Anastasiei, doctorii conferențiari universitari Zinaida Turlacov și Gheorghe Gaidarji, lectorii superiori universitari Efgraf Cebotarenco și Natalia Solomon cu scopul elaborării cursului „Metodica predării matematicii în școala medie”, publicat de Editura Lumina în 3 volume în anii 1992, 1995, 1997. În această perioadă academicianul M. Ciobanu și profesorul A. Hariton au fondat un seminar științific pentru profesorii școlari cu scopul deschiderii doctoratului la științele din domeniile psihopedagogiei. În cadrul domeniilor menționate activează laboratoare științifice, colective de cercetare coordonate de un centru științific în domeniile didacticii științelor exacte, reale și ale naturii.

În teoriile dezvoltate de Profesorul Ilie Lupu:

- au fost specificate principiile motivaționale pentru studiul algebrei în învățământulpreuniversitar;
- au fost elaborate și implementate diverse strategii de eficientizare a procesului educațional la matematică în sistemul preuniversitar;

- au fost evidențiați și studiați factorii contextuali care influențează randamentul elevilorla matematică;
- a fost caracterizat spațiul informațional educațional ca o nouă paradigmă a autoinstruirii în mediul digital.

La conferința „Lecturi academice ale Academiei Internaționale de Științe pentru Învățământul Superior" din 2003 în comunicarea academicianului M. Ciobanu și profesorilor A. Hariton și I. Lupu au fost formulate unele probleme actualeale didacticii și metodelor de predare a matematicii. Multe din ele sunt la o formă generalăși pot fi considerate ca proiecte de cercetare.

În cadrul facultății au fost organizate:

- Seminarul științific pentru profesori a stat la baza formării seminarului republican de profil pe probleme ale metodelor de instruire în domeniul științelor reale abilitat cu dreptul de a examina teze de doctorat (conducătorul seminarului – profesorul A. Z. Hariton);
- Consiliul științific specializat D 36-13. 00. 02-27. 03. 08 – Teoria și metodologia instruirii (pe discipline) abilitat cu dreptul de a organiza susținerea tezelor de doctorat la specialitatea nominalizată.

Începând cu anul 2000 colaboratorii Facultății FMTI sunt co-autori la elaborarea curriculumului național și a manualelor pentru învățământul preuniversitar la matematică (A. Braicov), fizică (V. Bocancea), informatică (A. Braicov). Profesorii din cadrul facultății au participat la elaborarea manualelor pentru școli (Viorel Bocancea, A. Braicov, M. Cioban, A. Hariton, I. Lupu) și autori la un număr enorm de materiale didactice pentru studenți.

În ultimul timp cercetările psiho-pedagogice din cadrul facultăți sunt orientate spre realizarea proiectului de cercetare inter-universitar „*Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)",* conducătorul proiectului profesorul Lubomir Chiriac. Obiectivele proiectului sunt orientate către elaborarea noilor metodologii de implementare TIC in procesul de predare-învățare a științelor reale prin prisma interdisciplinarității (conceptului STEAM: știință, tehnologii, inginerie, artă, matematică). Astfel vor fi lansate și dezvoltate noi abordări și produse didactice care vor motiva creșterea interesului elevilor și studenților în raport cu studierea științelor reale, să conștientizeze conexiunile interdisciplinare (STEAM) și să le poată aplica cunoștințele la soluționarea diverselor probleme practice, inclusiv care țin de economia reală. Menționăm, că în proiect participă toți membrii catedrei ITI.

Începând cu anul 2015 cadrele științifice de înaltă calificare în domeniile psihopedagogiei se pregătesc în Școala doctorală *„Științe ale Educației"* a Parteneriatului instituțiilor de învățământ superior la specialitățile științifice: 531.01. Teoria generală a

educației; 531.02. Managementul educațional; 532.02. Didactica școlară (pe trepte și discipline de învățământ).

Facultatea de Fizică și Matematică a Universității de Stat din Tiraspol este o instituție de învățământ superior cu o istorie impresionantă și un viitor promițător. Prin excelență academică, cercetare inovatoare și spirit de echipă, facultatea continuă să formeze specialiști de excepție, capabili să răspundă provocărilor secolului XXI și să contribuie la progresul societății. Acești 95 de ani reprezintă o mărturie a dedicării, perseverenței și pasiunii pentru știință a generațiilor de profesori și studenți care au trecut pragul acestei instituții de prestigiu.

La aniversarea a 95 de ani, Facultatea de Fizică și Matematică a UST se află într-un moment de bilanț și proiecție către viitor. Cu o istorie bogată și un capital intelectual valoros, facultatea este pregătită să răspundă noilor provocări și să contribuie la dezvoltarea științei și tehnologiei în Republica Moldova și în spațiul european. Accentul se va pune pe modernizarea programelor de studiu, atragerea de studenți talentați, dezvoltarea de parteneriate strategice și susținerea cercetării științifice de performanță.

Cu ocazia aniversării a 95 ani de la fondarea facultății aduc sincere felicitări colectivului facultății. urări de sănătate și noi realizări în viitor în toate domeniile de activitate.

Bibliografie

1. BRAICOV, A. Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale. Universitatea de Stat din Tiraspol la 85 ani. Chișinău, 2015. pp.59-107.
2. CALMUȚCHI, L. Universitatea de Stat din Tiraspol la 85 ani. Chișinău, 2015. pp. 4-58.
3. CALMUȚCHI, L., VALUȚĂ, I. Două somități în matematică-mândria tuturor matematicienilor. Făclia, Nr. 29-30 (3713-3714), 26 august 2022. pp. 3.
4. CALMUȚCHI, L. File din istoria Facultății Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale a Universității de Stat din Tiraspol. Materialele conferinței științifice internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)", 2022, pp.58-71.
5. CIOBAN, M. Matematica și Informatica în Universitatea de Stat din Tiraspol. Învățământ superior: tradiții, valori, perspective. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională*. Chișinău, UST, 2020. pp. 258-278.

CZU: 37.016: 51+004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p109-112

ROLUL FEEDBACK-ULUI AUTOMAT ÎN EDUCAȚIA ONLINE LA MATEMATICĂ: COMPARAREA ABORDĂRILOR DIGITALE ȘI UMANE

Ana CEBAN, doctorandă
https://orcid.org/0000-0003-3529-6967
e-mail: ceban.ana.volovei@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Feedback-ul este un aspect crucial în procesul de învățare, având un impact semnificativ asupra performanței și motivației elevilor. Această lucrare explorează rolul feedback-ului automat în educația online la matematică, făcând o comparație cu feedback-ul oferit de profesori. Studiul include și experiența personală a autorului, care a realizat un test online pe platforma Kahoot cu elevi de gimnaziu, observând eficiența și reacțiile lor. Rezultatele sugerează că feedback-ul automat oferă rapiditate și corectare imediată, în timp ce feedback-ul uman aduce o valoare formativă și explicativă suplimentară.

Cuvinte-cheie. educație online, feedback automat, matematică digitală, evaluare formativă, experiență practică.

Abstract. Feedback plays a vital role in the learning journey, influencing how students perform and stay motivated. This paper dives into the impact of automated feedback in online math education, putting it side by side with feedback from teachers. It also shares the author's firsthand experience using an online test on Kahoot with middle schoolers, where they observed how effective it was and how students reacted. The findings show that while automated feedback is quick and offers instant corrections, human feedback brings in extra value through formative insights and explanations.

Keywords: online education, automated feedback, digital mathematics, formative assessment, practical experience.

Introducere

În era educației digitale, feedback-ul a devenit un instrument esențial pentru a sprijini procesul de învățare [1]. În special în domeniul matematicii, elevii au nevoie de corectări rapide ale greșelilor și de explicații clare care să le faciliteze înțelegerea conceptelor abstracte și să le consolideze abilitățile de rezolvare a problemelor. În ultimii ani, dezvoltarea platformelor digitale a făcut posibilă oferirea de feedback automat, care poate completa sau chiar înlocui intervenția profesorului, oferind răspunsuri rapide și personalizate [4]. Această lucrare își propune să analizeze atât avantajele, cât și limitările feedback-ului automat, comparându-l cu cel oferit de oameni și subliniind experiențele practice acumulate în aplicarea acestor instrumente în procesul educațional. Astfel, se urmărește evidențierea modului în care tehnologia poate sprijini învățarea matematicii, dar și identificarea limitelor pe care doar intervenția umană le poate depăși.

Rolul feedback-ului în procesul de învățare matematică

Feedback-ul joacă un rol esențial în procesul de învățare, având mai multe funcții: corectiv, explicativ, formativ sau sumativ [2]. Feedback-ul corectiv oferă sugestii rapide pentru a corecta răspunsurile greșite, ajutând elevii să recunoască și să îndrepte imediat

erorile. Pe de altă parte, feedback-ul explicativ vine cu justificări detaliate, exemple și explicații care ajută la clarificarea conceptelor și metodelor folosite. Feedback-ul formativ sprijină autoreglarea învățării, permițând elevilor să-și monitorizeze progresul și să-și ajusteze strategiile de studiu. În contrast, feedback-ul sumativ se concentrează pe evaluarea progresului final și oferă o imagine de ansamblu asupra performanței elevilor.

În mediul digital, platformele de învățare facilitează livrarea rapidă a tuturor acestor tipuri de feedback, oferind astfel oportunități de învățare mai rapide și mai consistente [5]. Totuși, o limitare frecventă a feedback-ului automat este lipsa personalizării profunde: deși poate corecta și ghida, nu reușește întotdeauna să țină cont de contextul individual al elevului, de nivelul său de înțelegere sau de stilul său de învățare.

Feedback-ul automat: caracteristici, avantaje și limite

Platformele digitale, cum ar fi Kahoot, Moodle sau GeoGebra, oferă posibilitatea de a crea teste online cu corectare automată. Iată câteva avantaje:

- corectare instantanee;
- feedback uniform pentru toți elevii;
- stimularea motivației prin punctaj și elemente de gamificare;
- economisirea timpului profesorului în procesul de corectare.

Pe de altă parte, există și câteva limitări:

- lipsa personalizării în funcție de nivelul fiecărui elev;
- feedbackul nu poate clarifica raționamentele elevilor;
- interacțiunea umană lipsește complet [3].

Feedback-ul uman: rolul profesorului în educația digital

Profesorul are o abilitate remarcabilă de a interpreta răspunsurile elevilor, observând nuanțele greșelilor și identificând sursa dificultăților [2]. Pe baza acestei evaluări, el poate oferi explicații suplimentare și exemple personalizate, ajustând feedback-ul în funcție de nevoile și ritmul fiecărui elev. În plus, profesorul încurajează reflecția asupra propriei învățări, stimulând gândirea critică și dezvoltarea strategiilor individuale de rezolvare a problemelor. Acest tip de feedback personalizat este extrem de valoros, mai ales când elevii se confruntă cu dificultăți în înțelegerea conceptelor, oferindu-le sprijin direct și un context relevant pentru a-și face progrese.

Studiu aplicativ: experiență personală cu test Kahoot la gimnaziu

Metode și materiale aplicate

Pentru studiul aplicativ, au fost folosite:

- Platforma digitală: Kahoot, pentru crearea și aplicarea testelor online, oferind feedback imediat și interactiv elevilor [5];
- Participanți: elevi ai clasei a VI-a (20 de elevi), care au lucrat individual sau în echipe mici;

- Material didactic: set de 10 exerciții pe tema ecuațiilor simple, concepute pentru evaluarea înțelegerii conceptelor și a capacității de aplicare a cunoștințelor;
- Observații: s-a urmărit modul în care elevii interacționează cu platforma, viteza de răspuns, corectarea greșelilor și nivelul de implicare în procesul de învățare.

Figura 1. Exercițiu platforma Kahoot

Procedură:

- Elevii au rezolvat testul individual pe platforma Kahoot, fiecare având posibilitatea de a răspunde în ritmul propriu;
- Platforma a oferit feedback automat imediat pentru fiecare întrebare, indicând corectitudinea răspunsurilor;
- După finalizarea testului, profesorul a oferit feedback suplimentar, explicativ și personalizat, adaptat nevoilor fiecărui elev, clarificând conceptele mai dificile și evidențiind strategiile corecte de rezolvare.

Instrumente de observație:

- Notarea timpului de răspuns al elevilor pentru fiecare întrebare;
- Înregistrarea scorurilor obținute pentru a analiza performanța individuală și de grup;
- Observații calitative privind reacțiile elevilor, nivelul de implicare și gradul de înțelegere a conceptelor prezentate.

Rezultate obținute

Analiza rezultatelor a evidențiat:

- Timp de răspuns și corectitudine: Feedback-ul automat a permis corectarea imediată; scorurile au variat între 70–95%.
- Motivare și implicare: Elevii au fost motivați de punctajul instant și de gamificare; 85% au declarat că s-au simțit motivați să continue.
- Înțelegerea conceptelor: Feedback-ul uman a oferit explicații suplimentare, clarificând erorile și contribuind la consolidarea înțelegerii.
- Observații calitative: Elevii au apreciat rapiditatea feedback-ului automat, dar au considerat utilă intervenția profesorului pentru întrebările complexe.

Tabel 1. Compararea feedback-ului automat și uman în testul Kahoot

Caracteristică	Feedback automat (Kahoot)	Feedback uman	Observații personale
Timp de livrare	Imediat după răspuns	După finalizarea testului	Elevii apreciază promptitudinea
Claritate explicativă	Limitată, mesaj scurt	Explicații detaliate	Elevii înțeleg mai bine conceptele
Personalizare	Standardizat	Adaptat nevoilor individuale	Necesită intervenția profesorului
Motivare	Punctaj, competiție	Încurajare și feedback verbal	Complementar, stimulează participarea

Concluzii

Feedback-ul automat în educația online la matematică este un instrument extrem de valoros, deoarece permite corectarea rapidă a greșelilor și oferă elevilor răspunsuri imediate, ceea ce le menține motivația și implicarea în procesul de învățare. Totuși, feedback-ul pe care îl oferă profesorul rămâne esențial pentru a adapta strategiile de învățare la nevoile fiecărui elev în parte și pentru a explica conceptele mai complexe sau abstracte, care nu pot fi întotdeauna acoperite de un sistem automatizat. Experiența mea personală cu testul Kahoot a subliniat importanța combinării celor două tipuri de feedback: integrarea rapidității și consistenței feedback-ului automat cu abordarea personalizată și explicativă a profesorului sprijină atât performanța elevilor, cât și înțelegerea profundă a conceptelor matematice. Cred că o utilizare echilibrată a feedback-ului automat și a celui oferit de profesor poate transforma semnificativ procesul de învățare, făcând matematica mai accesibilă și mai motivantă pentru elevi.

Bibliografie

1. BLACK, P., WILIAM, D. Assessment and classroom learning. In: *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice,* 1998. 5(1), pp. 7–74. https://doi.org/10.1080/0969595980050102
2. HATTIE, J., TIMPERLEY, H. *The power of feedback.* Review of Educational Research, 2007. 77(1), pp. 81–112. https://doi.org/10.3102/003465430298487
3. SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. In: *Review of Educational Research,* 2008. 78(1), pp. 153–189. https://doi.org/10.3102/0034654307313795
4. NICOL, D. J., MACFARLANE-DICK, D. (2006). *Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice.* Studies in Higher Education, *31*(2), 199–218. https://doi.org/10.1080/03075070600572090
5. Kahoot! *Platforma Kahoot pentru educație.* 2025. Disponibil online: https://kahoot.com
6. BURNS, T., & GOTTSCHALK, F. (EDS.). (2020). *Education in the digital age: Healthy and happy children* (Educational Research and Innovation). Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1209166a-en

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p113-117

REGULA DE AUR – MĂSURA ESTETICĂ MATEMATICĂ

Ana COJOCARU, student la Beauchamp College
https://orcid.org/0000-0002-5107-614X
e-mail: anna.john.cojocaru@gmail.com
Lionheart Educațional Trust, Leicester, UK

Rezumat. Regula de aur, cunoscută ca regula proporțiilor armonice a unei opere de artă este atestată încă în arta Egiptului Antic. Frumusețea și armonia au devenit categoriile de bază, atât ale cunoașterii, cât și ale procesului de creație. Într-un fel ele au devenit un scop, un ideal, deoarece, în final, maestrul sau meșteșugarul caută adevărul în frumusețe, iar savantul, cercetătorul – frumusețea în adevăr demonstrat.
Cuvinte cheie: Proporții, frumusețe, armonie, artă, ideal, adevăr, demonstrație.

Abstract. The golden rule, known as the rule of harmonious proportions of a work of art, is attested even in the art of Ancient Egypt. Beauty and harmony became the basic categories of both knowledge and the creative process. In a way, they became a goal, an ideal, because, in the end, the master or craftsman seeks truth in beauty, and the scientist, the researcher – beauty in demonstrated truth.
Keywords: Proportions, beauty, harmony, art, ideal, truth, demonstration.

Din timpurile îndepărtate omenirea a fost atrasă de frumusețea unui oarecare obiect, dimensiunile cărui se află în armonie cu regula de aur, ca marile opere din Egiptul Antic. Aceasta a dus la descoperirea unor idealuri estetice, ca idealul frumuseții – regina Nefertiti, din care rezultă experiența estetică.

Figura 1. Bust Nefertiti, Berlin

Însă orice experiență tip estetică cuprinde trei faze succesive [1]:

1. O sforțare a atenției, care este necesară pentru a percepe corect și care sporește în legătură cu *complexitatea* (*C*) a obiectului implicat în experiență;
2. Sentimentul apărut în rezultatul perceperii valorii estetice a obiectului – *măsura estetică* (M), care răsplătește efortul atenției;
3. Realizarea că obiectul supus observării în experiența dată prezintă o anumită armonie, simetrie, perfecțiune, ritm sau ordine (*O*) mai mult sau mai puțin ascunsă, care pare necesară și destul de importantă pentru efectul estetic necesar.

Din aceste date se determină formula măsurii estetice $M = \frac{O}{C}$, care poate fi tradusă astfel: *măsura estetică* a fiecărui obiect se determină prin *ordinea* elementelor expresive ale obiectului. Ea este cu atât mai mare cu cât densitatea relațiilor de ordine e mai mare, și tot odată, cu cât complexitatea obiectului este mai mică. Este o relație descrisă de matematicianul George D. Birkhoff în cartea sa „*Aesthetic measure*". El menționează, că *unitatea e în varietate*.

Anume această măsură se întâlnește la fiecare operă de artă creată de creatorii de artă a civilizației egiptene. Probabil că la baza operelor de artă și arhitectură modernă stau canoanele marilor maeștri ai Egiptului Antic, ajustate la realizările timpului.

Regula de aur, cunoscută ca regula proporțiilor armonice a unei opere de artă este atestată încă în arta Egiptului Antic. Frumusețea și armonia au devenit categoriile de bază, atât ale cunoașterii, cât și ale procesului de creație. Într-un fel ele au devenit un scop, un ideal, deoarece, în final, maestrul sau meșteșugarul caută adevărul în frumusețe, iar savantul, cercetătorul – frumusețea în adevăr demonstrat.

Frumusețea și armonia unei sculpturi, splendoarea fascinantă a unui templu, vraja unui tablou de artă sau a unei mostre arheologice, simfonia unei opere literare antice…

Ce au comun între ele?

Ce poate fi comun între o operă literară și un bust a unei personalități antice?

Iată că au.

Aceste caracteristici pot fi depistate, dacă vor fi găsite niște criterii comune ale frumuseții și armoniei, care întrunesc noțiunea de frumusețe a celor mai diverse obiecte – de la o simplă, dar minunată floare până la fascinația corpului omenesc nud. Aceste criterii sunt întrunite în *regula proporției divine*, care poate fi întâlnită la fiecare pas în mediul ambiant, atât în natură, cât și în multe din lucrurile ce ne înconjoară.

Omul în genere este o ființă ce preferă ordinea – dezordinii, simplitatea – complicatului, concretul – nedeterminatului. Probabil prin aceasta și se reflectă esența a tot ce este viu, ca fenomen al naturii perfecte – ordonarea dezordinii, haosului.

Din multitudinea de proporții pe care le-a cunoscut omenirea și pe care din cele mai îndepărtate timpuri le-a folosit omul, îndeosebi, în procesul de creare a operelor armonice, există o proporție, incomparabilă și fără seamăn, care posedă proprietăți unice. Ea corespunde unei astfel de divizări a întregului în două părți, în rezultatul căreia raportul părții mai mari a întregului către cea mai mică parte este egal cu raportul întregului către cea mai mare parte.

Această proporție a fost numită în mod diferit – *Proporția/Regula de Aur, Proporția Divină, Secțiunea de Aur, Numărul de Aur, Numărul lui Fidias*. Această proporție este nu doar un raport care domină în multe opere de artă, ci ea determină legități obiective firești

de dezvoltare a multor organisme, prezența lor este atestată de pedologi, chimiști, geologi și astronomi [1].

Această universalitate a Proporției de Aur nu o face deloc simplă și accesibilă pentru studiere.

Valoarea lui numerică care este egală cu $\frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}6180339....$, este o constantă a frumuseții acceptată de toată lumea captivată de ritm și armonie, un număr irațional, deci incomensurabil, însă abilitatea meșterilor antici le-a permis de a găsi jumătatea diagonalei acestui dreptunghi: $\frac{\sqrt{5}}{2}$.

La capătul galeriei ce duce spre cavoul faraonului se află un scurt coridor, construit din blocuri mari de granit șlefuit, care are dimensiunile ce respectă câtuși de puțin Regula de Aur – de 2:1 (*10,58:5,29 m*), cu trei deschizături tăiate în tavan, ce blocau intrarea în coridor și camera mortuară. Până la acoperiș mai rămân încă 5,87 m. Tot aici în galerie este o secțiune secundară, în care sprijinite de grinzi de lemn, erau ținute blocuri imense de granit. Odată cu terminarea ceremoniei și cu retragerea cortegiul funerar, în urma preoților rămâneau muncitorii, care scoteau grinzile de lemn și blocurile de granit astupau intrarea, cu intenția de a preîntâmpina jefuirea piramidei.

Cine și când a descoperit această Regulă Divină, adică, că două segmente se află în raportul Secțiunii de Aur, nu se cunoaște și probabil nu se va ști niciodată, soluții de a exprima de fiecare dată acest raport în numere întregi.

Această regulă matematică a frumuseții era cunoscută de oamenii de artă, de meșteșugari, de scribi și preoții caldei și era cu pricepere aplicată în practica de construire a canalelor și digurilor, a sculpturilor, a templelor și palatelor. În favoarea acestei ipoteze ne convingem de fiecare dată când studiem capodopere ale artei și culturii Egiptului Antic.

Regula de Aur este atestată în triunghiul meridian al piramidei lui Cheops – lungimea ipotenuzei lui se află în Secțiune de Aur cu cea mai mică dintre catete. Astfel este și în triunghiul egiptean.

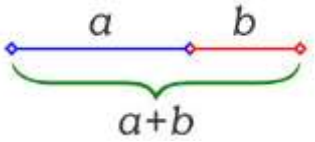
Secțiunea Divină este atestată și în *camera regelui,* care se află în interiorul piramidei. Dimensiunile camerei, de forma unui paralelipiped dreptunghiular sunt 1, 2, $\frac{\sqrt{5}}{2}$, având baza un pătrat dublu cu laturile 1 și 2, iar înălțimea egală cu pur și simplu este un bun remarcabil transmis din generație în generație – un bun venit din preistorie de la bunii pelasgi, bun, care mereu trebuie să se găsească în operele care dorim să fie, sau să se afle printre operele ce vor fi eterne. Orice obiect, care este supus acestei Proporții de Aur produce o cu totul altă impresie de cât altele în care această Secțiune lipsește.

Dacă în Marea Piramidă sau în construcția templului de la Luxor nu ar fi fost respectată această regulă, atunci ele nu ar fi fost atât de grațioase, atractive și splendide.

Încercați de a face un model al acestei piramide sau al templului, însă schimbații dimensiunile cum ar fi: lungimea înălțimii sau unghiul de înclinare a planului feței lateralei față de planului bazei și veți observa că piramida și-a pierdut din farmecul frumuseții sale.

Desăvârșirea acestor opere antice de artă se datorează anume acestui raport – Secțiunii de Aur – Proporției Divine (*despre aceste lucruri curioase se va vorbi mai la concret în volumul VI – civilizația greacă și volumul X – civilizația vest-europeană, tangențial și la civilizațiile romană și bizantină*).

Aceste mărturii denotă în mod clar cât de avansate erau cunoștințele matematice practice ale artizanilor din Egiptul Antic, cunoștințe care erau unele dintre cele mai vechi din lumea antică.



Secțiunea de aur a segmentului $a + b$ din desen este realizată atunci când raportul dintre $\boldsymbol{a + b}$ și $\boldsymbol{a}$ este egal cu raportul dintre $\boldsymbol{a}$ și $\boldsymbol{b}$. În această ilustrație $\boldsymbol{a}$ este numit „*extremă rație*”, iar $\boldsymbol{b}$ este numit „*medie*”.

Euclid l-a denumit pe Φ ca fiind simpla împărțire a unui segment de dreaptă în ceea ce el a numit „*medie*” și „*extremă rație*”. Iată cuvintele marelui geometru: „*Spunem că un segment de dreaptă a fost împărțit în medie și extremă rație atunci când segmentul întreg se raportează la segmentul mai mare precum se raportează segmentul cel mare la cel mai mic*".

Cu alte cuvinte, în imaginea de mai sus, segmentul $a + b$ a fost împărțit într-o secțiune de aur cu simbolul Φ.

Raportul de aur este un *număr irațional* care poate fi calculat din ecuația:

care conduce la relația:

Această ecuație algebrică de gradul al doilea are două soluții (*rădăcini*).

Deoarece φ este o rație cu numitor și numărător pozitiv, φ este întotdeauna pozitiv:

Mulți artiști și arhitecți și-au proporționat lucrările conform raportului de aur, considerând că acesta conferă lucrării o estetică plăcută. În matematică acest raport are proprietăți interesante, și mai poate fi exprimat doar ca fracție continuă.

În secolul V î.Hr. matematicianul grec Hippasus din Metapontum a descoperit că Φ este un număr cu un număr infinit de zecimale, care nu prezintă nici o regularitate în repetarea lor (*adică este neperiodic, și anume irațional*). El a descoperit că Φ nu poate fi exprimat ca un raport între două numere întregi (de ex. *1/2, 3/4, 76/98,* … etc.).

Aceste cunoștințe, după datele egiptologului Şvoller de Liubici, au izvoare de existență cel puțin încă de prin anii 3000 î.Hr.

Bibliografie

1. BIRKHOFF, G. D. *Aesthetic measure*. Cambridge, 1933. 211 p.
2. HUMPHREYS, A. *Național Geographic Traveler – Egipt*. București: Adevărul, 2010. 402 p.
3. RUBINȘTEIN, R.I. *Miturile Egiptului Antic*. Chișinău: Lumina, 1966. 124 p.
4. STANCIU ION, GH. *O istorie a pedagogiei universale şi românești până la 1900*. București: EDP, 1977. 396 p.
5. БАРВИН, И.И., ФРИБУС, Е.А. *Старинные задачи*. Москва: Просвещение, 1994. 129 с.
6. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: физ-мат. литературы, 1959. 460 с.
7. ВАСЮТИНСКИЙ, Н. *Золотая пропорция*. Москва: Молодая Гвардия, 1990. 240 с.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p118-124

CIVILIZAȚIA EGIPTEANĂ ȘI EVOLUȚIA MATEMATICII EI

Ion COJOCARU, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0009-0000-5420-9713
e-mail: ion.toma.cojocaru@gmail.com
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Egiptul a fost țara care a constituit izvorul viu al civilizațiilor clasice și, totodată a fost „marea răspântie" comercială, politică și spiritual timp de aproape patru milenii. Cele mai vechi documente istorice cu texte matematice, care s-au păstrat și sunt cunoscute în istoria civilizațiilor lumii antice sunt cele atestate în Mesopotamia, Egipt, China și India. Ele datează aproximativ de prin mileniul al IV-lea î.Hr.
Cuvinte cheie: istoria civilizațiilor, problemă, metode de rezolvare, variante, răspuns.

Abstract. Egypt was the land that was the living source of classical civilizations and was also the "great crossroads" of commerce, politics and spirituality for almost four millennia. The oldest historical documents with mathematical texts that have been preserved and are known in the history of the civilizations of the ancient world are those attested in Mesopotamia, Egypt, China and India. They date back to approximately the 4th millennium BC.
Keywords: history of civilizations, problem, solution methods, variants, answer.

Circa 5000 ani în urmă pe timpul faraonului Djoser, când a fost ridicată cea mai impunătoare construcție din Egiptul Antic – Marea Piramidă (*Cheops*), a fost recunoscut ca zeu al înțelepciunii – omul de stat cu numele de Imhotep – primul arhitect, matematician, astronom, teolog și medic al cărui nume era cunoscut lumii antice. El a introdus în construcții piatra tăiată și compușii adezivi.

Construcția uriașelor piramide și a sfincșilor, scrierea cu hieroglife, utilizarea papirusului şi inventarea cernelii, farul și biblioteca din Alexandria sunt doar câteva vestigii, păstrate sau înscrise în istorie ca realități ale unei culturi înfloritoare, cu vaste cunoștințe în domeniul matematicii, fizicii, geografiei, astronomiei. Necesitatea deselor măsurători ale terenurilor în urma fiecărei inundații a fluviului, și toate construcțiile impecabil de armonios create: piramide, temple, palate etc. indică gradul neimaginabil a competențelor geometrice atinse de inginerii egipteni, care cu timpul s-au transformat în cunoștințe, care au pus fundamentele unei geometrii practic-aplicative pe care ulterior a fost creată geometria greacă. Anume în baza acestor opere nemuritoare: piramidele mărețe și Sfinxul, de care și timpul se teme (*unicele păstrate din cele 7 minuni ale lumii antice*), templele de la Abu-Simbel, de la Karnak etc. s-a confirmat geometria practică și din ea a apărut geometria axiomatizată.

Egiptul a fost țara care a constituit izvorul viu al civilizațiilor clasice [77] și, totodată a fost „*marea răspântie*" comercială, politică și spiritual timp de aproape patru milenii.

Cele mai vechi documente istorice cu texte matematice, care s-au păstrat și sunt cunoscute în istoria civilizațiilor lumii antice sunt cele atestate în Mesopotamia, Egipt, China și India. Ele datează aproximativ de prin mileniul al IV-lea î.Hr.

Marile bogății ale Egiptului au constituit: piatra din care se ridicau edificii (fig. 1), aurul, argintul, unele pietre semiprețioase.

Negustorii prin comerț: *exportau* grâne, țesături, pește uscat, piei, vase artistice din piatră, foi de papirus; *importau* arama, bronzul, lemnul pentru construcții.

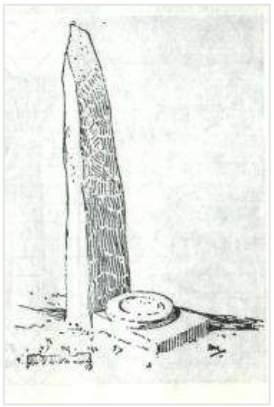


Figura 1. Astfel de indici erau plasați ca pietre de hotar pentru a delimita teritoriul statului

Un element de arhitectură egipteană, destul de original, a servit obeliscul – o coloană imensă, de obicei, confecționată din marmură roză din carierele de la Asuan (*regiunea Nilului de Sus*), masa fiecărei având câteva sute de tone, șlefuite sub forma unei piramide patrulatere alungite și cu vârful poleit cu aur. Aceste obeliscuri erau plasate, de obicei, în fața, templelor sau ca semn de hotar între nome. La răsărit de Soare vârful obeliscului iradia sub razele Soarelui o lumină feeric strălucitoare. Există câteva ipoteze cu referire la modul cum aceste obeliscuri imense au putut fi montate. Cel mai mare dintre obeliscuri cunoscut, ridicat în fața Templului Soarelui la Teba (*cca 1500 î.Hr.*) avea 105 m înălțime cu o bază sub formă de pătrat cu latura de peste 3 m și cântărind peste 430 tone. Mulți cuceritori, fiind impresionați de asemenea construcții le-au dislocat și transportat în țările lor, care sunt prezente și actualmente: la Roma (*cca 12 obeliscuri*), Constantinopol (*Stambul*), Paris, Londra ș.a.

Istoricul grec Herodot care a vizitat Egiptul prin secolul al V-lea î.Hr. a fost primul străin care a descris civilizația egipteană în scrierile sale. Însă însemnările lui Herodot erau bazate mai mult pe informațiile orale scrise după discuțiile cu oamenii vii, ceea ce denotă că o bună parte din aceste informații să fie mai mult un mit de cât o realitate.

În această „*țară a piramidelor*” cu multe mii de ani înainte de era noastră s-au ridicat edificii mărețe sub formă de palate, temple și piramide. Unele dintre ele s-au păstrat până la momentul actual. Aceste edificii superbe, precum și diversele lucrări de construcții, dezvoltarea prelucrării pământului, bazată pe irigările artificiale, au cerut destul de

timpuriu necesitatea unor cunoștințe matematice practice și îndeosebi a cunoștințelor geometrice.

Inventarea scrierii este strâns legată de dezvoltarea aparatului birocratic și a organizării politice a statului.

Regulile matematice, necesare pentru prelucrarea pământului, astronomie și lucrările de construcție, egiptenii antici le scriau pe pereții palatelor și pe papirusuri. Încă cu peste 5000 ani în urmă ei rezolvau probleme practice de aritmetică, algebră și geometrie. În problemele de aritmetică ei foloseau nu numai numere întregi, ci și numere fracționare. Culmea cuceririlor matematicii egiptene se poate considera calculul exact al volumului unui trunchi de piramidă cu baza sub formă de pătrat.

Cel mai mare papirus, care s-a păstrat până în zilele noastre și care conține cele mai vechi texte matematice – este așa numitul papirus Rhind sau Ahmes, copiat de scribul Ahmes prin secolul XVII și păstrat în British Museum ca copie a unui original de pe la anul 3400 î.e.n.. Papirusul are dimensiunile 5,25 m × 33 cm. El conține 84 probleme și un tabel cu fracții elementare („*fracții alicote*"). Papirusul a fost cumpărat în anul 1858 de către G. Rhind și studiat pentru prima oară de către profesorul M. Eisenlohr (Leipzig, 1877).

Alt papirus – papirusul Golenișcev (*5,44 m×8 cm*) scris în jurul anului 2000 î.Hr. și păstrat la Muzeul de Arte Plastice A. S. Pușkin din Moscova. El cuprinde 25 probleme. A fost cumpărat de specialistul pe problemele orientului, rusul V. S. Golenișcev în 1893 și studiat de savanții ruși – academicienii B. A. Turev și V. V. Struve.

Tabelul 1. Numerele și clasificația lor

𓏺	1	un băț de măsurat
𓎆	10	un val
𓍢	100	sfoara de măsurat
𓆼	1000	floarea de lotus
𓂭	10000	degetul arătător
𓆐	100000	o broască
𓁨	1000000	un zeu cu mâinile ridicate

Mai există un papirus care cuprinde doar aritmetică elină. Se pare că acesta a fost scris de un creștin-copt prin secolul VIII (*înainte de invazia arabă în Egipt*). El se păstrează în Muzeul din Gizeh.

Egiptenii au inventat acest sistem de numerație circa 5000 de ani în urmă. Acest sistem este unu din cele mai vechi sisteme de numerație și de scriere a numerelor cunoscute omenirii.

Pentru scrierea (*pseudozecimală*) a numerelor se foloseau semne speciale:

1 – egiptenii utilizau un semn, o crestătură pentru a număra o cantitate nu prea mare de obiecte, de altfel, cum au procedat oamenii din întreaga lume, semnificația – (*băț de*

măsurat lungimile). Dacă liniuțele era necesar de a fi desenate între-un număr mai mare apoi ele erau așezate în două rânduri.

10 – cu astfel de piedici egiptenii împiedicau vacile (*val sau piedica pentru bovine*), se mai presupune că este imaginea palmei sprijinite în degete. Dacă era necesitatea de a desena mai multe zeci, atunci hieroglifa era repetată, în dependență de numărul cerut. Aceasta se refera și la celelalte hieroglife.

100 – acest simbol reprezintă frânghia cu ajutorul căreia se măsurau terenurile de pământ după revărsările Nilului (*sfoară de măsura a 100 coți*).

1000 – este simbolul florii de lotus.

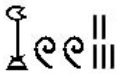
10000 – era parcă o avertizare „*în numerele mari fiți vigilenți!*" aceasta se menționează prin degetul arătător ridicat în sus.

100000 – este mormolocul, un mormoloc obișnuit de broască.

1000000 – văzând un astfel de număr un om obișnuit se mai miră tare și de mirare ridică mâinile către cer (*zeu*).

- 10000000 – egiptenii se închinau lui Amon Ra – zeul soarelui și, probabil, de aceia cel mai mare număr cu care se opera în acel timp l-au reprezentat sub forma soarelui ce răsare.

Cifrele numerelor se scriau începând cu cele de o valoare mai mare și terminând cu cele de valoare mai mică. Dacă zeci, unități sau un alt oarecare ordin lipsea atunci se trecea la alt ordin:

 – reprezentarea numărului 1205,

– reprezentarea numărului 1023029.

Scrierea la vechii egipteni prezenta trei variante:

- *hieroglifică* – sculptată de la dreapta la stânga,
- *hieratică* – cursivă, executată de obicei cu cerneală,
- *demotică* – schematizată.

Uneori pentru adunare și scădere se foloseau simbolurile – semne ce indica:

De asemenea erau la modă probleme cu „*hau*" sau „*aha*" (*grămadă sau nisip*). Noi astăzi le-am numi probleme cu o necunoscută. În texte apar și probleme simple de gradul II (*de obicei sub formă incompletă*), sub formă de sume de puteri, probleme de „*pesu*", privitoare la amestecuri o (*consistența în bere sau pâine*). Aceste „*pesu*" au apărut din practica cotidiană, care ulterior au fost nu odată verificate și erau transmise ca niște descoperiri matematice, ca niște lucruri sfinte transmise din tată în fiu (*mai ales în breasla meseriașilor*). Aceste rețete de amestecuri, care reprezentau anumite rații și au pus baza fracțiilor, primele fiind – fracțiile alicote.

În scrierea fracțiilor se foloseau simbolul (Ra) plasat deasupra numărului. Se utilizau de obicei fracțiile alicote cu numărătorul 1. Așa, de exemplu, reprezintă fracția *alicotă* $\frac{1}{10}$.

Alte tipuri de fracții se descompuneau tot în fracții alicote. De exemplu: se descompune $\frac{2}{3}=\frac{1}{2}+\frac{1}{6}$.

În general, numitorii fracțiilor erau considerați divizori ai lui 30 (*o lună avea 30 de zile*). Se presupune că alegerea bazei fracțiilor în calitate de divizori ale numărului 30, avea o tangență cu acea de alegere a bazei sistemului de numerație picioarele unui om care vine – adunarea; sau picioarele unui om care pleacă – scăderea.

Această scriere avea ceva comun cu cel mesopotamian, adică a numărului 60, care este considerat ca unul dintre cele mai eficiente baze unui sistem de numerație din toate timpurile, deoarece are cei mai mulți divizori: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60 (*12 la număr*), pe când baza sistemului actual de numerație (*sistemul zecimal*) are doar 4: 1, 2, 5, 10 (*în total 4*). În calculul cu numerele naturale se practica operațiile în sistemul zecimal de numerație – un sistem departe de a fi perfect:

1. Din necesitățile practice s-a ajuns la calcule de arii (dreptunghi, trapez, cerc). În calculul ariei cercului de diametrul *d*, se consideră un pătrat „*echivalent*" de latură $l=\frac{8}{9}d$ Echivalând cele două arii (A_{carc} = $A_{păătra}$) se obține pentru π o aproximare de *3,16*.

2. Se cunoșteau calcule de volum pentru cub, paralelipiped, cilindru, piramidă patrulaterală.

3. În papirusul de la Moscova este calculat corect volumul unui trunchi de piramidă patrulaterală regulată.

4. Pentru a trasa terenuri cu unghiuri drepte (*după retragerea apelor Nilului*) harpedonauții (*trasatori de sfori*) foloseau sfoara cu *3 + 4 + 5 = 12* noduri (*cunoscând relația* $3^2 + 4^2 = 5^2$), care presupune cunoașterea teoremei lui Pitagora. Acești măsurători (*harpedonauți*) de teren aplicau procedeul de a construi pe teren cu ajutorul unei frânghii cu 12 noduri un triunghi dreptunghic cu ipotenuza egală cu 5 unități și catetele egale cu, respectiv 3 și 4 unități respective ale unei frânghiei cu măsura dată de 12 noduri distribuite la distanță egală unul de la altul.

5. Piramidele au o înclinare sensibil aceeași (*aproximativ 51°50′*) calculată pentru tangenta unghiului. Este vorba de raportul dintre apotema bazei, adică jumătatea lungimii laturii bazei și lungimea înălțimii. Este o aplicație a funcțiilor trigonometrice în matematica egipteană.

6. Piramidele egiptene sunt mari realizări ale civilizației egiptene. În special: Marea piramidă – piramida Cheops este considerată ca model unic a exactității calculelor

matematice: vârful ei se află fix deasupra centrului bazei piramidei, unghiurile de înclinare a muchiilor și a fețelor laterale față de planul bazei piramidei sunt impecabile, fiecare bloc de piatră se află strict la locul său și foarte strâns se lipește de celelalte blocuri (*o lamă de bărbierit nu poate fi introdusă între ele*).

7. Piramida Cheops mărturisește despre cunoașterea de către egiptenii antici a proporției de aur $\Phi = 1,618$.

8. Marea Piramidă atestă cunoașterea scribilor cu valoarea destul de exactă pentru acele timpuri a le numărului π egală cu 3,144 și a raportului dintre numărul π și proporția de aur – Φ.

9. Papirusurile cu texte matematice: papirusul Moscovit (*1890 î.Hr.*) și papirusul Rhind (*1850-1800 î.Hr*.) indică toate cuceririle matematicii egiptene. În aceste texte și în textele mai recente, în special, cele care se referă la perioada hicsoşilor (*popoare nomade asiatice*) sunt descrise operațiile matematice de bază: adunarea, scăderea, înmulțirea, împărțirea și înmulțirea numerelor naturale, precum și a fracțiilor alicote; puterea pătrată și cubică a numerelor și rădăcina de ordinul doi; descompunerea fracțiilor în sumă de fracții alicote; calcularea progresiilor aritmetice și geometrice; soluționarea ecuațiilor de gradul I; soluționarea ecuațiilor de gradul II cu ajutorul metodei *regula falselor*; determinarea unei terminologii geometrice, care rezulta din denumirile formelor terenurilor inundate; calcularea ariilor triunghiurilor, patrulaterelor, discului ($\pi \approx 3,1605$); calcularea volumului paralelipipedelor, cilindrilor și a piramidei neregulate; calcularea unghiului de înclinare a fețelor laterale față de baza ei. În papirusul Rhind este atestat numele unuia dintre primii matematicieni a civilizației egiptene – scribul Ahmes (*1400 î.Hr*.).

10. Egiptenii antici deja aveau o reprezentare avansată despre relațiile metrice în planimetrie, raporturile spațiale și competențe de alcătuire a schițelor tehnice. Despre acestea mărturisesc desenele tehnice și unele schițe ajutătoare ale construcțiilor realizate în acele timpuri (*consultați urbanizarea, arta*). De exemplu, planul cavoului faraonului egiptean Ramses IV (*sec. XII .Hr*.), sau planul minelor aurifere nubiene (*anii 1300 î.Hr*.).

11. Pe picturile murale de pe pereții cavourilor faraonilor erau reprezentate instrumentele cu care lucrau meșterii constructori în acele timpuri: *firul cu plumb, sfoara de măsurat, cumpăna zidarului*, și alte instrumente de măsură. Cu ajutorul *sforii de măsurat* egiptenii construiau unghiul drept încă la ridicarea primelor piramide în mileniul IV î.Hr. (*ei construiau cu ajutorul unei sfori de lungime arbitrară, pe care erau plasate la aceeași distanță 13 noduri, un triunghi dreptunghic cu laturile 3, 4, 5 cunoscut în istoria matematicii sub denumirea de triunghi egiptean*); cu ajutorul *firului cu plumb, a cumpănii zidarului* şi a *construirii unghiului drept* era păstrat panta necesară a înclinării – așa numitul *seked*; această abordare empirică corespunde asemănătoarei funcții trigonometrice moderne – cotangenta unghiului de înclinare a feței laterale față de planul bazei piramidei.

12. Egiptenii inventează calendarul de 365 de zile în mileniile V-IV – data este incertă, unii istorici presupun că e vorba de anii 2700 î.Hr.

13. În timpul perioadei eleniste (*sec III î.Hr*.) Eratostene a elaborat procedeul măsurărilor intermediare a dimensiunilor Pământului. Măsurând distanța dintre Alexandria și Asuan, el a calculat ulterior lungimea meridianului Pământului: ea se egala cu 252000 stadii și diametrul Pământului egal cu aproximativ 25000 de mile. Pentru măsurare Eratostene a folosit instrumentul *scafe,* cu ajutorul cărui se putea de determinat înălțimea poziției Soarelui. Din multitudinea de etaloane de măsură a stadiei de la 157,7 m până la 210 m, Eratostene a ales, după cum presupunea Platon, stadia egipteană egală cu 157,7 m. În acest caz rezultatul lungimii meridianului, care se echivalează cu 39690 km, măsură care doar neesențial diferă de rezultatele realizate în 1967 (*40008 km*) și a diametrului Pământului de aproximativ 8000 de mile, iar lungimea cercului terestru – de peste 25000 de mile.

14. Eratostene alcătuiește o hartă care a devenit culmea artei cartografiei a acelor timpuri.

15. Faraonul Ptolomeu al III-lea la 7 martie 238 î.Hr. emite directiva de a adăuga la fiecare al 4-lea an o zi de trecere, adică introduce în uz *anul bisect*.

16. Savanții egipteni cunoșteau legile optice, adică bazele teoriei vizibilității și reprezentării imaginilor redate de suprafețele reflectante. Era cunoscută legea refractării luminii la bariera de delimitare a mediilor transparente și teoria oglinzilor plate și sferice. În Marea Piramidă a fost găsită sticlă care poate fi îndoită fără a se face țăndări.

17. Prin anii 2200 î.Hr. egiptenii utilizau aliajul clasic al bronzului: 90% de aramă și 10% de staniu. Aceasta mărturisește despre cunoașterea în acele timpuri a unui proces avansat de topire și abilitatea egiptenilor antici de a controla acest proces. În Marea Piramidă au fost descoperite instrumente și arme confecționate din fier, care nu se supun oxidării, adică nu ruginesc. Prin urmare egiptenii erau cunoscuți cu astfel de tehnologii de topire și prelucrarea fierului cu 3 milenii înaintea erei noastre, care era mult mai avansată de cât cele actuale.

Matematica egipteană a avut ulterior influență asupra matematicii grecești mai ales la începuturile ei.

Bibliografie

1. CIOBAN, M.M., VALUȚĂ, I.I. *Elemente de istorie a matematicii și matematica în Republica Moldova.* Chișinău: UST și UTM, 2006, 380 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976, 304 p.
3. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: физ-мат. литературы, 1959. 460 с.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p125-130

GEOMETRIA PIRAMIDEI LUI CHEOPS

John COJOCARU, cibernetician, inginer bancar
https://orcid.org/0000-0002-5107-614X
e-mail: john.cojocaru@gmail.com
Leicester, Marea Britanie

Rezumat. În epoca construcțiilor marilor piramide de la Ghizeh în timpul dinastiei a IV-a (2900 î.Hr.) este înălțată una dintre cele mai fantastice construcții ale antichității, considerată pe drept una dintre cele șapte minuni ale lumii antice. Ea este unica din acele șapte minuni ale lumii antice, care s-a păstrat până la momentul actual. Acest monument istoric este construit pe timpul domniei lui Cheops (Khufu).
Cuvinte cheie: minuni ale lumii, piramidă, matematica piramidelor.

Abstract. During the construction of the Great Pyramids of Giza during the 4th Dynasty (2900 BC), one of the most fantastic buildings of antiquity was erected, rightfully considered one of the seven wonders of the ancient world. It is the only one of those seven wonders of the ancient world that has survived to the present day. This historical monument was built during the reign of Cheops (Khufu).
Keywords: Wonders of the world, pyramid, pyramid mathematics.

În epoca construcțiilor marilor piramide de la Ghizeh în timpul dinastiei a IV-a (*2900 î.Hr.*) este înălțată una dintre cele mai fantastice construcții ale antichității, considerată pe drept una dintre cele șapte minuni ale lumii antice. Ea este unica din acele șapte minuni ale lumii antice, care s-a păstrat până la momentul actual. Acest monument istoric este construit pe timpul domniei lui Cheops (*Khufu*).

Dimensiunile piramidei lui Cheops (*concepute în coți întregi*): latura bazei 232,805 m (*actualmente 227,5 m*), iar înălțimea 148,208 m (*azi 137,18 m*). Aria suprafeței ocupate de baza piramidei e de 5,37 ha. Până către secolul al XIX-lea când a fost construit soborul din Köln era considerată ca cea mai înaltă construcție din lume, care putea fi zărită de la o distanță de peste 40 de km.

Marea Piramidă din Ghizeh este aliniată precis cu stelele Centurii lui Orion, ceea ce presupune o energie misterioasă a piramidelor. Unii cred că acest aliniament permite piramidei să se folosească de energia cosmica. Studii recente au sugerat că piramida poate concentra energia electromagnetică. Este posibil ca civilizațiile antice să fi știut cum să manipuleze energia în moduri pe care încă nu le putem înțelege? Ce secrete mai pot ascunde piramidele?

Vederea ei stranie reprezenta o frumusețe solemnă și înfricoșătoare, mai ceva ca moartea (fig. 1).

Această construcție neimaginabil de imensă cu baza un pătrat și fețele laterale în formă de triunghiuri isoscele impecabile se înalță din pustiul nisipos către cer, te impresionează prin simplul fapt că această grandoare și armonie a ei a fost calculată de arhitecții și meșterii pietrari antici cu o precizie impecabilă și nu a fost zidită aiurea, la

întâmplare, ci în baza celor mai stricte reguli matematice. Acestea rezultă și din mărturiile lui Herodot. El povestește, că preoții egipteni, de obicei deținătorii tuturor cunoștințelor, inclusiv și a celor matematice, i-au destăinuit, că secretul armoniei ce este realizat în construcția Marii Piramide se află în procedeul matematic că *aria triunghiului unei fețe laterale este egală cu aria pătratului, care are drept lungime a laturii lungimea înălțimii piramidei.*

Figura 1. Fotografia piramidei Cheops

Tăierea, transportul și ridicarea celor 2300000 de blocuri de piatră, fiecare cu o greutate medie de 2 (*după unii istorici*) sau 6-15 tone (*la alții*) și o înălțime de 70 m, de către o armată de țărani liberi stă drept mărturie a spiritului organizatoric și a cunoștințelor tehnic-științifice ale epocii. Volumul total al blocurilor este de peste *2,5 mln.* m^3 . Blocurile erau tăiate în cariera de piatră nu departe de orașul Memfis, apoi duse pe Nil cu ajutorul plutelor după cursul apei. După părerea lui Herodot, blocurile de piatră erau ridicate la etajul nivelului dat, folosind panduse – plane înclinate. După alte păreri, mult mai moderne, au fost utilizate dispozitive de tipul macaralei. Blocurile au fost aranjate în 203 nivele; inițial au fost 210 de la bază și până la vârf. Piramida înălțată de Khefren (*Khafre*) al IV-lea și Mikerinos (*Menkaure*), al VI-lea faraon al dinastiei, ocupă o suprafață egală cu aria a 10 terenuri de fotbal.

Baza piramidei este orientată față de punctele cardinale cu o eroare de 0,12%. Pentru construcții de asemenea amploare o astfel de eroare este destul de minimă, ceea ce denotă perfecțiunea matematică a acestei minuni antice. Oamenii de știință nu pot înțelege cum egiptenii au putut atât de exact să orienteze vârfurile bazei piramidei spre punctele cardinale. Intrarea în piramidă, respecta cerințele religioase ale Regatului Vechi și era orientată spre Steaua Polară. Ea era pe fața nordică.

Muchiile laterale ale piramidei au o înclinare față de planul bazei sub un unghi de 52º, fix necesar pentru a putea fi înscrisă într-o semisferă. Inițial piramida a fost fățuită cu

plăci, iar vârful ei poleit cu aur. Au fost necesare peste 100 mii de pietre-plăci neted poleite. Fiecare din aceste plăci avea o greutate de aproximativ 10 mii de kg. În anul 1300 î.Hr., în urma unui cutremur de pământ de mare magnitudine, aceste plăci s-au surpat, și o bună parte din ele a fost folosită pentru construirea altor edificii.

Dacă am presupune, că constructorii ar fi muncit câte 10 ore în fiecare zi timp de 365 de zile pe an, atunci pentru a termina construcția ar trebui 20 de ani, după cum este primit, ei ar fi trebuit să monteze câte un bloc în fiecare două minute.

Acest monument gigantic reprezintă o adevărată carte din piatră – un mesaj al științei acelor timpuri către posteritate: raportul dintre înălțimea și dublul laturii bazei este egal cu π (pi); masa piramidei este egală cu 5,273 miliarde kg, care fiind înmulțită cu un miliard de miliarde, dă exact masa Pământului; fețele laterale ale piramidei, care la prima vedere din ochi par a fi absolut netede, însă într-adevăr ele posedă o convexitate și această curbură până la un grad coincide cu curbura suprafeței Pământului. Din cercetarea minuțioasă a plitelor cu care a fost fățuită piramida s-a determinat că prelucrarea lor a permis o eroare nu mai mult de 0,2 mm, iar ele atât de strâns se lipeau una de alta încât nici o foaie de caiet nu putea să se strecoare între ele. Reieșind din aceste considerente mulți cercetători presupun, că Marea Piramidă reprezintă prin sine un model al Pământului la scara 1:43200. În interiorul acestei piramide au fost găsite mărturii ce denotă un grad avansat de înțelepciune și cunoștințe fundamentale în domeniul matematicii, fizicii optice, metalurgiei topirii și prelucrării fierului: sticlă ce poate fi încovoiată fără a se sfărâma, instrumente și arme confecționate din fier, care nu se oxidează.

Totodată aceste construcții au scos la iveală o funcționalitate astronomică extrem de complexă, bazate pe calcule matematice, având ca rezultat „*cifre cosmice*”. S-a determinat, că *cotul* utilizat ca unitate de măsură în investigațiile matematice cu referire la piramide, și anume la Piramida Mare, în mărime de 524,1484 mm se împărțea exact în 8 *degete* fiecare de câte 18,7195 mm. Rezultatele măsurării diagonalelor bazei, perimetrului, laturii, apotemei, intersecției și perpendicularelor trasate din centrul bazei și înălțimea piramidei dau ca rezultat următoarele valori numerice: 49280, 34850, 11720, 12320, 9970, 5840, 4840, 7840. Cel mai incredibil este că aceste numere respective se transformă în numere cosmice. Așa logică a acestor calcule sunt atestate prin prezentarea respectivelor numere ce reprezintă cicluri de zile în multiple exacte a diverselor cicluri planetare. De exemplu: 4840 de zile pământești reprezintă echivalentul perioadelor sinodice ale planetei Mercur; iar 5840 de zile pământești reprezintă echivalentul perioadelor sinodice ale planetei Venus.

În construcția piramidei au fost aplicate cele mai avansate cunoștințe din domeniul științelor timpului: planul înclinat, tăvălugii, pârghia.

Multe întrebări apar referitor la destinația acestei piramide [5].

- Poate fi un monument sau cavou dedicat Zeului-Faraon?
- Era un laborator de cercetări științifice necunoscute și nebănuite de noi actualmente?

- A fost un centru de cercetări astronomice?
- Era un calendar solar, ceas solar?
- A fost un punct de reper în complexe măsurări topografice?

E ridicol să accepți că atâtea cunoștințe și atâta inteligență omenească au fost folosite doar pentru a construi un simplu cavou unui faraon.

Herodot povestește, că construcția piramidei Cheops a durat aproape 20 de ani. Peste fiecare trei luni se schimbau muncitorii, numărul cărora atingea 100000 de oameni. Munca era atât de istovitoare încât nimeni nu putea suporta mai mult de trei luni.

Există enorm de multă informație despre piramide și mai ales despre Marea Piramidă din Egipt.

Fără îndoială că piramidele sunt printre cele mai misterioase și importante structuri megalitice, poate din întreaga istorie recentă a Pământului, începând cu civilizațiile Lemuria și Atlantida și până în zilele noastre. În general, majoritatea cercetărilor se concentrează doar pe aspectele matematice, astronomice și filozofice și mai puțin pe aspectele spirituale. De aceea există câteva aspecte importante ținute mai la șest, despre care nu se discută în zilele noastre.

Știm că oamenii în general, mai ales cei spirituali, sunt foarte atrași de piramide, în special, de Marea Piramidă din Egipt, fiind considerată și una dintre cele Șapte Minuni ale Lumii. Pe undeva e normal, deoarece în jurul piramidelor s-a creat un fenomen de marketing excesiv pentru promovare, turism și bani. Există în continuare anumite secrete, unele dintre ele ascunse pentru a nu distruge imaginea sacră a piramidelor.

În urma unui experiment în care s-a testat mărețul Efect de Piramidă, s-a ajuns la câteva concluzii interesante. Ce să-i faci, intuiția are câteodată nevoie și de confirmări – fiecare ipoteză are dreptul la existență și dacă apare o idee năstrușnică, apoi ea trebuie a fi cercetată după metode științifice. S-a folosit o piramidă din cadru de metal suflată cu aur pentru conductibilitate. Deși arată un pic ridicol, s-a pus ocazional pe cap, pe post de „releu dimensional" la meditațiile colective. Ei bine, în tot acest timp, s-a cules din noosferă câteva idei năstrușnice.

Efectul de Piramidă este real și pare confirmat, asta-i clar. În schimb, s-au făcut câteva măsurători radiestezice în ceea ce privește Energia Benefică Fundamentală (EBF-ul) a Piramidei lui Keops și nivelul Hawkins, acum, în prezent, dar și în trecut, în variantă originală. Pentru că Marea Piramidă a lui Keops – și vorbim de ea, este cea mai cunoscută – cu timpul, s-a degradat în proporție de 30-40%!

Piramidele au fost create cu precizia unui ceas atomic. Coincidență? În nici un caz. Acest lucru ne arată că scopul construcției era unul foarte precis și nicidecum ceva trântit la nimereală! Oricine a lucrat cu piramidele știe că sunt asemănătoare unor construcții vii, cu rol rezonator. Piramidele se acordează imediat la câmpul EM al unei ființe vii. Încetinesc îmbătrânirea, reglează ritmul circadian și corectează diferite dezechilibre. Prin intermediul

lor, se pot accesa dimensiuni superioare de existență, iar în vremurile antice, Marea Piramidă era un instrument folosit la Ascensiunea Spirituală. De aceea piramidele au fost construite de sclavi, din simplul motiv că aceste construcții erau sacre, iar conștiința „operatorului" trebuia să fie una pură, nealterată de stări de vibrație joasă precum frica sau furia. Nu e nimic magic aici, e doar Efectul Observatorului. Între timp, gândiți-vă numai la câte jafuri și blesteme s-au petrecut în interiorul acestor piramide.

Varianta originală a Piramidei lui Keops avea un strat de calcar lustruit care reflecta lumina soarelui aproape perfect. În prezent, acest contur energetic exterior este inexistent. Vibrația din Marea Piramidă a scăzut de la 540 Hawkins (*Serenitate și Bucurie*) la 250 Hawkins (*Neutralitate, deci energii pestrițe și fluctuante*) având un indice EBF de doar 50%! Ceea ce se vede în prezent este un instrument grav avariat și deteriorat. Chiar dacă geometria interioară este păstrată în mare parte, conturul energetic de la suprafață este distrus. E ca și cum a luat cineva pielea de pe om.

De exemplu, piramidele din America de Sud calibrează și mai jos ca vibrație, deoarece sunt impregnate cu ritualuri de sacrificii umane. Da, sunt frumoase, sunt impozante, sunt încărcate de istorie milenară. Unii dintre cercetători au avut vieți anterioare în acele zone, karmă de vindecat și alte chestiuni de rezolvat. Cu toate acestea, unii riscă să fie fragmentați cu sufletul sau chiar să se îmbolnăvească. Cei care fac inițieri la astfel de piramide deteriorate sau se duc să contacteze diferite entități și planuri dimensionale, pot avea surprize neplăcute sau se pot trezi cu aura parazitată.

Din păcate, piramidele au devenit niște morminte răsuflate, niște bombe temporale, la propriu. Părerea specialiștilor e că piramidele au ajuns să fie folosite fix pentru alte scopuri față de cele pentru care au fost create inițial.

Egiptul era o civilizație prea frumoasă, prea înfloritoare și a trebuit să fie distrusă și transformată în deșert de către reptilienii menționați în Tăblițele de Smarald ale lui Thoth. Din același motiv, și la noi actualmente se vrea același lucru. Spiritual vorbind, avem tot ce ne trebuie, iar asta înseamnă adevăratul belșug!

În continuare cercetăm poza interioara a Marii Piramide din Ghizeh. Cum să construiești așa ceva acum 5000 ani, când omenirea se afla într-un stadiu de dezvoltare destul de înapoiat ... ce sa mai spunem de faptul că pietrele au fost extrase de la o cariera de piatra din Asuan, de la 845 km de locul unde a fost construită piramida, Camera Regelui construita din pietre, așa de bine puse, încât nu încape între ele nici măcar un card sau lamă de bărbierit, fiecare latură a piramidei este orientată spre un punct cardinal, plasată exact pe paralela de 30° care separă în mod egal uscatul de ape, diagonalele prelungite ale piramidei trec prin centrul fiecărui continent, o latura a piramidei are 365 de coți și puțin ceva, exact cate zile are un an. Era atunci împărțit Pământul în longitudine și latitudine? Nu credem. Cunoșteau egiptenii toate continentele lumii și mijlocul acestora? E îndoielnic, da poate nu? Deci, ce argumente ar mai trebui aduse în favoarea ipotezei că Marea Piramida

nu a fost construită de egipteni, sau poate au găsit-o acolo, fiind mult mai veche ... o simplă operă a creativității antice, care a scăpat nedeteriorată: de timp, de barbari etc.

Se crede că Marile Piramide egiptene au fost construite de faraoni în urmă cu aproximativ 4000 de ani. Piramidele nu au fost doar un simbol vizibil al autorității și omnipotenței faraonului în timpul vieții sale, ci au devenit și monumente după moartea conducătorilor. Cu toate acestea, chiar dacă funcția piramidelor este mai mult sau mai puțin înțeleasă de știința modernă, epoca exactă a creării lor rămâne necunoscută și incertă. Autorii consideră că piramidele egiptene sunt mai vechi decât se crede că sunt și au existat înainte de primii egipteni!

Inginerul și scriitorul științific John Anthony West a făcut o declarație șocantă nu cu mult timp în urmă. Unul dintre cele mai remarcabile monumente de pe Platoul Gizeh, în opinia sa, este mult mai vechi decât ne dăm seama și nu ar fi putut fi ridicat de egiptenii antici. Faptul este că dânsul a descoperit brazde din fluxurile de apă din spatele sfinxului, ceea ce indică faptul că Egiptul avea anterior un climat tropical. Drept urmare, Sfinxul are cel puțin peste 7.000 de ani. Mai devreme, se credea că Marele Sfinx a fost construit la ordinele faraonului Khafre, care este, de asemenea, legat de cea de-a doua cea mai mare piramidă de pe platoul Gizeh. Cu toate acestea, după ce au descoperit urme de apă pe Sfinx, au început să le caute asemeni urme și pe piramide. Așadar, cercetătorii au descoperit o gaură la o înălțime de doi metri în interiorul piramidei Keops, care era complet acoperită de scoici. Aceasta nu puteau semnifica decât un singur lucru: baza piramidei a fost scufundată în apa. Piramida dată are cel puțin 9.000-10.000 de ani. Ghețarii au început să se topească în urmă cu aproximativ 10.000 de ani, ca urmare a creșterii temperaturilor, ducând la o creștere cu 70 de metri a nivelului Oceanului Mondial. Apa a acoperit baza piramidei Keops pentru o perioadă lungă după aceea. Piramidele ar putea avea o vechime de mii de ani, crezând că civilizația egipteană a început cu aproximativ 3500 ani în urmă. Sfinxul și piramidele, pe de altă parte, se află pe platoul Ghizeh de milenii. Dacă nu egiptenii, atunci cine le-a construit?

Bibliografie

1. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976. 304 p.
2. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987. 208 p.
3. HUMPHREYS, A. *Național Geographic Traveler – Egipt*. București: Adevărul, 2010. 402 p.
4. MECARI, L. G. *7×7 Minuni ale Lumii Antice*. București: Ștefan, 2010. 336 p.
5. RODRIGUEZ, T. M. *Mari mistere ale trecutului. Civilizații străvechi și enigmele lor*. București: Litera Internațional, 2008. 168 p.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p131-135

MUSEIONUL ȘI BIBLIOTECA – CENTRU CULTURAL ANTIC

Natalia COJOCARU, cercetător
https://orcid.org/0009-0005-7493-4919
e-mail: natasa.cojocaru@gmail.com
Leicester, Marea Britanie

Rezumat. În lucrare se descrie istoric Museionul – un muzeu-palat al culturii și științelor timpurilor de glorie ale științei egiptene, în care era concentrată toată viața științifică a Alexandriei, Egiptului și a întregii lumi elenistice - Academia de Științe a Levantului.
Cuvinte cheie: Museion, bibliotecă, civilizația egipteană, istorie, Eratostene.

Abstract. The work describes historically the Museion – a museum-palace of culture and sciences of the heyday of Egyptian science, in which the entire scientific life of Alexandria, Egypt and the entire Hellenistic world was concentrated - the Academy of Sciences of the Levant.
Keywords: Museion, library, Egyptian civilization, history, Eratosthenes.

În secolul al III-lea î.Hr., în timpul domniei lui Ptolomeu I Soter, în Alexandria se înființează Museionul – un muzeu-palat al culturii și științelor acelor timpuri de glorie a științei egiptene – Locul Muzelor, în care cărturarii filozofi lucrează împreună pe cheltuiala regelui. Museionul sau Muzeul din Alexandria a fost unul dintre cele mai importante centre intelectuale ale lumii elenistice. Toate informațiile care ne parvin despre Museion și a sa bibliotecă, comparată deseori cu Academia lui Platon, se regăsesc în operele autorilor din Antichitate.

Istoria Muzeului din Alexandria începe cu funcția sa religioasă, de loc dedicat adorării celor nouă muze, patroanele artelor. Între timp, muzeul a obținut o funcție predominant culturală, atât datorită acestor edificii pe care le cuprindea, cât și datorită personalităților culturale care au ocupat diverse funcții în cadrul său sau au vizitat Museionul.

Titlul de muzeu dat instituției nu are similitudini cu sensul obținut de acest cuvânt în timpul Renașterii, de instituție care se ocupă cu păstrarea, cercetarea, valorificarea și expunerea obiectelor care prezintă interes istoric, științific și artistic.

Funcționarea Muzeului era asigurată de cei aproximativ 1.000 de cercetători și de un personal alcătuit din persoane destul de erudite. Toți aceștia erau remunerați pentru serviciile lor, erau scutiți de taxele publice și primeau cazare. Museionul era administrat de un preot, numit de faraon.

Este și un templu a celor nouă muze, zeițe – protectoarele artelor și științei, însoțitoare ale zeului Apolon: Clio – muza istoriei, Urania – muza astronomiei, Trepsihora – muza dansurilor, Melpomena – muza tragediei, Talio – muza comediei, Erato – muza poeziei de dragoste, Polihimnia – muza imnurilor sfinte, Caliope – muza poeziei epice, Euterpa – muza cântecelor lirice.

Potrivit miturilor antice grecești muzele au sălașul pe muntele Parnas. Însă acesta nu era un muzeu cum cunoaștem noi în sensul adevărat al cuvântului, dar mai corect – prima Universitate, sau prima Academie de Științe din lume. În incinta lui se găsea cea mai bogată bibliotecă a antichității, un laborator, un observator, o sală de conferințe, un parc, o menajerie. La Museion era concentrată toată viața științifică a Alexandriei, Egiptului și a întregii lume elenistice – un fel de Academie de Științe a Levantului. În Museion lucrau savanți eminenți, și operele lor faimoase pe drept au fost imortalizate în istoria științelor.

Aici au lucrat personalități remarcabile ca: Zenodot primul bibliotecar din Museion, Callimah, poet și erudit elenist, director al Bibliotecii din Alexandria, marele geometru Euclid, matematicianul și geograful Eratostene, Erasistrate, fondatorul Școlii Medicale din Alexandria, matematicianul și fizicianul Arhimede, marele sofist-savant Aristotel, astronomul Aristrahos din Samos, matematicianul Dionisie, prima femeie matematiciană din lume – Hipatia ș.a.

Una din marile realizări ale Școlii Matematice din Alexandria se poate considera studiul matematic al geometrului și matematicianului Eratostene a lungimii cercului Pământului realizat în sec. 311 î.Hr. Acest savant al antichității egiptene la apusul gloriei acestei civilizații utilizând proprietățile unghiurilor din cele mai variate racurse a reușit să calculeze cu o precizie remarcabilă lungimea cercului emisferei Pământului (fig. 1).

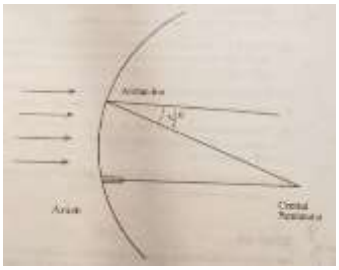


Figura 1. Reprezentarea geometrică a modului de cugetare a lui Eratostene

Iată datele ce descriu cum a procedat Eratostene: la Asuan, unde actualmente este bazinul Naser este posibil că într-o anumită zi a anului razele Soarelui să pătrundă într-o anumită grotă (*ca la multe artefacte din mapamond, de exemplu complexul Stonehendje din Marea Britanie*). În aceeași zi, adică la aceeași oră, la Alexandria, Soarele realizează prin fluxul razelor sale un unghi de 7 întregi și$1/2^0$ cu un gnomom (*țăruș*) înfipt în pământ. Cunoscând că distanța dintre Asuan și Alexandria de 500 mile corespunde unui unghi de $7\frac{1}{2}^{\circ}$, au determinat o proporție simplă $\frac{500}{7{,}5^{\circ}} = \frac{x}{360^{\circ}}$, adică cercul Pământului are lungimea de 24000 mile. Este curios că cu toate că, excelentul geograf-matematician al atichității egiptene și elene la acel moment istoric a realizat ci tehnici rudimentare a realizat astfel de calcule care diferă destul de puțin de cele actuale, care denotă C_p *= 24901,55 mile.* Nu vă pare o minune a calculului matematic egiptean????

În Alexandria – principalul centru cultural al lumii eleniste se înființează în secolul III î.Hr. Biblioteca cu un fond de lucrări de peste 7000000 de exemplare, selectate și

adunate din diferite țări din întreaga lume antică. Ea ocupa o arie de peste 80 mii m^2. În interiorul ei se afla un laborator pentru restabilirea textelor vechi. Tot odată aici au activat unii dintre cei mai dotați savanți ai timpului. De exemplu în cadrul Bibliotecii a activat eminentul Eratostene. El a calculat cu o precizie de invidiat în secolul al III-lea î.Hr. lungimea ecuatorului și raza Pământului. Aici au învățat și au început activitatea marele Arhimede, Hieron, Aristarh, Zenodot ș.a. Istoria Bibliotecii din Alexandria, considerată azi un simbol al cunoașterii, împletește fapte reale, numere discutabile, nume celebre și teorii mai mult sau mai puțin fanteziste. Știm că a fost construită într-un oraș din nordul Egiptului, situat pe malul Mării Mediterane, care își primise numele în cinstea lui Alexandru Macedon, supranumit „*cel Mare*", cuceritorul lumii. A fost o importantă instituție culturală, totuși nu singura de acest fel.

Centrul cultural adăpostea peste 100 de specialiști ale căror sarcini erau să colecționeze manuscrise vechi (*grecești, egiptene, asiriene, persane, evreiești etc*.), să traducă, să copieze texte, să întreprindă tot felul de cercetări. Faima bibliotecii din Museion a sporit odată cu numărul de cărți pe care le cuprindea. Structura ei era eteroclită, aceasta însumând cărți din toate domeniile, de la manuscrise ce tratau subiecte științifice sau artistice. Un istoric din secolul al XII-lea afirmă că biblioteca acomoda în jur de 500.000 de volume, în timp ce predecesorii acestuia considerau numărul de 700.000 de volume. Sălile de lectură erau și ele numeroase, fiind divizate de pereți pe care se aflau rafturile cu manuscrise. Sălile erau circulare și cuprindeau bănci de aceeași formă. Domeniile de cercetare erau diverse, biblioteca reprezentând o formă incipientă a universităților din ziua de astăzi.

Biblioteca din Alexandria nu a fost prima bibliotecă din istorie, dar, cu siguranță, a fost una dintre cele mai mari ale lumii antice. Unele dintre cele mai vechi biblioteci din Egipt au fost templele și, se știe, civilizația egipteană a avut un panteon bogat și numeroase temple, acestea nefiind doar lăcașuri de cult, ci și centre destinate educației și culturii, care adăposteau mai multe ori mai puține manuscrise.

Lista „*bibliotecilor*" egiptene include, pe lângă temple, și mormintele ale căror ziduri erau acoperite frecvent cu texte care documentau o varietate de aspecte ale vieții și credințelor egiptenilor.

Egiptenii nu au fost însă singurii posesori de biblioteci, astfel de instituții – evident, nu în forma în care le cunoaștem astăzi – existând și în alte civilizații, precum cea mesopotamiană. Assurbanipal, împărat al Asiriei în secolul al VII-lea î.Hr., a avut o bibliotecă poate la fel de celebră ca aceea din Alexandria. De obicei, regii și potentații timpului, având resursele necesare, își permiteau să inițieze și să dezvolte biblioteci, însă numai aceia care vedeau o anumită utilitate a acestor demersuri.

Având resursele necesare, regele Egiptului a atras în orașul Alexandria un număr semnificativ de intelectuali, filosofi și oameni de cultură greci, între aceștia numărându-se

Zenodot din Efes și Filitas din Cos. Cu atâția gânditori laolaltă, nu este de mirare că Alexandria a devenit un punct de reper pe harta culturală a lumii de atunci.

Tot Ptolemeu I l-a adus în Egipt pe Demetrios Falereul, fost politician atenian, căzut însă în dizgrație în cetatea sa. Acesta a jucat un rol în proiectul bibliotecii, deși nu se poate spune cu certitudine cât de semnificativă a fost implicarea sa. O ipoteză e că Demetrios însuși ar fi venit cu ideea construirii unui centru cultural, pe modelul faimosului Lyceum proiectat de Aristotel în Grecia, pentru cercetare și instruire. Altă ipoteză susține că ideea nu i-ar fi aparținut lui Demetrios, însă acesta ar fi contribuit cu propriile idei la dezvoltarea proiectului.

Marele incendiu din timpul dictatorului Iulius Cezar a fost considerat mult timp principala cauză a dispariției Bibliotecii din Alexandria de pe fața pământului. Subiectul acesta a încins spiritele și dezbaterile, însă teoria nu mai are astăzi foarte mulți susținători.

În secolul al IV-lea d.Hr., Ammianus Marcellinus, istoric, citând documente antice „*de încredere*", susține că nu mai puțin de 700.000 de cărți ar fi fost distruse în războiul respectiv. Cercetătorii de azi cred însă că informațiile lui nu sunt corecte, suspectând că Marcellinus a confundat bibliotecile între ele.

O altă informație ne parvine din secolul al V-lea, de la un istoric creștin pe nume Orosius, care susține că au fost distruse circa 400.000 de cărți în incendiul provocat de Cezar. Nici numărul dat de el nu este credibil, din moment ce Orosius spune că aceste cărți s-ar fi aflat într-o clădire din apropierea portului. Dat fiind numărul mare indicat de el este greu de crezut că toate acestea s-ar fi aflat în vreun depozit.

Ce e sigur? Cert e că incendiul a distrus un anumit număr de cărți, undeva în zona portului. În timp, de-a lungul deceniilor și secolelor, istoria reală (sau *breaking news*-ul zilei) a devenit treptat legendă, cu înfloriturile de rigoare.

Din moment ce biblioteca (*sau, poate, bibliotecile*) nu a fost distrusă în 48/7 î.Hr., ce s-a întâmplat cu ea? Este greu de găsit un răspuns, care să nu poată fi pus sub semnul întrebării. Se pare că biblioteca a fost distrusă cândva spre sfârșitul secolului al IV-lea d.Hr. Nu știm ce mai rămăsese până atunci din ea. Sfârșitul ei nu trebuie atribuit neapărat unei catastrofe. Se cunoaște că, pe măsură ce regii dinastiei Ptolemeilor s-au succedat la tron, interesul și preocuparea lor pentru cultură au scăzut. La fel și resursele alocate întreținerii și dezvoltării bibliotecii. S-ar putea spune că biblioteca s-a stins odată cu dinastia și, apoi, cu orașul.

Există însă și alte teorii, una dintre acestea atribuind arabilor vina de a fi distrus biblioteca în anul 642 d.Hr., când au cucerit Alexandria. Ipoteza e discutabilă, dat fiind că, în surse și izvoare istorice, indicii privind această așa-zisă distrugere a bibliotecii de către arabi apar la peste o jumătate de mileniu după consumarea evenimentului în sine (fig. 2).

Figura 2. Spectaculoasa, noua Bibliotecă din Alexandria

Guvernarea actuală a Egiptului a renovat ideea de Museion la concret deschizând noua Bibliotecă din Alexandria. Acest edificiu este, ca și totul ceea ce este legat de această uimitoare civilizație, construind un exemplu uimitor de arhitectură din sec. al XXI-lea. Acest edificiu creat în Alexandria modernă evocă gloria capitalei străvechi din epoca ptolomeică. La moment această bibliotecă este cea mai mare și dezvoltată din lumea arabă.

Un autor contemporan, scriind despre Biblioteca din Alexandria, sublinia admirativ un fapt interesant – aceasta a prezervat timp de 600 de ani cărțile pe care le-a deținut, ca o operă comună a lumii antice. Este o perioadă foarte lungă, cu adevărat impresionantă. Bibliotecile de azi sunt digitalizate, iar multe dintre documentele noastre sunt depozitate în „*norișori*", totuși nu știm deocamdată dacă aceste noi biblioteci și spații virtuale de depozitare a informațiilor vor rezista trecerii timpului, sau dacă vor reuși măcar să atingă recordul faimoasei biblioteci antice, care au rezistat tuturor provocațiilor timpurilor și ne uimește prin perfecțiunea ideilor stocate.

O mai mare bogăție este imaginabilă. Unica bogăție umană, care nu depinde de voința oricărui individ, ce pretinde a dirija tezaurul științific al lumii, este cartea – vestnicul care a trecut prin milenii, secole, decenii și ne transmit mesaje veridice aproximativ cu referire la statutul științei, matematicii și cunoștințele experimentatorilor antici cu referire la atașamentul lor față de necesităților lor în raport cu schimbările față de tumultul vieții lor cotidiene. Anume aceste necesități, reprezintă mesaje, cum le-am raporta noi în conceptul STEAM, în mod rudimentar ce i-a condus pe marii artizani ai antichității la promovarea marilor descoperiri și opere care ne-au rămas ca o neestimată moștenire.

Bibliografie

1. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat, 1951. 424 p.
2. BOTH, N. *Istoria matematicii*. Cluj Napoca: ALC MEDIA GRUP, 1999. 256 p.
3. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976. 304 p.
4. DAVIES, E. *Știință și istorie*. București: Litera Internațional, 2008. 640 p.
5. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Științifică, 1963. 246 p.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p136-139

ORNAMENTUL MATEMATIC EGIPTEAN

Angela DORNEANU, profesor matematica
e-mail: dorneanuadjud@yahoo.com
Colegiul Național Emil Botta Adjud, România

Rezumat. Articolul explorează importanța ornamentului geometric în arta Egiptului Antic, evidențiind utilizarea sa extensivă în arhitectură, decor și artă aplicată, ca parte integrantă a culturii vizuale și spirituale. Ornamentele egiptene, caracterizate prin forme geometrizate și elemente stilizate preluate din natură — precum copaci, bărci, flori de papirus sau discuri solare — sunt structurate pe principii matematice riguroase, în special simetria și repetiția, care conferă ritm și armonie compozițiilor artistice. În articol se subliniază că aceste ornamente nu sunt doar decorațiuni estetice, ci expresii ale unei înțelegeri matematice profunde, demonstrând aplicabilitatea conceptelor de simetrie și repetabilitate în creațiile artistice. Ornamentele constituie adevărate „bijuterii" ale artei egiptene, cu o valoare atât estetică, cât și științifică.
Cuvinte cheie: ornament geometric, Egipt Antic, simetrie, repetiție, artă egipteană, decorativ.

Abstract. The article explores the significance of geometric ornamentation in Ancient Egyptian art, highlighting its extensive use in architecture, decoration, and applied arts as an integral part of visual and spiritual culture. Egyptian ornaments, characterized by geometric forms and stylized natural elements—such as trees, boats, papyrus flowers, and solar discs—are structured according to rigorous mathematical principles, particularly symmetry and repetition, which impart rhythm and harmony to artistic compositions. The article emphasizes that these ornaments are not merely aesthetic decorations but expressions of profound mathematical understanding, demonstrating the applicability of concepts like symmetry and repeatability in artistic creations. These ornaments constitute genuine "jewels" of Egyptian art, possessing both aesthetic and scientific value.
Keywords: geometric ornament, Ancient Egypt, symmetry, repetition, Egyptian art, decorative arts.

În arta egipteană, precum și în arta tuturor civilizațiilor antice, a fost utilizat pe larg ornamentul, în special, ornamentul geometric cu elemente din natură de multe ori, alteori puțin stilizat (fig. 1).

Figura 1. O cameră din mormântul lui Sarenput II, la Aswan (Egipt). O traducerea brută a peretelui ar fi „Fericită în slujba lui Satet

Acest ornament redă operei de artă un ritm specific, care dă un aspect fascinant întregii compoziții.

Mostre de utilizare a ornamentelor cu elemente geometrizate sau elemente geometrizate îmbinate cu alte elemente vegetale sau animale au fost atestate în Egiptul Antic în amenajarea palatelor, templelor sau cavourilor, precum și a oalelor confecționate de meșterii populari [1-6]. În aceste ornamente se respecta principiul repetării și simetriei figurilor (fig. 2).

Figura 2. Vase decorate cu bărci și copaci, linii ondulate, cu flori de papirus; 3650–3500 î.Hr.; ceramică pictată, sticlă, teracotă; Muzeul Metropolitan de Artă (New York)

Multe artefacte conțin ca element Discul Solar – Ra, care este simbolul suprem al zeităților egiptene. În acest Disc Solar asistă simetria (fig. 3, 4).

Figura 3. Disc solar înaripat pe un cavetto din Complexul de Temple Medinet Habu

Soarele înaripat reprezintă o formă a zeului șoim Horus, fiul lui Isis și Ra, triumfător asupra inamicilor săi. Reprezentarea era, de asemenea, un element comun de protecție deasupra intrărilor în temple. Discurile cu aripi sunt un motiv foarte folosit în arhitectura și arta neoegiptene.

Figura 4. Pectoral cu Horus cu un disc solar; circa 1325 î.Hr.; aur cu pietre pretioase; lățime: 12,6 cm; Muzeul Egiptean din Cairo

Mostre de utilizare a simetriei în arta de bijuterii sunt ilustrate în imaginile din fig. 5.

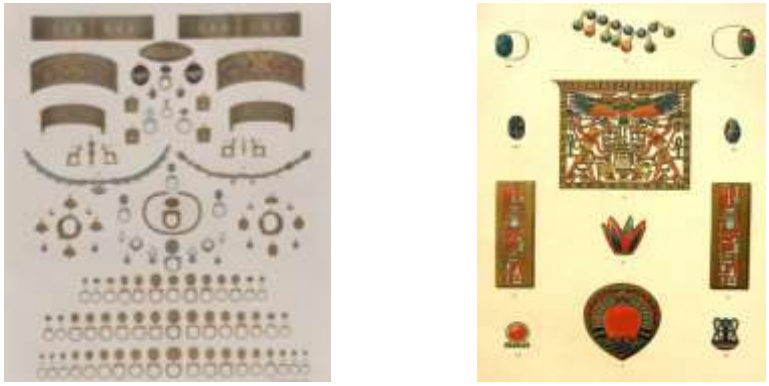


Figura 5. Simetria aduce armonie

Ornarea reliefurilor templelor a creat opere cu care se mândrește Egiptul. Sunt niște bijuterii ale artei Egiptului Antic. Finețea executării acestor opere nu pune la îndoială aplicabilitatea matematicii acelor timpuri (fig. 6-9).

Figura 6. Relief cu hieroglife în Templul din Edfu Egipt

Figura 7. Fațada unei case din Cairo

Figura 8. O curte egipteană

Figura 9. Interior din Temple maçonnique des Amis philanthropes din Bruxelles (Belgia), un exemplu de interior neoegiptean

În general, orice figură care reprezintă elemente de simetrie sau care se poate repeta oricât de mult, este deja un ornament.

Ornamente egiptene au fost găsite în unele morminte din Teba – vechea capitală a Egiptului, în fascinantele complexe de la Luxor și Karnak.

Ele erau formate din spirale ce se repetau nedefinit, acoperind întregul plan.

Bibliografie

1. DIETER, A. *The Encyclopedia of Ancient Egyptian Architecture*. Princeton University Press, 2003.
2. BAINES, J., JAROMIR, M. *Cultural Atlas of Ancient Egypt*. Checkmark Books, 2000.
3. KEMP, B. J. *Ancient Egypt: Anatomy of a Civilization*. Routledge, 2006.
4. ROBINS, G. *The Art of Ancient Egypt*. Harvard University Press, 1997.
5. WILKINSON, R. H. *The Complete Temples of Ancient Egypt*. Thames & Hudson, 2000.

CZU: 372:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p140-144

STUDIEREA MATEMATICII PRIN REZOLVAREA PROBLEMELOR CU GRAD DIFERIT DE COMPLEXITATE

Elisa-Ioana FEȚANU, drd., prof. titular, gradul didactic I
https://orcid.org/0009-0005-1363-5202
e-mail: ely_oana1986@yahoo.com
Liceul Teoretic Marin Preda, București
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Rezumat. În acest articol este prezentată metodologia de implicare a elevilor în procesul de cercetare prin rezolvarea problemelor matematică, cu grad diferit de complexitate și dificultate, care ajută la dezvoltarea abilităților de cercetare la elevii din ciclul gimnazial de învățământ.
Cuvinte cheie: studierea matematicii, abilități matematice, cercetare matematică, probleme matematice.

Abstract. This article presents the methodology for involving students in the research process by solving mathematical problems, with varying degrees of complexity and difficulty, which helps develop research skills in middle school students.
Keywords: studying mathematics, mathematical skills, mathematical research, mathematical problems.

1. Sarcinile privind procesul de predare-învățare a matematicii

Realizând o sinteză a literaturii de specialitate stabilim că principalele sarcini ale predării matematicii din perspectiva cultivării abilităților de cercetare sunt:

- selectarea din matematică a conceptelor, rezultatelor și ideilor fundamentale care vor fi predate elevilor, urmată de organizarea lor pe anumite trepte de atractivitate și prin anumite grade de rigoare și complexitate;
- identificarea principalelor trăsături, instrumente, metode și aplicații, caracteristice diferitelor discipline matematice și indicarea tiparelor de gândire matematică accesibile elevilor la diferite vârste;
- investigarea modului în care cunoștințele matematice devin utile altor discipline;
- detalierea fiecărei teme de studiu indicând căile potrivite pentru explicarea ei cât mai accesibilă;
- stabilirea mijloacelor specifice de control a activității matematice a elevilor, a mijloacelor specifice de evaluare a progresului de învățare;
- indicarea modului de organizare a studiului individual cu referire la folosirea manualelor, a revistelor de matematică, a culegerilor de probleme, a unor activități din afara clasei, cercuri de matematică, olimpiade;
- stabilirea limitelor în organizarea procesului predării-învățării matematicii.

2. Organizarea lucrului de cercetare

Luând în considerare experiența acumulată, în opinia noastră activitățile de cercetare, în cadrul școlilor se pot desfășura din următoarele perspective:

1. Organizarea lucrului individual cu elevii prin prisma următoarelor direcții:
   a) Soluționarea problemelor de matematică cu un grad avansat de dificultate.
   b) Propunerea pentru studii individuale a unor teme interesante din matematică elevilor care manifestă interes. Elevii în acest scop se vor documenta suplimentar, vor căuta literatură, vor pregăti rapoarte și prezentări.
   c) Organizarea și desfășurarea sistematică a lucrului individual cu elevii, care au potențial, în conformitate cu un anumit program care conține subiecte din matematică din afara curriculumului.
2. Lucru în grup, care ar presupune realizarea de proiecte de cercetare pe anumite subiecte care ar trezi un interes major în rândul elevilor. Aceste ar putea proiecte de tip STEAM, care necesită o implicare de durată în implementarea lor.

Tema proiectului de cercetare ar trebui să respecte anumite reguli. Subiectele de cercetare sunt selectate în funcție de abilitățile și interesele elevilor: acestea pot varia de la lucrări despre diversitatea metodelor de soluționare a unei probleme practice, din viața cotidiană, până la problemele inter/transdisciplinare.

Implicarea elevilor în activități creative independente va contribui la creșterea interesului pentru subiectele abordate. Totodată ei vor deveni participanți activi la procesul de învățare: soluționarea de probleme care stimulează cercetarea creativă, practicarea autoevaluării și dezvoltarea capacității de a-și justifica opiniile și propunerile pe soluțiile propuse.

3. Gradul de complexitate

Gradul de complexitate a unei probleme de matematică este un concept introdus de autor pentru a determina la elevii claselor V-VIII nivelul competențelor de cercetare în procesul de studiere a matematicii.

Astfel, ținând cont de experiența noastră, formulăm principiile de bază care țin de conceptul respectiv:

C1. Complexitatea unei probleme de matematică este stabilită de autor, în funcție de propria viziune și experiență și presupune realizarea unui număr finit de Etape obligatorii care trebuie să le parcurgă elevul în procesul de rezolvare (cercetare) a unei probleme de matematică.

C2. Fiecare Etapă rezolvată, în procesul de soluționare a unei probleme, determină un anumit nivel ori grad de complexitate a problemei.

C3. Numărul de Etape parcurs, în viziune diferitor profesori ori în funcție de metoda de rezolvare, abordată de elev, poate fi diferit, dar rezultatul final în mod obligatoriu este același.

C4. Gradul final de complexitate a problemei este determinat de profesor în funcție de numărul de Etape (operațiunile matematice, care trebuie parcurse).

C5. Conceptul de complexitate, în opinia noastră, este important pentru a putea cuantifica competențele de cercetare a elevilor din gimnaziu și a fi în stare să se facă anumite comparații între nivelul de pregătire a elevilor.

Problemele de matematică examinate mai jos au fost divizate în funcție de complexitatea lor.

4. Modele de probleme. Determinarea gradului de complexitate a problemei

Mai jos vom examina Etapele rezolvării problemelor respective și vom stabili gradul de complexitate luând în considerare cele menționate mai sus.

***Problema* 1**. Prîslea cel voinic își dorea să aibă o livadă de meri magici. Crezând în puterile sale de dezvoltare a unei afaceri, a început plantarea unei frumoase livezi. Pentru început a plantat 10 meri care fac mere roșii, 10 meri care fac mere verzi si 10 meri care fac mere galbene, în primul an. Al doilea an recolta se dublează, al treilea an la fel, și tot așa, până la vârsta de maturizare, numărul de fructe al fiecărui pom în primul an este un pătrat perfect cuprins între 30 și 50. Anual plantează același număr de meri. Fiecare pom ajuns la maturitate, după vârsta de 5 ani, face câte un măr de aur, dar anual pier câte 5 pomi din cei plantați în anul respectiv.

a) În câți ani în livadă vor fi 100 de pomi?
b) După câți ani va recolta 100 de mere de aur?
c) Merele recoltate sunt depozitate în lădițe, fiecare lădiță depozitează 1000 de mere. O mașină transportă 20 de lădițe. Câte transporturi trebuie să facă după 5 ani de la plantarea primului pom? Nu necesită sortare specială.
d) Care este numărul minim de pomi cu mere verzi care vor rămâne după 10 ani? Dar numărul maxim?

Rezolvare

A) *În câți ani în livadă vor fi 100 de pomi?*

În primul an vor fi 30 de pomi plantați, dar 5 pomi pier, în concluzie rămân 25 de pomi meri:

$$30 - 5 = 25 \text{ (pomi meri)}$$

Al doilea an se repetă procedura, iar livada va avea un număr de 50 de meri:

$$25 + 30 - 5 = 50 \text{ (pomi meri)}$$

Continuând raționamentele deducem că în al treilea an vor fi 75 de meri, iar după al patrulea an livada va număra 100 de meri.

B) *După câți ani va recolta 100 de mere de aur?*

În anul 5 plantația va număra 125 de pomi, dar din cei 125 de pomi doar cei plantați în primul an pot face mere de aur, în concluzie în anul 5 se vor obține 25 de mere de aur. În anul șase vor fi 50 de mere de aur, anul șapte va avea 75 de mere de aur, iar în anul opt

va obține 100 de mere de aur. Deci, al 8-lea an Prîslea cel voinic va recolta 100 de mere de aur.

C) *Câte transporturi trebuie să facă după 5 ani de la plantarea primului pom?*

În primul an numărul minim de mere recoltate este 25*36=900 mere, iar numărul maxim de mere este 25*49=1225 mere.

Al doilea an numărul minim de mere recoltate este 25*36*2=900*2=1800 mere, iar numărul maxim de mere este 25*49*2=1225*2=2450 mere.

Al treilea an numărul minim de mere recoltate este 1800*2=3600 mere, iar numărul maxim de mere este 2450*2=4900 mere.

Al patrulea an numărul minim de mere recoltate este 3600*2=7200 mere, iar numărul maxim de mere este 4900*2=9800 mere.

Al cincilea an numărul minim de mere recoltate este 7200*2=14400 mere, iar numărul maxim de mere este 9800*2=19600 mere.

Numărul total de mere în anul cinci:

- Minim vor fi: 900+1800+3600+7200+14400=27900 mere.
- Maxim vor fi: 1225+2450+4900+9800+19600=37975 mere.

Numărul necesar de lădițe:

- Minim : 27900:1000 , vor fi 27 de lădițe pline și una ocupată doar cu 90% din capacitate, în concluzie 28 de ladițe vor fi ocupate. Pentru a fi transportate trebuie să se facă două curse.
- Maxim : 37975:1000 , vor fi 37 de lădițe pline și una ocupată doar cu 97% din capacitate, în concluzie 38 de ladițe vor fi ocupate. Pentru a fi transportate trebuie să se facă două curse.

D) *Care este numărul minim de pomi cu mere verzi care vor rămâne după 10 ani?*

Pentru a determina numărul minim de pomi care fac mere verzi presupunem că anual pier doar meri verzi plantați în anul respectiv, în concluzie rămân doar 5 pomi.

Al doilea an se întâmpla același lucru, rămân 10 meri verzi.

Al treilea: 15 meri verzi, continuând raționamentele concludem că în al zecelea an vor fi: 5*10= 50 meri verzi.

Pentru a determina numărul maxim de pomi care fac mere verzi presupunem că anual rămân toți merii verzi, în concluzie rămân 10 pomi.

Al doilea an se întâmpla același lucru, rămân 20 meri verzi. În al treilea an 30 meri verzi, continuând raționamentele concludem că în al zecelea an: 10*10= 100 meri verzi**.**

Analiza problemei din perspectiva gradului de complexitate.

Etape	**Operații matematice**	**Grad de dificultate**
Etapa 1.	Alcătuirea modelului matematic 30 - 5 = 25 meri 25 + 30 - 5 = 50 meri 50 + 30 - 5 = 75 meri	Realizarea Etapei I, care constă în elaborarea modelului matematic va fi considerată că

	75 + 30 - 5 = 100 meri	depășirea gradului I de dificultate (două operații logice)
Etapa 2.	În anul 5 plantația va număra 125 de pomi, dar din cei 125 de pomi doar cei plantați în primul an pot face mere de aur, în concluzie în anul 5 va obține 25 de mere de aur. În anul șase vor fi 50 de mere de aur , anul șapte va avea 75 de mere de aur, iar în anul opt va obține 100 de mere de aur. Al 8-lea an Prîslea cel voinic va recolta 100 de mere de aur.	Aflarea anului în care Prîslea cel voinic va recolta 100 de mere de aur (Etapa 2) obținute denotă depășirea nivelului II ori gradului II de dificultate
Etapa 3.	Numărul total de mere în anul cinci: Minim: 900+1800+3600+7200+14400=27900 mere Maxim: 1225+2450+4900+9800+19600=37975 mere Numărul necesar de lădițe: • Minim : 27900:1000 , vor fi 27 de lădițe pline și una ocupată doar cu 90% din capacitate, în concluzie 28 de lădițe vor fi ocupate. Pentru a fi transportate trebuie să se facă două curse. • Maxim : 37975:1000 , vor fi 37 de lădițe pline și una ocupată doar cu 97% din capacitate, în concluzie 38 de lădițe vor fi ocupate. Pentru a fi transportate trebuie să se facă două curse.	Identificarea numărului de lădițe ocupate și transporturilor efectuate denotă realizarea Etapei 3, ori depășirea gradului III de dificultate
Etapa 4.	În al zecelea an vor fi 10*10= 100 meri verzi	Se identifică faptul că în al zecelea an: 10*10= 100 meri verzi. Realizarea Etapei 4 denotă depășirea nivelului IV ori gradului 4 de dificultate

În procesul de desfășurare a experimentului pedagogic se va stabili câte procente de elevi din clasa experimentală și clasa de control vor parcurge fiecare din etapele punctate mai sus:

Rezultatul	Gradul de complexitate	Procente
N1 elevi au trecut Etapa 1	Gradul I de complexitate	P1%
N2 elevi au trecut Etapa 2	Gradul II de complexitate	P2 %
N3 elevi au trecut Etapa 3	Gradul III de complexitate	P3%
N4 elevi au trecut Etapa 4	Gradul IV de complexitate	P4 %

Bibliografie

1. BÎRCHI, I. D. *Olimpiade și concursuri de matematică*. Editura Bîrchi, 2015.
2. LUPU, I. *Metodologia rezolvării problemelor de demonstrație la matematică*. Editura Prut Internațional, 2007.
3. Chirciu, M., Ulmeanu, S., Chera, I. et al. *Matematică. Olimpiade și concursuri școlare – clasa a VII-a*. Editura Tiparg, 2009.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p145-151

INCURSIUNI ÎN METROLOGIA ANTICĂ

Gabriela GHERMAN, profesoară de matematică
https://orcid.org/0000-0001-8598-3576
e-mail: gabi_gherman@yahoo.com
Colegiul Tehnic „Gheorghe Asachi" Focșani, România

Rezumat. În lucrare se descrie istoria metrologiei cu primele incursiuni în măsurarea lungimii, suprafeței, timpului etc. În deosebi, descrierea se focusează pe metrologia egipteană, care a pornit de la utilizarea lungimilor diferitor părți ale corpului ca unități de măsură, civilizația egipteană antică fiind una dintre primele care a stabilit un sistem de măsurare practicabil, în temei corect.
Cuvinte cheie: unitate de măsură, etaloane, cântare, construcții, distanță, suprafață, timp.

Abstract. The paper describes the history of metrology with the first forays into measuring length, area, time, etc. In particular, the description focuses on Egyptian metrology, which started from using the lengths of different body parts as units of measurement, the ancient Egyptian civilization being one of the first to establish a practicable, correctly based measurement system.
Keywords: unit of measurement, standards, scales, constructions, distance, area, time.

Istoria metrologiei se referă la toate evenimentele și progresele care au însoțit această disciplină de la origini până în prezent. Metrologia este știința care studiază greutățile și măsurile lucrurilor. Se poate spune că de la începuturile sale, metrologia a făcut parte din viața de zi cu zi a popoarelor, începând cu primele societăți umane până la zilele noastre. La început, oamenii au numărat măsurători pe baza distanței părților corpului lor; adică și-au folosit membrele pentru a stabili distanțele față de lucruri.

De exemplu, vechii egipteni își foloseau coatele pentru a delimita măsurătorile piramidelor; Se știe, de asemenea, că au folosit palma și degetele mari, o măsurătoare care este folosită și astăzi și pe care o cunoaștem ca „*inch*". Ulterior, au fost create alte sisteme de măsurare și greutate, cum ar fi centimetri, metri, grame, kilograme, printre altele.

Este important să subliniem că metrologia este o disciplină care a permis existența altor științe și a altor activități umane. De exemplu, metrologia a contribuit la dezvoltarea arhitecturii, topografiei, tranzacțiilor comerciale, organizării orașelor, printre multe altele.

De la începutul umanității, oamenii au încercat să măsoare și să cântărească lucrurile: de aceea mai mulți autori afirmă că măsurarea este o nevoie înnăscută la om. Se crede că cu mult înainte de a fi create civilizații precum Egiptul antic și Babilonul, oamenii au implementat deja modalități de măsurare a obiectelor. De fapt, se afirmă că primele sisteme de măsurare datează din 6000 î.Hr., deoarece în acest moment oamenii au fost obligați să calculeze măsurătorile lucrurilor. Acest lucru s-a întâmplat deoarece dezvoltarea agricolă a necesitat calcule ale distribuției și volumului alimentelor. Cu alte cuvinte, sistemele de măsurare erau necesare pentru creșterea și dezvoltarea civilizațiilor umane.

Civilizația egipteană antică a fost una dintre primele care a stabilit un sistem de măsurare cât de cât practicabil corect. De fapt, se crede că prima unitate de lungime a fost creată în Egiptul antic. A purtat numele de *meh*, care se traduce prin cot; această unitate măsura aproximativ 0,45 metri.

Mai târziu, în timpul celei de-a treia dinastii egiptene, i s-au atribuit alte măsuri: *meh* a devenit cunoscut sub numele de cot vulgar (*a cărui măsurare acoperea distanța dintre braț și pumnul închis*) și a fost introdus un alt sistem cunoscut sub numele de „*cot real – al faraonului*", care avea un 0,523 de metri (*se deosebea de cot vulgar deoarece ultimul calcula distanța dintre brațul și mâna deschisă*).

Deși egiptenii au fost pionieri în acest sistem de unități, în altă parte cotul a fost folosit și ca sistem de măsurare. Cu toate acestea, măsurarea fiecărui cot a variat în funcție de regiune și de particularitățile fiziologice a demnitarilor de stat din fiecare nomă aparte, după cum a și variat măsura lui prin lume sub numele de arșin. De exemplu, cotul-arșinul Imperiului Persan avea 0,500 metri, în timp ce cotul grecesc avea 0,463 metri.

Metrologia civilizației egiptene nu se prezintă ca un sistem întreg bine ordonat, cum, de regulă a fost la majoritatea civilizațiilor lumii cunoscute.

Unitățile de măsură au apărut în adânca antichitate. Egiptenii au inventat etaloane (*unități*) de măsură originale pentru măsurarea maselor, lungimilor, ariilor suprafețelor și a volumelor corpurilor. Aceste popoare aveau în sânge asemenea tendințe și trăsături de caracter, ca principialitatea, punctualitatea și cumpănirea. Inițial, aceste etaloane erau complet lipsite de orice precizie sau de vreo logică de subordonare, de altfel, cum a fost la oricare civilizație antică. De exemplu, lungimile se măsurau cu *degetul, palma* sau *cotul, piciorul.* Aceasta ducea mereu la diverse litigii și neînțelegeri între părțile implicate. Rezultatele măsurărilor variau mereu, fiind calculate în funcție de loc sau de dimensiunile fiziologice ale corpului celui ce le executa. În decursul veacurilor, unitățile de măsură pentru masă, lungime, suprafețe și volume au fost aduse la un sistem unitar, lucru cerut de interesele de stat și de negoț, atât în interiorul țării, cât și peste hotare. Aceste etaloane tot timpul cunoșteau o dezvoltare/perfectare în ascensiune și renovare continuă.

Metrologia egipteană ca și oricare altă metrologie antică conținea, etaloane de măsură care erau cât mai la îndemână omului în activitatea lui cotidiană: *degetul, cotul, pasul, prăjina, râul* etc.

Cea mai mică unitate de măsură pentru lungime a devenit *cotul* – în egipteana veche *meh*.

Unitățile de măsură din Egiptul Antic au specificul divizării în câte 10 de părți multiple, la fel ca și sistemul de numerație. Rezultatul unei măsurări se exprima scriind mai întâi numele unității de măsură urmat de numărul de unități. De exemplu, era înregistrat: „*grâul din Egiptul de Sus – hekata două sute patru zeci și două*". Aceasta s-a constituit istoricește în următorul mod:

- ***unitățile de măsură pentru lungimi:***

  1 *cot (meh) =* ***6*** *palme (şesep) =* ***24*** *degete (djeba) = 0,45m;*

  1 *palmă =* ***4*** *degete =* ***75*** *mm;*

  1 *degete =* ***17,75*** *mm.*

Cel mai des era utilizat *cotul mic* care avea măsura de *45 cm* și se subdiviza în *6 palme* sau în *24 de degete*. *Cotul regal* al faraonului măsura circa *52 cm*, dar nu a existat niciodată cotul piramidal, după cum afirmă mulți speculanți de senzații – piramidologi.

Multiplii cotului sunt *prăjina* (*lemnul*) și *iteru* (*râul*)

1 *prăjină =* ***100*** *coți =* ***45*** *m;*

1 *iteru =* ***20000*** *coți regali =* ***10,5*** *km;*

1 *stadie =* ***177,6*** *m* sau ***184,97*** *m* sau ***192,28*** *m;*

1 *orghie =* ***1,85*** *m;*

1 *plefr =* ***≈ 30*** *m.*

În Egiptul Antic, în corespundere cu documentele istorice cunoscute, încă înainte de anul 2000 î.Hr. erau cunoscute și practicate atât în târguială, cât și în lucrările de construcție, cântarele de tip balanță cu arc și cântarele-balanță.

- ***unitățile de măsură pentru masă:***

  1 *deben =* ***91 g,*** fiind subîmpărțită în *10 kite;*

  1 *kită =* ***9,1 g.***

- ***unitățile de măsură pentru capacitate:***

  1 *hekata =* ***4,5*** *l;*

  1 *sac de hekate împătrite =* ***76,5*** *l.*

- ***unitățile de măsură pentru suprafață:***

  1 *setat (arura) =* ***12*** *coţi pătraţi =* ***2735*** m^2 *;*

  1 *hectat =* ***4*** *setat;*

  1 *arura* se diviza tot în *meh* – o fâșie de teren lungă de *100 de coți* și lată de *1 cot*.

- ***unitățile de măsură pentru timp:***

  1 *oră =* ***3511*** *ani sau* ***3600*** *ani;*

  1 *minut =* ***683,5*** *ani.*

Sistemul egiptean de măsuri și unități monetare s-a răspândit pe o mare parte a Orientului Antic. Suferind unele mici modificări, acest sistem de măsuri a existat până către sec. al XVIII-lea în unele țări din Asia și Europa.

Metrologia egipteană își are ca bază modul de viață, precum și moștenirea pelasgă, care a obținut-o ca zestre orală. Unitățile de măsură au apărut în adânca antichitate cu împrumuturi de la popoarele migratoare.

Inițial, aceste etaloane erau complet lipsite de orice precizie sau de vreo logică de subordonare, de altfel, cum a fost la oricare civilizație antică. De exemplu, lungimile se măsurau cu *degetul, palma* sau *cotul, piciorul.* Aceasta ducea mereu la diverse litigii și

neînțelegeri între părțile implicate. Rezultatele măsurărilor variau mereu, fiind calculate în funcție de loc sau de dimensiunile fiziologice ale corpului celui ce le executa. În decursul veacurilor, unitățile de măsură pentru masă, lungime, suprafețe și volume au fost aduse la un sistem unitar, lucru cerut de interesele de stat și de negoț, atât în interiorul țării, cât și peste hotare. Aceste etaloane tot timpul cunoșteau o dezvoltare în ascensiune și renovare continuă.

Egiptenii aveau o unitate standardă de lungime *cubit* (*de la latinescul – cubitum – cot*), unitate inventată prntru pentru a facilita târguiala și a lichida barierele târguielii. Această unitate a apărut pentru a înlătura fărdelegile neguțătorilor cu materii/țesături, care erau făcute de acei negustori care vindeau țesături cu mâini mici, deci și coturi mici.

Metrologia egipteană conținea, ca și oricare altă metrologie antică, etaloane de măsură care erau cât mai la îndemână omului în activitatea lui cotidiană: *degetul, cotul, pasul, prăjina, râul* etc.

Unitățile de lungime par să fi fost inițial antropice, bazate pe diferite părți ale corpului uman, deși acestea au fost standardizate folosind tije cu coți, șuvițe de frânghie și măsuri oficiale menținute la unele temple.

El a creat scrisul și i-a învățat pe oameni să numere și să scrie. Scribii îl considerau patronul lor. Toate arhivele și bibliotecile se aflau, de asemenea, sub patronajul lui Thoth. El conducea toate limbile și era el însuși limba zeului Ptah.

Lui Thoth i s-a atribuit crearea unui sistem unic de divinație, „*Labirintul și Piramidele Destinului*”, precum și a unor cărți sacre, în special „*Cartea Respirației*”, care, având puteri magice, a fost plasată în mormânt împreună cu „*Cartea Morților*”.

Sistemul de divinație Thoth a fost folosit de Hannibal, legendara Sibilă, druizi și Saint Germain. În cultul morților și în ritualul funerar, Thoth a jucat un rol principal – el cântărea inimile morților. Mai mult, o pană era folosită ca masă standard.

Sistemul de măsuri creat în Egipt a fost numit „*fileterian*” după Phileter, conducătorul Pergamonului (*283-263 î.Hr.*). Sub Phileter, care a făcut din curtea sa centrul științei și artei, acest sistem nu a fost introdus doar în Pergamon, ci a fost folosit pe scară largă și în toată Asia de Vest. Utilizarea numelor grecești se explică prin utilizarea pe scară largă a limbii grecești în centrele culturale din Egipt și Asia Mică după campaniile lui Alexandru cel Mare și mai ales în timpul epocii elenistice.

Sistemul fileterian includea în sistemul metric: stânjenele – 2160 cm, arșinul (*cotul mare*) 720 mm, cotul (*întinderea mare*) – 540 mm, piciorul – 360 mm, palma – 90 mm și degetul – 22,5 mm.

Ideea utilizării unor măsuri legalizate de cea mai înaltă autoritate a apărut pentru prima dată în Egiptul antic. În epoca construcției piramidelor, egiptenii foloseau cotul regal ca măsură de lungime, numit și cotul mare și egal cu aproximativ 525 mm.

Totuși, această măsură nu era strict obligatorie și în aceeași perioadă în Egipt se folosea și așa-numitul cot mic, care avea aproximativ 450 mm. Egiptenilor le-a venit și ideea de a construi unități derivate neuniforme bazate pe măsuri liniare.

Unitatea de suprafață pe care o foloseau, arur-ul, era aria unui pătrat cu latura de o sută de coți regali. Unitatea de capacitate, hoten-ul, era 0,5 din volumul unui cub a cărui muchie era egală cu lungimea unui cot regal.

Unitățile de măsură pentru lungimi

Unitățile egiptene de lungime sunt atestate din perioada dinastică timpurie. Deși datează din dinastia a V-a, piatra din Palermo a înregistrat nivelul râului Nil în timpul domniei faraonului dinastic timpuriu Djer, când înălțimea Nilului a fost înregistrată ca fiind de 6 coți și 1 palmă (*aproximativ 3.217 m sau 10 ft 6,7 in*). O diagramă din Dinastia a treia arată cum să construiți o boltă eliptică folosind măsuri simple de-a lungul unui arc. Ostraconul care descrie această diagramă a fost găsit lângă Piramida în trepte din Saqqara. O curbă este împărțită în cinci secțiuni, iar înălțimea curbei este dată în coți, palme și cifre în fiecare dintre secțiuni.

La un moment dat, lungimile au fost standardizate prin tije de coți. Exemple au fost găsite în mormintele funcționarilor, notând lungimi până la remen. Coți regali au fost folosiți pentru măsuri de teren, cum ar fi drumuri și câmpuri. Paisprezece tije, inclusiv o tijă cu două cote, au fost descrise și comparate de Lepsius. Două exemple sunt cunoscute din mormântul din Saqqara al lui Maya, trezorierul lui Tutankhamon. Un altul a fost găsit în mormântul lui Kha din Teba. Acești *coți* au aproximativ 52,5 cm (20,7 inchi) lungime și sunt împărțiți în *palme* și *mâini*: fiecare palmă este împărțită în *patru degete* de la stânga la dreapta, iar degetele sunt subdivizate în *ro* de la dreapta la stânga. Regulile sunt, de asemenea, împărțite în mâini, astfel încât, de exemplu, un *picior* este dat ca trei mâini și cincisprezece degete și, de asemenea, ca patru palme și șaisprezece degete.

Supravegherea și măsurarea itinerantă au fost efectuate folosind tije, stâlpi și frânghii înnodate. O scenă din mormântul lui Menna din Teba prezintă topografii măsurând un teren folosind o frânghie cu noduri legate la intervale regulate. Scene similare pot fi găsite în mormintele lui Amenhotep-Sesi, Khaemhat și Djeserkareseneb. Mingele de frânghie sunt, de asemenea, prezentate în statuile Regatului Nou ale oficialităților precum Senenmut, Amenemhet-Surer și Penanhor.

1 cot (meh) = 6 palme (şesep) = 24 degete (djeba) = 0,45m;

1 deget = 1/4 palmă = 18,75 mm;

1 palmă = 4 degete/5 dejete = 75/93,9 mm;

1 pumn = 6 degete = 107,5 mm;

1 djeser= 3 sau 4 palme = 16 degete = 300 mm;

1 remen = 5 palme = 20 degete = 375 mm;

1 râu = 10,5 km.

Se pare că au existat mai multe varietăți de *cot*, după nome, după epocă. Cel mai des era utilizat *cotul mic* care avea măsura de *45 cm* și se subdiviza în *6 palme* sau în *24 de degete*.

Cotul regal al faraonului măsura circa *52 cm*, dar nu a existat niciodată cotul piramidal, după cum afirmă mulți speculanți de senzații – piramidologii.

Multiplii cotului sunt *prăjina* (*lemnul*) și *iteru* (*râul*) [28]:

***1** prăjină = **100** coți = **45** m;*

***1** iteru = **20000** coți regali = **10,5** km;*

***1** stadie = **177,6** m* sau ***184,97** m* sau ***192,28** m*;

***1** orghie = **1,85** m*;

***1** plefr = ≈ **30** m.*

În Egiptul Antic, în corespundere cu documentele istorice cunoscute, încă înainte de anul 2000 î.Hr. erau cunoscute și practicate atât în târguială, cât și în lucrările de construcție, cântarele de tip balanță cu arc și cântarele-balanță.

Se crede că primele cântare au apărut în Egiptul Antic și Babilon. Piramidele din orașul Giza, datând din secolul al VI-lea î.Hr., conțin imagini ale acestor dispozitive de măsurare.

Conform vechii „*Cărți a Morților*" egiptene, Anubis (zeul - patron al morților, ghidul morților către viața de apoi), la intrarea în lumea de dincolo, cântărește inima decedatului pe un cântar special, unde pana zeiței dreptății Maat acționează ca o greutate (fig. 1).

Figura 1. Cântarul lui Anubius

Figura 2. Monede din aur Egiptul Ptolemeic

Unitățile monetare din Egiptul antic sunt ilustrate în figura 2.

De-a lungul istoriei îndelungate a Egiptului așa cum o știm, a jucat un rol important monedele doar în vremuri relativ recente, apar doar în ultima etapă, cea a *Egiptul Ptolemeic*.

Timp de milenii, comerțul s-a făcut prin barter. Într-o societate agrară precum cea a regatului faraonilor, schimbul de mărfuri a fost realizat prin cereale și produse de bază.

Pe măsură ce civilizația egipteană s-a dezvoltat și a devenit mai complexă, diferită au fost concepute sisteme pentru a face procesul de schimb mai uniform și mai practic.

În *El-Amarna* au fost găsite bare și inele de aur care ar fi putut fi folosite ca bani în jurul anului 1.300 î.Hr., deși nu există dovezi istorice în acest sens. În mod curios, timp de

secole, aurul a fost un material bine cunoscut folosit de aurarii egipteni antici, nu de argint, care a fost considerat un metal rar și exotic.

Odată cu dinastia ptolemeică a apărut baterea monedei în mod generalizat. Egiptenii, care nu folosiseră nici un fel de sistem monetar de secole și secole, au avut nevoie de câțiva ani pentru a se obișnui cu banii buni.

În 30 î.Hr., după moartea Reginei *Cleopatra* – ultima regină a dinastiei Ptolemaice și, fără îndoială, cea mai cunoscută din Egiptul Antic, Egiptul a devenit o provincie romană.

În orice caz, era o provincie cu un statut special, deoarece depindea direct de împărat. Impunerea stăpânirii romane a fost totală. Cu toate acestea, moneda națională a Egiptului creată de Ptolemeii a rămas în circulație aproape încă un secol (fig. 3).

Figura 3. Denar de argint cu inscripția „Basilissa Kleopatra”

Romanii, întotdeauna pragmatici, au găsit o organizație socială foarte evoluată în noua lor provincie. În plus, Egiptul Ptolemaic avea *o economie extrem de monetizată*, mai ales în Alexandria, capitala. Așa că au decis să nu modifice schemele care funcționaseră perfect în ultimele trei secole.

Sistemul egiptean de măsuri și unități monetare s-a răspândit pe o mare parte a Orientului Antic. Suferind unele mici modificări, acest sistem de măsuri a existat până către secolul al XVIII-lea în unele țări din Asia și Europa.

Bibliografie

1. BRAUNSTEIN, F. *Istoria civilizațiilor. Ediția a II-a.* București: Lider, 2013. 303 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976. 304 p.
3. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987. 208 p.
4. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Editura Științifică, 1963. 246 p.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p152-156

PROBLEME MATEMATICE PRACTICE DIN EGIPTUL ANTIC

Valentina GHIMP, profesor de matematică
https://orcid.org/0000-0002-9455-3436
e-mail: valentina.ghimp@gmail.com
Liceul Teoretic Mălăieștii Noi, Criuleni, Republica Moldova

Abstract. În multe monumente matematice, inclusiv, în papirusul moscovit și Rhind/Ahmes, s-au păstrat calcule elementare din domeniul algebrei. Matematicienii egipteni puteau rezolva ecuații cu o singură necunoscută, pe care ei o numeau **kha** – grămadă, corect ar fi probleme cu necunoscute și probleme cu elemente de progresii. Calculele numerice corespund, în general, cu cele din ecuațiile algebrice liniare actualmente.

Cuvinte cheie: probleme, proces educațional, civilizație egipteană, papirusul Rhind/Ahmes și Moscovit.

Abstract. In many mathematical monuments, including the Muscovite Papyrus and the Rhind/Ahmes, elementary calculations in the field of algebra have been preserved. Egyptian mathematicians could solve equations with a single unknown, which they called kha - heap, correctly it would be problems with unknowns and problems with elements of progressions. Numerical calculations correspond, in general, to those of linear algebraic equations today.

Keywords: problems, educational process, Egyptian civilization, Rhind/Ahmes papyrus and Muscovite.

Cu mulți ani înainte de era creștină, algebra deja exista, deși într-o formă rudimentară. Urme veci ale acestei discipline matematice pot fi atestate peste tot cum în Vechea Mesopotamia așa și în Vechiul Egipt, precum și în alte părți ale lumii, desigur într-o formă rudimentară, neordonată. Apar unele noțiuni algebrice și procedee de soluționare cu patru mii de ani în urmă [1-4]. În Vechiul Egipt urmele apar în papirusurile din perioada Regatului Mijlociu (*cca 1800 î.Hr.*)

Algebra la egipteni a evoluat ceva mai firav după cum și se vorbește cristomatinic matematic, deoarece, se consideră că algebra este aritmetica abstractizată de simbolica aplicată.

În multe monumente matematice, inclusiv, în papirusul moscovit, s-au păstrat calcule elementare din domeniul algebrei. Matematicienii egipteni puteau rezolva ecuații cu o singură necunoscută, pe care ei o numeau ***kha*** – *grămadă* (*probabil aveau în vedere o grămadă de cereale*), corect ar fi probleme cu necunoscute. De obicei, era folosită pentru „*h*”, adică pentru grămadă, mulțime. Calculele numerice corespund, în general, cu cele din ecuațiile algebrice liniare actualmente. Un exemplu cum egiptenii antici rezolvau o problemă este ilustrat în tabelul 1.

Altă problemă didactică apare în legătură cu sarcinile didactice în care apar aplicate noțiuni de progresiile aritmetice și geometrice. Astfel de probleme nu pot fi considerate pur practice, astfel de situații nu pot fi atestate în practica obișnuită cotidiană, ci au fost

inventate imaginar pentru a servi ca exemplu de exercițiu de antrenare în calcule inventate teoretic.

Tabelul 1. Probleme matematice cu elemente de progresie aritmetică

Legenda problemei tradusă din egipteană	***Scrierea matematică actuală***
Forma socotelii unei grămezi socotită de 1 întreg și 1/2 ori împreună cu 4. A ajuns la 10. Cum se prezintă grămada.	$1\frac{1}{2}x + 4 = 10$
Calculează mărimea acestui 10 peste acest 4. Rezultă 6.	$10 - 4 = 6$
Socotește cu $1\frac{1}{2}$ *ca să găsești 1. Rezultă 2/3*	$1: 1\frac{1}{2} = 2/3$
Socotește 2/3 din acest 6. Rezultă 4.	$6 \times 2/3 = 4$
Vezi: 4 este numărul. Ai găsit corect.	$x = 4$.

Printre problemele matematice la aritmetică în papirusuri se întâlnesc și probleme referitoare la progresii aritmetice (*după terminologia actuală*). În aceste probleme este atestată problema de a distribui o anumită cantitate dată, de exemplu: de grăunțe sau pâini între un număr dat de persoane astfel, ca „*diferența dintre fiecare om și vecinul lui*” să fie egală cu o mărime dată.

Alt tip de probleme la progresia aritmetică sunt problemele 1/1 și 1/2.

În problema 1/1. *Progresia aritmetică – 1* este dată „*O progresie aritmetică are cinci termeni. Suma tuturor termenilor este egală cu 100, iar suma celor trei termeni mai mari este de 7 ori suma celor doi termeni mai mici. Să se determine termenii progresiei.”*

Într-o progresie aritmetică cu cinci termeni: a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, unde $a_1 = a$; $a_2 = a + d$; $a_3 = a + 2d$; $a_4 = a + 3d$; $a_5 = a + 4d$, iar d – rația progresiei. Să se determine primul termen a și rația d, știind că suma tuturor termenilor ei este egală cu 100 iar suma ultimilor trei de 7 ori mai mare ca suma primilor doi termeni. În simbolica actuală avem: $a + a + d + a + 2d + a + 3d + a + 4d = 100$ și

$a + 2d + a + 3d + a + 4d = 7(a + a + d)$ sau $5a + 10d = 100$

şi $3a + 9d = 14a + 7d$.

În rezultat se obține sistemul de două ecuații cu două necunoscute:

$\begin{cases} 5a + 10d = 100, \\ 11a - 2d = 0. \end{cases}$ Din acest sistem de ecuații cu două necunoscute obținem $a = \frac{5}{3}$ și $d = \frac{55}{6}$.

Prin urmare, progresia are termenii scriși, având toți numitorul egal cu 6: 10/6, 65/6, 120/6, 175/6, 230/6.

În mod analog în problema 1/2. *Progresia aritmetică – 2, avem: „Împarte 100 de loturi (de pământ) la 5 persoane. Lotul ce primește fiecare să fie în progresie aritmetică și ca 1/7 din suma loturilor celor trei ce primesc cel mai mult să fie egală cu suma loturilor celorlalți doi. Care este diferența dintre loturile a doi primitori?”*

Scribul aplică metoda didactică „*falsa poziție*” cunoscută de ei și aplicată cu dibăcie. În acest mod el ține cont de condițiile din problemă: $a_2 = a_1 - d$, ..., $a_5 = a_4 - d$; $S = a_1 +$

$a_2 + a_3 + a_4 + a_5 = 100$ și $(a_1 + a_2 + a_3)/7 = a_4 + a_5$: Scribul probabil astfel a cugetat *„Presupunem diferența d = 5 și ½, a_5 = 1, atunci cei 5 oameni primesc (respectiv): 23, 17 și jumătate, 6 și jumătate, 1 (lot întreg), în total 60. Pentru a obține 100, trebuie de înmulțit 60 la 1 și $\frac{2}{3}$; deci multiplicăm cu 1 și $\frac{2}{3}$. Avem: 38 și 1/3, 10 și 5/6, 1 și $\frac{2}{3}$, total 100 (rația d = 5 și 1/2 înmulțit la 1 și $\frac{2}{3}$ dau 9 și 1/6).”*

O problemă destul de curioasă este problema 20. *Formule echivalente: „Demonstrați că formula determinată de egiptenii antici* $a = \frac{S}{n} - (n-1)\frac{d}{2}$ *este echivalentă cu formula cunoscută* $S_n = \frac{a + a_n}{2} \cdot n$, *unde* S_n *este suma primilor n termeni, a – primul termen, n – numărul total al termenilor și d – rația progresiei aritmetice.”*

Determinăm *S* din formula $a = \frac{S}{n} - (n-1)\frac{d}{2}$, având $\frac{S}{n} = a - (n-1)\frac{d}{2}$ sau

$$S = na + \frac{dn(n-1)}{2} = n \cdot \frac{2a + dn - d}{2} = \frac{a + (a + d(n-1))}{2} \cdot n = \frac{a + a_n}{2} \cdot n = S_n .$$

Ceea ce trebuia de demonstrat.

Prin urmare formulele date sunt echivalente.

Această rezolvare arată, că scribii egipteni posedau deja cunoștințe teoretice de operare cu formule numerice, cu toate că aceste formule erau doar o expresie retorică, cu care scribul opera exact.

În problema 2, *10 măsuri de pâine* autorul – scribul antic propune a descompune în 10 termeni ai progresiei aritmetice cu rația $\frac{1}{8}$. El obține, că termenul al 10-lea al progresiei este egal cu

$$1 + 9 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} = 1\frac{9}{16}.$$

Al 9-lea termen este egal cu

$$1\frac{9}{16} - \frac{1}{8} = 1\frac{7}{16};$$

al 8-lea cu $1\frac{7}{16} - \frac{1}{8} = 1\frac{5}{16}$;

al 7-lea cu $1\frac{5}{16} - \frac{1}{8} = 1\frac{3}{16}$;

al 6-lea cu $1\frac{3}{16} - \frac{1}{8} = 1\frac{1}{16}$.

al 5-lea cu $1\frac{1}{16} - \frac{1}{8} = \frac{15}{16}$;

al 4-lea cu $\frac{15}{16} - \frac{1}{8} = \frac{13}{16}$;

al 3-lea cu $\frac{13}{16}-\frac{1}{8}=\frac{11}{16}$;

al 2-lea cu $\frac{11}{16}-\frac{1}{8}=\frac{9}{16}$;

și respectiv primul cu $\frac{9}{16}-\frac{1}{8}=\frac{7}{16}$

Dacă sa adună toți acești termeni ai progresiei aritmetice

$$\frac{7}{16}+\frac{9}{16}+\frac{11}{16}+\frac{13}{16}+\frac{15}{16}+\frac{17}{16}+\frac{19}{16}+\frac{21}{16}+\frac{23}{16}+\frac{25}{16}=$$
$$=\frac{7+9+11+13+15+17+19+21+23+25}{16}=\frac{160}{16}=10$$

Următoarele probleme 3 și 4 parcă par a fi selectate din practica cotidiană. Însă soluționarea lor cere cugetare teoretică: problema 3: *100 de pâini (1): „Să se împartă 100 de pâini la 5 persoane astfel, încât al doilea să primească mai mult de cât primul cu atâta, cu cât primește al treilea mai mult de cât al doilea, al patrulea mai mult de cât alt treilea, iar al cincilea de cât al patrulea. O șeptime din ceea ce primesc primii trei să fie egală cu ceea ce vor primi ceilalți doi. Care este rația? (problema 40 din papirus)”*.

Scribii-matematicieni egipteni posedau cunoștințe de a aplica corect regulile de operare cu noțiunile referitoare la progresii. Una dintre aceste reguli, utilizate de scribii egipteni, ar corespunde următoarei formule în simbolica modernă: $a=\frac{S}{n}-(n-1)\cdot\frac{d}{2}$.

Progresia aritmetică dată este $1\frac{2}{3},10\frac{5}{6},20,29\frac{1}{6},38\frac{1}{3}$.

Egiptenii rezolvau această problemă prin metoda falsei presupuneri, plecând de la presupunerea că: $a = 1,\ d=5\frac{1}{2}$.

Se propun spre cercetare următoarele probleme din realitățile civilizației egiptene.

4. *Împărțirea pâinilor: De împărțit 7, 8, 9 pâini în mod egal la 10 persoane.*

Rezolvarea este dată prin descompunerea fracțiilor ordinare în sumă de fracții alicote în următorul mod:

$$\mathbf{7:10}=\frac{7}{10}=\frac{2}{3}+\frac{1}{30},\quad \mathbf{8:10}=\frac{8}{10}=\frac{2}{3}+\frac{1}{10}+\frac{1}{30},\quad \mathbf{9:10}=\frac{9}{10}=\frac{2}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{30}.$$

Probleme matematice cu elemente de progresie geometrică

Printre problemele matematice la compartimentul aritmetică în papirusuri se întâlnesc și probleme referitoare la progresii geometrice (*după terminologia actuală*).

Altă problemă didactică apare în legătură cu sarcinile didactice în care apar aplicate noțiuni de progresiile geometrice. Astfel de probleme nu pot fi considerate pur practice, astfel de situații nu pot fi atestate în practica obișnuită, ci au fost inventate imaginar pentru a servi ca exemplu de exercițiu. În acest caz avem o aplicare teoretică a cunoștințelor. În cazul dat apare o problemă de calcul care nu prea are sens, dar denotă cunoștințele în

realizarea unui calcul matematic. De exemplu: pb. **17. *Pisicile*** din papirusul Rhind/Ahmes. În acest caz avem cinci termeni ai progresiei geometrice cu rația 7 și primul termen egal cu 7: *7, 49, 343, 2401, 16807*.

Laconic enunțul poate fi scris:

Case	*7*
Pisicile	*49*
Șoareci	*343*
Spice de grâu	*2401*
Boabe	*16807*

Calculăm suma:

$$S_5 = \frac{a_5 q - a_1}{q-1} = \frac{16807\times 7 - 7}{7-1} = \frac{7(16807-1)}{6} = \frac{7\times 16806}{6} = 7\times 2801 = 19607,$$

sau $7 + 7^2 + 7^3 + 7^4 + 7^5 = 7(1 + 7 + 7^2 + 7^3 + 7^4) = 7\frac{7^5-1}{7-1} = 7\times 2801.$

Din datele care le avem, rezultă, că scribul Ahmes era cunoscut cu proprietățile progresiilor, cunoștea formula sau, mai bine spus, modalitatea de determinare-calculare a sumei termenilor a unei progresii geometrice.

Această problemă – călătoare, a fost atestată pentru prima dată în Istoria Matematicii și a Istoriei Didacticii Matematicii în papirusul egiptean, care s-a transformat cu timpul la multe popoare ale lumii în problemele populare corespunzătoare ale poporului în cauză, având contextul adecvat al acestei civilizații, și textul respectiv sub diverse formulări. Problema cu numărul 79 din papirus face parte din ciclul problemelor cu tematica legată de progresii.

Cu toate că această problemă nu are un sens logic aplicativ (la ce bun de adunat casele cu pisici, șoareci, spice, măsuri de pâine etc.), dar măsurile cu grâu, păstrate prin aportul nemijlocit al celor 49 de pisici, lămurește de ce îndată după ce a fost domesticită încă de pe timpul pelasgilor, circa 12-8 mii de ani î.Hr., pisica era considerată la egipteni, ca de altfel și la pelasgi, drept animal sfânt, pentru omorârea cărora se pedepsea cu moartea. Prin urmare problema a apărut pentru a arăta importanța zeificării pisicii la egipteni, precum și a luptei poporului pentru apărarea și păstrarea rodului muncii lui.

Bibliografie

1. BOYER, C. B., MERZBACH, U. C. *A History of Mathematics* (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.
2. GILLINGS, R. J. *Mathematics in the Time of the Pharaohs*. New York: Dover Publications, 1982.
3. IMHAUSEN, A. Egyptian Mathematical Texts and Their Contexts. In: Robson, E., & Stedall, J. (Eds.), *The Oxford Handbook of the History of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press, 2007.
4. ROSSI, C. *Architecture and Mathematics in Ancient Egypt*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

CZU: 37.016:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p157-162

ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN STUDIEREA MATEMATICII. CONCEPT STEAM-STEM

Ludmila GUZUN, profesor de matematică
e-mail: liussyguzun@gmail.com
Liceul Teoretic "George Călinescu"

Rezumat. Abordările interdisciplinare și transdisciplinare în predarea matematicii susțin o învățare relevantă și aplicată, depășind limitele tradiționale ale disciplinelor. Aplicarea acestor abordări inclusiv prin proiecte STEM / STEAM, experimente practice și colaborări între profesori, transformă matematica dintr-o disciplină abstractă într-un instrument de înțelegere a lumii reale. Rezultatul este o motivație sporită pentru învățare, dezvoltare a abilităților de lucru în echipă și pregătirea elevilor pentru provocările societății moderne. Ea nu înseamnă doar aplicarea matematicii la rezolvarea unei probleme din viața reală, ci și creează legături între conceptele matematice și cele din știință tehnologie, artă sau educație civică. Mai mult, lucrul pe teme interdisciplinare promovează colaborarea, rezolvarea în echipă a problemelor complexe și formarea unor competențe transversale, precum: comunicarea, planificarea, responsabilitatea și luarea deciziilor.
Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, matematică aplicată, proiecte STEAM / STEM, rezolvare de probleme.

Abstract. Interdisciplinary and transdisciplinary approaches to teaching mathematics support relevant and applied learning, going beyond the traditional boundaries of disciplines. Applying these approaches, including through STEM/STEAM projects, practical experiments and collaborations between teachers, transforms mathematics from an abstract discipline into a tool for understanding the real world. The result is increased motivation for learning, development of teamwork skills and preparation of students for the challenges of modern society. It not only means applying mathematics to solving a real-life problem, but also creates connections between mathematical concepts and those in science, technology, art or civic education. Moreover, working on interdisciplinary topics promotes collaboration, team solving of complex problems and the formation of transversal skills, such as: communication, planning, responsibility and decision-making.
Keywords: interdisciplinarity, transdisciplinarity, applied mathematics, STEAM / STEM projects, problem solving.

„Matematica este limbajul universal
care unește știința, arta și viața"

Introducere

Educația sec. XXI solicită competență complexă, gândire critică, colaborare și abilitatea de a aplica cunoștințele în contacte reale [1]. Matematica, adesea percepută ca o disciplină abstractă devine mult mai relevantă atunci când este integrată în abordări interdisciplinare și transdisciplinare.

În cadrul paradigmelor STEM (știință, tehnologie, inginerie, matematică) și STEAM (care include și artele), aceste abordări facilitează legături autentice între domenii și dezvoltă la elevi abilitățile esențiale pentru viața profesională și socială [2].

Această abordare stimulează gândirea critică, creativitatea și colaborarea, pregătind elevii pentru a deveni cetățeni activi și inovatori într-o lume în continuă schimbare.

Lucrarea de față își propune să evidențieze importanța acestor perspective în predarea matematicii și să ofere exemple concrete de bune practici aplicabile în procesul educațional.

Metode și materiale aplicate

Metodele aplicate în cercetare sunt:

- Proiecte STEM / STEAM;
- Învățarea bazată pe probleme *(elevii rezolvă probleme din viața reală);*
- Experimente și modelare matematică *(aplicarea formulelor și funcțiilor pentru a descrie fenomene fizice sau sociale);*
- Colaborare interdisciplinară *(lecții comune cu profesorii de fizică, chimie, biologie, arte vizuale sau educație tehnologică);*
- Învățarea prin descoperire și investigație *(elevii explorează concepte matematice pornind de la observații sau date reale)*.

Iar materialele aplicate sunt:

- Softuri educaționale și aplicații interactive;
- Platforme colaborative;
- Fișe de lucru interdisciplinare: exerciții care combină matematica cu fizica, biologie sau arte;
- Obiecte reale: instrumente de măsurare, hărți, materiale de construcții.

Interdisciplinaritatea presupune colaborarea dintre matematică și alte discipline, menținând granițele, iar *transdisciplinaritatea* presupune depășirea granițelor disciplinare pentru abordarea problemelor reale.

Conceptul STEAM / STEM

Când se implementează acest tip de educație cadrul didactic ar trebui să se ghideze după 6 pași:

1. În primul rând, se selectează o întrebare esențială sau o problemă pe care o transmitem elevilor.
2. La al doilea pas, se caută răspunsul sau rezolvarea problemei. Tot în această fază se găsesc corelații între mai multe domenii și implică o mulțime de informații, abilități sau procese cheie pe care elevii trebuie să le adreseze deja.
3. În următoarea etapă se analizează lacunele pe care le au elevii în abilitățile și procesele lor proprii. Este faza care se referă la cercetarea activă și predarea intenționată.

4. După ce elevii au toate informațiile și au analizat soluțiile actuale, ei pot începe să-și creeze propriile soluții și procese de rezolvare a problemei. Aici utilizează abilitățile proprii, procesele și cunoștințele ce au fost acumulate în etapele anterioare.
5. La următorul pas al procesului se pune accentul pe împărtășirea ideilor cu ceilalți. Fiecare își expune părerea, exprimă un feedback și primește unul. Este momentul când învață să ofere și să primească contribuții.
6. Ultimul pas se referă la bucla ce închide activitatea. Este menită să dea elevilor posibilitatea de a reflecta asupra procesului lor și a feedback-ului primit. Pe baza acestei reflecții elevi vor fi capabili să se autocorecteze și să îmbunătățească propriile abilități, deprinderi și cunoștințe.

Drept exemple de produse STEAM / STEM, ar putea fi:

- „Grădina inteligentă cu senzori”
- „Podul care rezistă”
- „Orașul matematic în 3D”
- „Bugetul familiei inteligente”

Importanța abordării STEAM / STEM în matematică

Cheia succesului în societate este să oferim copiilor cunoștințele și abilitățile necesare pentru a se descurca, chiar mai mult de atât, într-o lume ce se află într-o continua schimbare. În acest context, abordarea STEAM / STEM în cadrul procesului educațional la matematică este importantă, deoarece permite:

- dezvoltarea gândirii critice, rezolvarea de probleme complexe;
- creșterea motivației elevilor prin legături cu realitatea;
- îmbunătățirea colaborării și creativității.

Educația STEAM se concentrează pe procesul de învățare la fel de mult ca pe rezultate, antrenează gândirea de tip design și procesul de proiectare pentru a oferi o soluție bazată pe abordarea rezolvării problemelor. Alte avantaje ale acestei abordări sunt:

- Oferă oportunități de învățare experiențială și oferă elevilor posibilitatea de a gândi critic și de a se autoeduca.
- Copiii sunt pur și simplu provocați să preia o problemă și să o rezolve. Prin gândirea critică ei trebuie să își pună întrebări și să afle răspunsuri.
- Greșelile sunt de apreciat în acest proces, deoarece reprezintă faptul că ceva nu a mers bine și va trebui să vedem „ce?", dar să găsim și soluția potrivită. De aici înțelegem că acest tip de educație încurajează perseverența.
- Copili sunt încurajați să asculte opiniile celorlalți și să împărtășească cunoștințe.
- Ei învață că pot sprijini lumea într-un mod pozitiv prin noile cunoștințe acumulate ce le vor pune în aplicare.

Exemple de activități interdisciplinare

În continuare sunt descrise un șir de activități interdisciplinare, în care se evidențiază legătura dintre matematică și alte științe exacte și ale naturii, cum ar fi: fizica, chimia, biologia, geografia. Activitățile presupun subiecte incluse în curriculum național la matematică, pentru clasele gimnaziale [3].

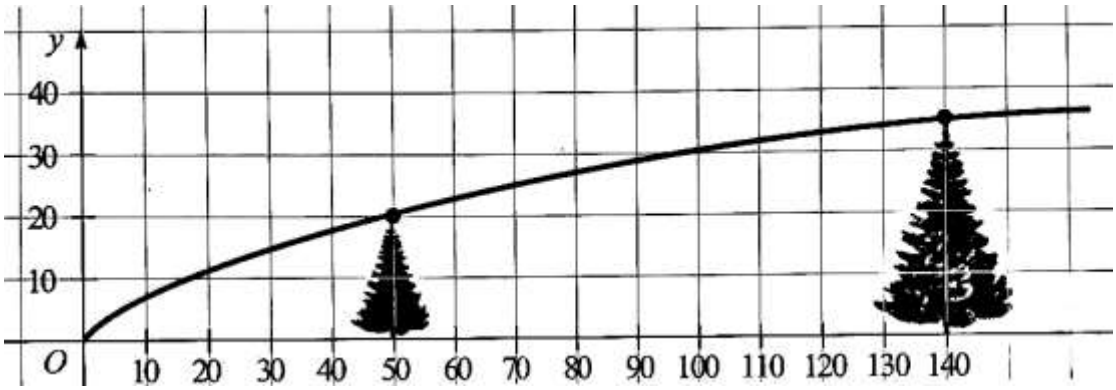
- **Matematica + Fizica**:

1. Pe o distanță de 240 km, un tren a mers la început cu viteza de 65 km/h, apoi, din cauza drumului deteriorat, și-a micșorat viteza până la 25 km/h. Toată distanța a fost parcursă în 6 ore. Aflați lungimea drumului deteriorat.
2. Din Chișinău spre Giurgiulești s-au pornit concomitent două autovehicule. Viteza unuia dintre ele era de 65 km/h, iar viteza celuilalt de 72 km/h. Scrieți, printr-o expresie, care va fi distanța dintre autovehicule peste *t* ore. Calculați această distanță, dacă:
   a) t = 1,5;
   b) t = 2;
   c) t = 2,5.
3. Fie h înălțimea (în metri) la care se află o minge aruncată în sus, t timpul (în secunde) în care mingea s-a aflat în zbor. Dependența variabilei h de variabila t se exprimă prin formula: h=24t-4,91t2.
   a) Care este înălțimea maximă la care ajunge mingea?
   b) În cât timp mingea se va ridica în zbor și în cât timp va coborî?
   c) Peste câte secunde, după ce a fost aruncată în sus, mingea va cădea pe pământ?

- **Matematica + Biologie**:

1. Lungimea totală a rădăcinilor unui fag de 70-75 de ani este de aproximativ 23km. Calculați cât însumează rădăcinile dintr-o pădure de 220 ha, care are 600 de arbori la ha.
2. Dependența dintre înălțimea *y* (în m) a unui brad și vârsta acestuia *x* (în ani) este dată prin următorul grafic:

Evoluția bradului



a) Aflați înălțimea bradului la vârsta de 20 ani; 50 de ani; 100 de ani.

b) Cu cât a crescut bradul în perioada de timp de la 20 până la 50 de ani, de la 50 până la 100 de ani, de la 100 până la 140 de ani?

3. Bacteriile se înmulțesc prin diviziune, fiecare bacterie transformându-se în altele două. Dacă la fiecare oră se produce diviziunea tuturor bacteriilor , să se determine numărul bacteriilor după 15 ore, știind că în prima oră era o singură bacterie.

- **Matematica + Geografie**:

1. Aria suprafeței Pământului este de 510,1 milioane km^2, dintre care 149.2 milioane km^2 reprezintă uscatul.
   a) Aflați aria suprafeței Pământului acoperita cu apă. Exprimați rezultatul în metri pătrați.
   b) Ce procent din toată suprafața Pământului reprezintă apa? Dar uscatul?
2. Anual, populația de pe Terra crește în medie cu 2%.
   a) Câți locuitori vor fi pe glob în anul 2060, dacă în 1990 populația Terrei a constituit 5,2 miliarde?
   b) Câți locuitori vor fi pe Terra în 2026?

- **Matematica + Chimie**:

1. Densitatea cuprului este de $8,9 \cdot 10^3$ kg/m^3. Aflați masa unei bucăți de cupru de forma unui paralelipiped dreptunghic cu dimensiunile de $3,5 \cdot 10^{-1}$m, 14 cm, $3 \cdot 10^{-2}$m.
2. Fie 736 ml de soluție de iod cu concentrația de 15%. Aflați câți mililitri de alcool trebuie adăugați pentru a obține o soluție de iod cu concentrația de 10%.
3. Se amestecă 2 L de soluție de apă cu sare având concentrația de 10% cu 8 L de soluție de apă cu sare având concentrația de 20%. Determinați concentrația amestecului.
4. Monoxidul de carbon este nociv pentru sănătatea omului, de aceea concentrația lui în încăpere nu trebuie să depășească $0.2 \cdot 10^{-2}$ g/m^2. Ce număr maxim admisibil de molecule se pot afla într-o cameră de dimensiunile 3 m x 5 m x 2,5 m, dacă o moleculă de monoxid este formată dintr-un atom de carbon și unul de oxigen, adică are masa egală cu 12+16=28 (u.a.)?

Implicarea comunității: invitați specialiști din diverse domenii sau părinți care pot contribui cu experiențe practice.

Astfel matematica devine un limbaj comun care leagă fenomene din domenii diverse, crescând interesul elevilor și relevanța cunoștințelor.

Exemple de activități transdisciplinare

- Proiect ,,Energia verde pentru școala noastră”: calculează necesarul de panouri solare (matematică), studierea surselor de energie (fizică), bugetare (economie), prezentare creativă (arte).
- Planificarea unui oraș inteligent: calculul de arii și volume (matematică), mediu și infrastructură (geografie, ecologie), implicarea comunității.

Concluzii

Integrarea matematicii în contexte reale, prin abordări interdisciplinare și transdisciplinare, o transformă dintr-o disciplină abstractă într-un instrument practic și relevant pentru viața de zi cu zi. Modelele educaționale precum STEAM/STEM evidențiază beneficiile colaborării între domenii, contribuind nu doar la o înțelegere mai profundă a conținuturilor, ci și la dezvoltarea unor competențe esențiale în societatea actuală, precum gândirea analitică, creativitatea, adaptabilitatea și capacitatea de a lucra în echipă. Pentru ca aceste metode să fie eficiente, este necesar un sprijin consistent din partea instituțiilor, formarea continuă a cadrelor didactice și o deschidere spre inovație educațională, având impact pozitiv atât asupra elevilor, cât și asupra comunității.

Bibliografie

1. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Iași: Polirom, 2024. 672 p. ISBN: 978-973-46-9955-1.
2. UNESCO. Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). Fostering peace through science and collaboration. https://www.unesco.org/en/stem
3. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Matematică. Curriculum național. Clasele 5-9. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Cutasevici, A., Crudu, V., Ceapa, V. (coord.) Chișinău: Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 180 p. ISBN 978-9975-3438-7-9.

CZU: 373.016:51+57 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p163-168

MATEMATICA ȘI BIOLOGIE: EXEMPLE ÎN SPRIJINUL DEMERSULUI STEAM

Serghei MAFTEA, dr. științe fizico-matematice
https://orcid.org/0000-0001-9497-2967
e-mail: psuplimentar@gmail.com
Academia „Ștefan cel Mare” a MAI
Alexandra MAFTEA, profesor de biologie
e-mail: mafteaalexandra@gmail.com
IPLT „Nicolae Bălcescu”, com. Ciorescu Chișinău

Rezumat. Articolul de față explorează integrarea interdisciplinară între matematică și biologie în special pentru clasa a 9-a, evidențiind rolul conceptelor din teoria probabilităților – experiment, probă și eveniment – în înțelegerea proceselor biologice, precum reproducerea celulară și diviziunile celulare (mitoză și meioză). Prin modele didactice aplicate pe organisme unicelulare (euglena verde, drojdia de bere, amiba) și pe celule eucariote somatice și germinale, se ilustrează modul în care abstracția matematică poate fi transpusă în contexte biologice. Se demonstrează că folosirea limbajului matematic, a noțiunilor și a reprezentărilor simbolice contribuie la dezvoltarea gândirii critice, metacogniției și învățării conștiente, facilitând astfel procesul de învățare STEAM.
Cuvinte-cheie: experiment, probă, eveniment, mitoză, meioză, metacogniție.

Abstract. The article explores the interdisciplinary integration of mathematics and biology in 9th-grade education, highlighting the role of probability theory concepts – experiment, trial, and event – in understanding biological processes such as cellular reproduction and cell division (mitosis and meiosis). Through educational models applied to unicellular organisms (green euglena, yeast, amoeba) and to somatic and germline eukaryotic cells, the study demonstrates how mathematical abstraction can be transferred to biological contexts. The use of mathematical language, concepts, and symbolic representations contributes to the development of critical thinking, metacognition, and conscious learning, thereby facilitating the STEAM learning process.
Keywords: experiment, trial, event, mitosis, meiosis, metacognition.

Una dintre principalele sarcini care stau în fața educației STEAM, în accepțiunea noastră, este și cea de a contribui la facilitarea procesului de învățare pentru elevi. Contribuția respectivă fiind reflectată în identificarea de sisteme de referință care ar permite ca materia, propusă pentru învățare, să devină mai accesibilă, mai relevantă și desigur ca procesul de acumulare a cunoștințelor să fie mai eficient.

În general, referitor la educația STEAM, se poate spune că aceasta ține de activarea în cadrul învățării a strategiilor didactice ce le-ar permite elevilor să reușească. Contextul relevat are ca suport mai multe aspecte ce se referă la organizarea și desfășurarea procesului de instruire. Printre acestea se evidențiază personalizarea și diferențierea învățării, crearea unui mediu școlar pozitiv și sigur, învățarea activă, predarea centrată pe elev și desigur dezvoltarea abilităților metacognitive.

Acest ultim aspect ține și de promovarea de metode și procedee didactice eficiente bazate pe învățarea conștientă, care după cum se știe implică nu doar lecturarea materialului, dar și folosirea de către elevi a diferite tehnici de notare. Pornind de la faptul că Matematica nu este doar un set de numere, termeni, concepte și formule, dar este, în esență, un limbaj formal care contribuie ca elevul să gândească într-un mod structurat, ceea ce este esențial pentru învățarea conștientă și metacogniție.

Matematica oferă instrumente directe, care permit de a extrage esențialul dintr-un volum mare de informații. Anume utilizarea de notații, folosind simboluri și caractere, pentru a reprezenta termeni, concepte, formule și relații permit de a obține „o economie de limbaj". Limbajul matematic susținut de notațiile caracteristice învață elevul să „filtreze" detaliile irelevante și să evidențieze concis ideile principale.

După părerea noastră, ajustarea conceptelor abstracte utilizate de matematică îi ajută pe elevi să dezvolte și să construiască legături între concepte și în alte domenii de învățare. Cercetarea de față, este îndreptată în elucidarea acestui suport al matematicii în vederea învățării materiei propuse de disciplina biologie și viceversa.

Astfel, conform curriculumului la Matematică pentru clasa a 9-a sunt propuse la nivel de unități de conținut următoarele: *Noțiunea de eveniment* și *Clasificarea evenimentelor* [3], iar conform curriculumului la Biologie pentru clasa a 9-a sunt propuse la nivel de unități de conținut următoarele: *Celula, unitatea de bază a vieții. Reproducerea celulară și moștenirea caracterelor. Reproducerea celulară: Diviziunea directă. Diviziunea indirectă* [2].

De asemenea, se constată că curriculum la Matematică indică: *eveniment aleatoriu, evenimente elementare, evenimente egal posibile* drept elemente noi de limbaj matematic. În acest context se observă că Capitolul 6, din manualul de matematică pentru clasa a 9-a, demarează cu evidențierea de termeni cheie și anume: *eveniment, întâmplător, aleatoriu, posibil, probabil, sigur, șansă, probabilitate*, precum și a întrebărilor: *Ce înseamnă aceşti termeni? De ce trebuie să-i cunoaștem? Când și cum îi putem utiliza?* [6]. De fapt, întrebările respective sunt instrumente metacognitive și forme de învățare conștientă. Astfel, acestea au statut de instrumente practice folosite pentru a dezvolta învățarea conștientă și totodată propuse pentru ca elevul să exerseze metacogniția, adică să observe și să controleze propriul mod de gândire. Aceste întrebări, în procesul de învățare, sunt necesare pentru formarea și dezvoltarea reflecției precum și pentru înțelegerea mai profundă a materiei, contribuind astfel la ridicarea gradului de importanță a termenilor în contextul materialului propus.

Drept obiective care pot fi asociate acestui tip de întrebări sînt formarea și dezvoltarea gândirii critice referitor la trecerea de la aspectul ce implică simpla memorare la aspectele de înțelegere și aplicare a materialului și la relaționarea cu aplicațiile practice sau cu alte discipline adică de a susține educația STEAM.

Acest ultim obiectiv presupune realizarea unor cercetări menite să evidențieze relaționarea termenilor analizați cu conținuturile propuse spre învățare elevilor, în cadrul altor discipline școlare. Demersul nostru are drept scop sublinierea caracterului interdisciplinar dintre matematică și biologie, demonstrând că noțiunile și structurile abstracte specifice matematicii pot fi transpuse și interpretate în contextul fenomenelor din lumea vie. Astfel, abstracția matematică devine un instrument de înțelegere și modelare a realității biologice, contribuind la formarea unei viziuni integrate asupra cunoașterii. Această perspectivă, se corelează cu abordarea ,,integrarea interdisciplinară a matematicii și biologiei în educația secundară reprezintă un pas promițător către edificarea unui cadru educațional dinamic, relevant și cu impact formativ" [4]. Ambele direcții reflectă natura interconectată a cunoașterii și facilitează dezvoltarea gândirii critice, a capacității de abstractizare și a competențelor aplicative necesare pentru înțelegerea și soluționarea problemelor complexe ale lumii reale. Aceste aspecte confirmă încă o data că interdisciplinaritatea poate fi privită ca strategie didactică și ca o modalitate autentică de formare a unei gândiri științifice integrate.

Teoria probabilităților este una dintre importantele ramuri ale matematicii, având ca obiect de studiu incertitudinea și ca concepte fundamentale *evenimentul* și *probabilitatea*. În spectrul teoriei probabilităților se află *experimentele* ale căror rezultate sunt incerte, fapt care este relevat prin folosirea și a sintagmei *experimente aleatorii*. Rezultatul obținut în urma desfășurării unui experiment nu este cunoscut apriori și este numit *eveniment,* iar desfășurarea unui experiment se numește *probă*. Trebuie de menționat că teoria probabilităților studiază experimente pentru care este cunoscută mulțimea rezultatelor posibile. Mulțimea respectivă este numită *spațiul evenimentelor elementare* și de regulă este notată cu Ω. Astfel, în acest context, eveniment este orice submulțime a lui Ω, iar eveniment elementar este orice submulțime formată dintr-un singur element, adică ceea ce se obține ca rezultat al unei careva probe.

Bazându-ne pe unitățile de competență 5.1. Identificarea și aplicarea în diverse contexte a terminologiei și a notațiilor aferente noțiunilor studiate din statistică matematică, teoria probabilităților și calcul financiar; 5.4. Identificarea în situații reale și/sau modelate a evenimentelor; 5.6. Clasificarea evenimentelor în funcție de șansa producerii lor (eveniment sigur, probabil, posibil, imposibil) și estimarea șansei producerii unui eveniment; 5.8. Organizarea, reprezentarea și interpretarea datelor din diverse domenii, utilizând elemente ale statisticii matematice și/sau probabilistice, instrumente TIC [3]. Conchidem că experimentul, proba, evenimentul sunt termeni pe care elevul de clasa a 9-a trebuie să-i înțeleagă și să-i aplice. În continuare se vor prezenta exemplificări de folosire a conceptelor de experiment, probă și eveniment în vederea susținerii demersului ,,prezentarea rolului interdisciplinarității în integrarea și schimbul de cunoștințe între matematică și biologie [4]. Pe partea de biologie aplicarea acestora va

fi direcționată pe materia ce se referă la reproducerea celulară, diviziunea directă, mitoza și meioza din *Capitolul 1. Celula, unitatea de bază a vie*ții prevăzută de curriculumul și manualul de biologie pentru clasa a 9-a [1, 2].

***Exercițiul* 1**. Să se compună un model, care să facă legătura dintre conceptele, din teoria probabilităților, de experiment, probă și eveniment cu reproducerea celulară în cazul euglena verde.

Figura 1. Diviziunea directă la euglena verde

(preluată din Manualul de Biologie pentru clasa a 9-a) [1]

Soluție. Experimentul constă în examinarea la microscop a organismului unicelular euglena verde. Proba constă în observarea la microscop a diviziunii celulare în cazul celulei de euglena verde. Evenimente: A1 = {celula de euglena verde se divide prin sciziune (prin fragmentare)}, A2 = {celula nu se divide în timpul observației (celula nu a ajuns la maturitate)}.

***Exercițiul* 2**. Să se compună un model care să facă legătura dintre conceptele din teoria probabilităților de experiment, probă și eveniment cu reproducerea celulară în cazul drojdiei de bere.

Figura 2. Diviziunea directă la drojdia de bere

(preluată din Manualul de Biologie pentru clasa a 9-a) [1]

Soluție. Experimentul constă în examinarea la microscop a drojdiei de bere. Proba constă în observarea la microscop a diviziunii celulare pentru drojdia de bere (organism unicelular). Evenimente: B1 = {celula de drojdie de bere se divide (prin strangulare)}, B2 = {celula nu se divide în timpul observației (celula nu a ajuns la maturitate)}.

***Exercițiul* 3**. Să se compună un model care să facă legătura dintre conceptele din teoria probabilităților de experiment, probă și eveniment cu reproducerea celulară în cazul amibei.

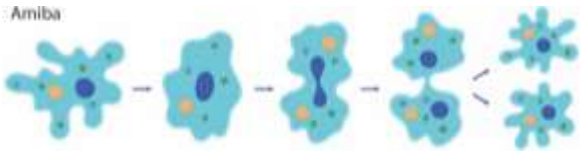


Figura 3. Diviziunea directă la amibă

(preluată din Manualul de Biologie pentru clasa a 9-a) [1]

Soluție. Experimentul constă în examinarea la microscop a amibei. Proba constă în observarea la microscop a diviziunii celulare pentru amibă. Evenimente: C1 = {celula de amibă se divide prin amitoză}, C2 = {celula nu se divide}.

În exercițiile propuse experimentul constă în examinarea la microscop de organisme unicelulare, proba constă din acțiunea de monitorizare a unei celule. Evenimentul elementar în toate aceste cazuri este apariția diviziunii directe sau lipsa diviziunii. Dacă luăm în calcul doar aceste două rezultate posibile conchidem că spațiul fundamental este finit.

***Exercițiul* 4**. Să se compună un model care să facă legătura dintre conceptele din teoria probabilităților de experiment, probă și eveniment cu procesul prin care o celulă eucariotă de tip somatic se divide, adică cu fazele mitozei.

Soluție. Experimentul constă în examinarea la microscop a celulei somatice (diploidă) în procesul de diviziune. Proba constă în activitatea de observare a diviziunii celulare a unei celule somatice (diploidă). Evenimente: M_1 = {Celula se organizează și se pregătește pentru diviziune în faza profazică}, M_2 = {Celula se află în metafază, iar cromozomii se aliniază în centrul ei}, M_3 = {Celula se află în anafază, iar cromozomii se separă și se deplasează către poli}, M_4 = {Celula se află în telofază, iar cromozomii ajung la poli și începe formarea a două nuclee fiice}, M_5 = {Citoplasma se divide, rezultând două celule fiice diploide}.

Deoarece fazele mitotice fiind finite și consecutive atunci spațiul fundamental, în cazul diviziunii celulare prin mitoză, poate fi considerat ordonat și numerabil, iar evenimentele elementare corespund fiecărei faze sau rezultatului final. În rezultatul apariției evenimentului M5 = {Citoplasma se divide, rezultând două celule fiice diploide}, fiecare celulă-fiică are același număr de cromozomi ca și celulă diploidă mamă.

***Exercițiul* 5**. Să se compună un model care să facă legătura dintre conceptele din teoria probabilităților: experiment, probă și eveniment și procesul de diviziune a unei celule sexuale (meioza), evidențiind fazele acesteia.

Soluție. Experimentul constă în examinarea la microscop a unei celule diploide germinale aflate în procesul de diviziune meiotică pentru formarea de gameți. Proba constă în activitatea de examinare la microscop a diviziunii unei celule sexuale. Evenimente: H_1 = {formarea a două celule haploide, fiecare cu cromatidele încă împerecheate - prima diviziune meiotică}, H_2 = {fiecare dintre cele două celule haploide se divid rezultând încă două celule haploide, fiecare cu un set unic de cromozomi – a doua diviziune meiotică}.

Observație. Spațiul fundamental include fazele succesive ale diviziunii și poate fi descris ca o succesiune de evenimente ordonate. Evenimentele elementare pot fi definite prin fiecare fază a meiozei**.** Astfel, dacă celula inițială are 46 cromozomi, după prima

diviziune meiotică fiecare dintre cele două celule fiice are 23 cromozomi, iar după a doua diviziune meiotică, rezultă patru celule haploide, fiecare cu câte 23 cromozomi.

Concluzii

Demersul interdisciplinar prezentat subliniază că matematica și biologia se pot sprijini reciproc: conceptele probabilistice permit modelarea și analizarea proceselor de reproducere celulară, iar studiul biologiei oferă contexte concrete pentru aplicarea abstractizărilor matematice. Modelele propuse demonstrează că spațiul fundamental al unui experiment, evenimentele elementare și rezultatele posibile pot fi corelate cu fazele mitozei și meiozei, contribuind la înțelegerea procesului de diviziune celulară și a distribuției cromozomilor. În final, această abordare interdisciplinară dezvoltă gândirea critică și metacogniția elevilor, promovează învățarea activă și face procesul educațional mai relevant și accesibil, evidențiind impactul practic al integrării matematicii și biologiei în educația STEAM.

Bibliografie

1. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Biologie: Manual pentru clasa a 9-a. Bîrnaz, N. Chișinău: Prut Internațional, 2024. 108 p. ISBN 978-9975-54-814-4.
2. Curriculumul la disciplina Biologie ediția 2019, aprobat prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17 iulie 2019. Disponibil la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_gimnaziu_ro.pdf.
3. Curriculumul Național. Matematică. Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. Disponibil la: mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf.
4. MAFTEA, S., MAFTEA, A. Integrarea matematicii și biologiei în curriculumul școlar pentru învățământul secundar: o abordare interdisciplinară. Disponibil la: http://dir.upsc.md:8080/xmlui/handle/123456789/7295.
5. MAFTEA, S., MAFTEA, A. Aspecte privind corelația interdisciplinară a matematicii și biologiei în învățământul secundar, materialele conferinței științifice internaționale „Știință și educație: noi abordări și perspective”, 21-22 martie 2024, Seria XXVI, Volumul 4, pp.18-25.
6. ACHIRI, I., BRAICOV, A., ȘPUNTENCO, O. (Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova) Matematică: Manual pentru clasa a 9-a. Chișinău: Prut Internațional, 2024. 176 p. ISBN 978-9975-54-782-6.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p169-174

FILE ISTORICE DIN SCRIEREA EGIPTEANĂ

Gabriela-Daniela MARCHITAN, prof. de matematică grad didactic I
https://orcid.org/0000-0001-5558-4136
e-mail: gabriela.marchitan@gmail.com
Colegiul Tehnic „Edmond Nicolau" Focșani, Vrancea, România

Abstract. Din toate scrierile ancestrale cea egipteană oferă cel mai limpede exemplul de scriere prin care cuvintele sunt realizate cu ajutorul unor reprezentări de obiecte. La fel ca și alte scrieri antice, scrierea egipteană a apărut în mod spontan din cele mai simple desene și modele descrise ale popoarelor comunităților de păstori-agricultori sau vânători-culegători din epoca primitivă.
Cuvinte cheie: alfabet, scriere: hieroglifică, demotică, hieratică, zecimal, papirus.

Abstract. Of all the ancestral writings, the Egyptian one offers the clearest example of writing in which words are made with the help of representations of objects. Like other ancient writings, the Egyptian writing arose spontaneously from the simplest drawings and described models of the peoples of the pastoral-agricultural or hunter-gatherer communities of the primitive era.
Keywords: alphabet, writing: hieroglyphic, demotic, hieratic, decimal, papyrus.

Papirusul a fost prima hârtie din lume. Ea era confecționată dintr-un fel de trestie care creștea pe malul Nilului de la izvoare și până la deltă cu o tulpină groasă cât un braț de om matur. Fabricarea *papirusului* – un dar specific doar pentru civilizația egipteană – este un aport firesc natural al râului Nil. Acest proces începe în Egiptul Antic pe la mijlocul mileniului al IV-lea î.Hr.

Trestia avea multiple realizări. Ea era tăiată și folosită pentru a construi bărci sau acoperișuri pentru diverse localuri, era uscată și împletită pentru a se face rogojini, coșuri, lăzi și sandale. Un fel special de trestie, numit *papirus*, era folosită pentru a se confecționa sulurile de *papirus* (*hârtia acelor timpuri*) folosite de scribi.

Așa se făcea, că în Egiptul Antic „*cărțile*" pe care se scria, apoi se citea ce era scris, aveau forma unui sul. Această proprietate a intrat în uz și în vorbirea cotidiană. Când un egiptean din acele timpuri voia să spună că a citit o carte, el se exprima astfel: „*am desfășurat și am înfășurat un sul*", cum ne-am exprima noi actualmente „*am răsfoit sau am citit o carte*". Sensul logic al expresiilor citate este parcă identic, dar diferența dintre ele constă în faptul că o carte egipteană spre deosebirea de cărțile noastre cu multe foi avea doar o singură filă, dar de dimensiuni, uneori destul de enorme, care se făcea sul. Până în zilele noastre a ajuns un papirus cu o întindere de 40 de metri lungime.

Clima și natura i-a obligat pe egipteni de a găsi o modalitate de a înregistra cele scrise și această modalitate a fost *papirusul* – una dintre cele mai miraculoase invenții ale omenirii. Este cert de la sine că această invenție a fost posibilă a fi realizată doar în rezultatul unei munci experimentale de lungă durată, dar soldată cu succes.

Păstrarea *papirusului* de obicei era sub formă de sul. Firește, că un papirus putea fi înfășurat doar în cazul, când era proaspăt și mlădios. Zăcând mii de ani în nisip, aceste cărți s-au uscat și au devenit atât de fragile, încât la cea mai mică atingere se sfărâmă în mii de bucățele. Totuși sulul trebuia desfăcut deoarece altfel este imposibil de a citi ce este scris pe el. Anume cu aceasta și se ocupă savanții egiptologi și specialiștii restauratori. Ținut mai întâi în aburi rari, sulul se umezește și devine mai mlădios. Coala mare este tăiată în locurile vechilor lipituri, căpătându-se foi separate. Fiecare dintre aceste foi este pusă între două bucăți de sticlă uscată și curată. Marginile bucăților de sticlă sunt încleiate cu hârtie sau pânză. Consacrat în felul acesta papirusul nu mai este supus pericolului de a fi deteriorat. Trebuie doar de ferit de razele puternice ale Soarelui, ca să nu se decoloreze textul scris. Această invenție fără seamăn a civilizației egiptene antice – *papirusul* a fost posibilă de a fi descoperită ca mărturie istorică doar în cazul când omul dispunea de un tezaur anumit de cunoștințe ce i-au permis egipteanului, în rezultatul mai multor încercări, să ajungă la un asemenea rezultat, care a cucerit lumea antică [1, 2].

Datorită *papirusului* urmăririle milenare asupra aștrilor cerești și calculele matematice au ajutat preoților caldei să elaboreze un calendar corect. El a fost coordonat cu mișcările Soarelui. Acesta a fost cel mai antic calendar solar, prototipul calendarului nostru actual. Meritul e pe deplin a preoților caldei care au acumulat cunoștințele matematice și astronomice necesare, care fiind înregistrate pe *papirus*, acumulate mulți ani în șir, în final, au putut da un rezultat fertil – elaborarea unui asemenea calendar [3, 4].

Din toate scrierile ancestrale cea egipteană oferă cel mai limpede exemplul de scriere prin care cuvintele sunt realizate cu ajutorul unor reprezentări de obiecte. La fel ca și alte scrieri antice, scrierea egipteană a apărut în mod spontan din cele mai simple desene și modele descrise ale popoarelor comunităților de păstori-agricultori sau vânători-culegători din epoca primitivă (fig. 1).

Figura 1. Placa Narmer

În epoca arhaică, pentru a scrie un cuvânt oarecare, scribul reda în mod plastic imaginea corespunzătoare a cuvântului dat:

- desenând *apa* prin trei liniuțe ondulate sau în zigzag scribul subînțelegea cuvântul *apă,* imagine, care parcă curgea;

- *muntele* era redat în forma a două înălțimi prin mijlocul cărora trece o vale sau trecătoare;
- noțiunea de *ținut, district, nomă* era notat sub forma unei bucăți de pământ arabil dreptunghiular, despărțit în loturi egale prin canale de irigație.

Această scriere a reflectat modul de exprimare în scris a limbii egiptene vorbite. Primele forme de scriere apar prin sec. XXXV î.Hr., sau poate și mai înainte sub forma scrierii *hieroglifice* unele mostre din care au ajuns până la etapa actuală – un număr destul de mic, printre care piatra de la Rozetta.

Către mijlocul milen. II î.Hr. fenicienii, de neam semit, au substituit semnele pictografice, care reprezentau anumite lucruri, cu anumite semne, care redau sunete, adică litere, astfel a fost inventat alfabetul, dar încă, deocamdată, fără vocale, alfabet actualmente aplicat la arabi. Numărul necesar de semne pentru scriere a fost redus considerabil (*26 semne pentru consoane*). Acest sistem alfabetic fenician a evaluat mai apoi, fiind desemnat și promovat de negustorii fenicieni pe aria extinsă a Mării Mediteraniene, precum și în Asia Mică. Cuvântul „*alfabet*" provine de la denumirile primelor două litere ale alfabetului *alef-aleph (bou)* și *beth (casă).* Tot în acele condiții au avut loc unele încercări de a simplifica sistemul hieroglific, care a adus spre scrierea *hieratică (religioasă),* scriere abreviată și mai lejer adaptată pentru a scrie manuale cu ajutorul stiletului, apoi și spre scrierea *demotică* (*populară*).

Limba egipteană face parte din grupul de limbi semit-hamitice și este înrudită în direct cu cele indo-europene. Pe vasele de lut din epoca arhaică, aceste desene primitive, cu sens logic direct, încep să se apropie de înțelesul semnelor și îmbracă o formă schematică, simplificată, de ornament cu motiv liniar. Pentru însemnarea de propoziții întregi, aceste semne plastice se uneau într-un desen complicat cu un sens logic.

Pe placa de ardezie care redă victoria faraonului Narmer, regele este zugrăvit lovind cu buzduganul pe dușmanul înfrânt și îngenunchiat.

Figura 2. Piatra de la Rosette cu inscripții în trei scrieri

Cu ajutorul unui grup de semne strâns legate între ele, este desenat un vultur care ține într-o gheară o funie trecută prin nasul unui om și se sprijină cu cealaltă gheară pe șase plante care cresc dintr-un dreptunghi ce reprezintă oarecum un trup de prizonier. Acest

tablou complicat și cu un înțeles profund trebuia să însemne că regele civilizației egiptene în chip de vultur sacru a adus 6000 de prizonieri dintr-o țară de șes. Numele țării „*Lacul Harpun*” se află redat ceva mai jos prin două semne plastice. Pe această placă se poate găsi încă o frază scrisă prin același mijloc al semnelor plastice: „*Regele în chip de taur sfărâmă cu coarnele sale zidurile crenelate ale unei cetăți și ucide vrăjmașul înfrânt strivindu-l cu copita*”. Prin desenele înregistrate mesagerul antic a redat informația dorită cu ajutorul grafemelor indicate (fig. 2).

Unii istorici și arheologi consideră că scrisul a apărut în Egipt mult mai devreme decât oriunde, datorită unor sculpturi datând din perioada pre-dinastică, descoperite, recent, la Abidos (*oraș din Egiptul Central*). Scrierea era realizată în imagini sau ieroglife.

Meritul descifrării definitive a scrierii hieroglifice egiptene revine savantului francez – filologului-egiptologului François Champollion. Folosind rezultatele predecesorilor săi acest savant după o muncă îndelungată în lucrările sale a scos în mod logic concluzia de descifrare a inscripției de pe piatra de la Rosette, scrisă în trei limbi: egipteană hieratică, egipteană demotică și greacă.

În 1882 Champollion reușește să descifreze corect o serie întreagă de cuvinte și nume, pornind de la presupunerea că hieroglifele egiptene nu reprezintă doar cuvinte întregi, ci silabe și chiar sunete. Champollion a parcurs calea logică matematică a unui silogism corect, plecând de la o ipoteză presupusă anterior. El a confruntat numele grecești ale faraonului Ptolomeu și a reginei Cleopatra, pe care le-a descoperit în partea inscripției grecești a pietrei de la Rosetta, cu sensul logic adecvat al acelorași nume în scrierea hieratică și demotică de pe inscripțiile executate pe piatra dată. Savantul a reușit să stabilească dependența dintre o serie de hieroglife și sunete și a determinat literele unui alfabet – alfabetul ce a permis a descoperi în lume nouă și fantastică – limba civilizației egiptene antice.

Această fascinantă descoperire a facilitat de a determina corect calea de a descifra multe din documentele scrise, inclusiv și cele ce conțin informații matematice (fig. 3).

Figura 3. Scrierea egipteană

În continuare, în urma multor demersuri de cercetare, a multor inscripții egiptene pe care le-a cunoscut la acel moment, el încearcă să alcătuiască o gramatică și să întocmească un dicționar al limbii egiptene antice.

Scrisul la egipteni este cunoscut, după Clement din Alexandria (*200 e.n.*), sub formă de trei variante: hieroglifică, hieratică și demotică [4].

Scrierea cu ajutorul pictogramelor, care este sculptată pe monumentele istorice, se numește – *hieroglifică*.

Există o versiune ceva mai simplificată ca scrisul hieroglific, cunoscută sub numele de scriere *hieratică*.

Dar cea mai prescurtată și mai simplă este scrierea *demotică*.

Egiptenii credeau că scrisul le-a fost dat, ca cel mai de preț dar, de către Thoth – zeul înțelepciunii. Ei numeau scrisul *mdw ntr,* ceea ce înseamnă „*cuvintele zeului*". Se credea că semnele scrisului au putere magică și pot prinde viață când este cazul. Grecii l-au numit scris *hieroglific*, care are sensul de „*sculpturi sacre*". Acest lucru se datorează faptului că hieroglifele erau sculptate în piatră sau pe pereții mormintelor și nu erau scrise pe papirusuri.

Scrisul hieroglific – scrisul sacru cu caractere sacre – reprezintă un sistem de scris foarte complex format din peste 700 de pictograme – desene convenționale utilizate în sistemul de scriere rudimentară, care sugerează o anumită idee sau reprezintă un obiect, aceste pictograme mai erau numite ideograme. La fel și scrisul alteori mai era numit ideografic. Adeseori, multe dintre aceste pictograme reprezintă un obiect concret. Scrierea sub formă de ideograme a unui rege, zeu sau oraș apare încă pe parcursul mileniului al IV-lea, deci în perioadele pre-dinastice, care se afirmă înainte de mileniul al III-lea. Scrierea hieroglifică nu includea vocale, deși se utilizau niște semivocale. Vocalele apăreau doar în limbajul vorbit. Această caracteristică s-a păstrat relativ în limba arabă modernă. Acest fapt admitea de a scrie același cuvânt în mod diferit în cărți diferite.

Scrisul hieratic – scris cursiv reprezintă un fel de prescurtare a scrisului hieroglific. El a apărut în Regatul Vechi (2686-2181). Denumirea de hieratic este de origine greacă și înseamnă scris „*preoțesc*", deoarece era în special folosit de preoți. Este utilizat până către secolul al III-lea era noastră.

În timpul perioadei mult mai târzii (*circa 700 î.Hr.*) a apărut o nouă scriere prescurtată, mult mai simplă și de cât scrierea hieroglifică, și de cât cea hieratică. Deoarece ea era ușor practicabilă – a primit numele de scriere *demotică*, mai numită uneori epistolografică – scriere pentru redactarea scrisorilor – ceea ce înseamnă „*a poporului*". De un astfel de scris se servea și Herodot.

În haina scrisului său caracteristic limba egipteană a trecut în evoluția sa istorică prin câteva etape specifice:

- *limba egipteană veche* (*anii 3000-2300 î.Hr.*), care cuprinde *Textele Sarcofagelor* – cel mai vechi monument istoric-religios;
- *limba egipteană medie* (*anii 2200-1400 î.Hr.*), în care sunt scrise multe opere literare, precum și lucrări de medicină, matematică etc.;

- *limba egipteană nouă* (*anii 1300-800 î.Hr.*) care, față de perioada medie, are un număr mare de trăsături specifice limbilor analitice;
- *limba egipteană demotică* (*sec. VIII î.Hr. – sec. V e.n.*), care a fost înlocuită în primele secole ale erei noastre cu limba coptă;
- după căderea Imperiului Ptolomeic cultura civilizației egiptene a început să decadă. Creștinismul a devenit principala religie. Limba veche egipteană a început să se modifice. Deoarece ea deja nu mai putea să explice ideile credinței creștine. Limba nouă creștină a obținut numirea de *limba coptă,* iar creștinii egipteni se numesc copți chiar și actualmente. Limba folosită în bisericile copte este limba cea mai apropiată de limba egipteană veche.
- Când Egiptul a fost convertit la creștinism, în timp ce se afla sub dominația romană, scrierea egipteană a fost complet interzisă, fiind considerată ca păgână. Oamenii au început să o uite și scrierea hieroglifelor, deoarece nu se mai învăța la școală, a fost uitată. În cele din urmă limba egipteană este înlocuită treptat (*sec. VII – sec. XVII*) cu limba arabă.

În anul 1824 cărturarul francez Jean-François Champollion a publicat lucrarea sa cu referire la descifrarea scrisului egiptean hieroglific, care a fost începutul dezvăluirii misterului acestei scrieri antice.

Actualmente au rămas cu totul nedescifrate doar numai câteva inscripții reduse sau enigmatice, scrise în epoca târzie a istoriei civilizației egiptene cu ajutorul unui cifru special, secret, în scopul ascunderii de cei neinițiați a diferitelor taine magic-religioase.

Bibliografie

1. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat. 1951, 424 p.
2. *Enciclopedia Lumii Antice*. București: Aquila, 2006, 400 p.
3. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976, 304 p.
4. ДРАЧУК, В. *Дорогами тысячелетий. О чём поведали письмена.* Москва: Молодая Гвардия, 1977, 288 стр.
5. ДЖУРИНСКИЙ, А.Н. *Педагогика: история педагогических идей.* Москва: Педагогическое общество России, 2000, 352 стр.
6. ДЖУРИНСКИЙ, А.Н. *История зарубежной педагогики.* Москва: Форум, 1998, 268 стр.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p175-179

HIPATIA, SAVANTA FEMEIE DE LITERE ȘI ȘTIINȚE

Mirela MĂCIUCA, profesoară de matematică
https://orcid.org/0000-0002-3862-2812
e-mail: alerimmira@yahoo.com
Școala Gimnazială „*Dimitrie Gusti*” Nereju, România

Rezumat. Hipatia din Alexandria a fost o femeie filosof și matematician, născută în Alexandria, Egipt, probabil în 370 e.n./d.Hr. A fost fiica matematicianului Theon, ultimul profesor la Universitatea din Alexandria, care a îndrumat-o în matematică, astronomie și filozofie.
Cuvinte cheie: știință, civilizația egipteană, prima femeie matematiciană din lume, Hipatia.

Abstract. Hypatia of Alexandria was a female philosopher and mathematician, born in Alexandria, Egypt, probably in 370 CE/AD. She was the daughter of the mathematician Theon, the last professor at the University of Alexandria, who mentored her in mathematics, astronomy, and philosophy.
Keywords: science, Egyptian civilization, the world's first female mathematician, Hypatia.

Hipatia (*Hypatia, Ghipatis*) din Alexandria (*370-415 e.n./d.Hr.*), matematiciană, filosof, astronom și medic, adeptă a școlii neoplatonismului. Vestită prin cursurile sale de matematică și filosofie ce le ținea la Museion. A contribuit la scrierea comentariilor la: *Almagest, la lucrările lui Diofante, la secțiunile conice ale lui Apoloniu*. Aceste comentarii au servit ulterior ca izvoare inedite cu referire la aceste lucrări. Vestită prin erudiția și elocvența sa, fiind păgână și cu mare autoritate în Alexandria, a fost victima unei gloate de fanați creștini, ațâțați de către episcopul Chiril din Alexandria (fig. 1).

Figura 1. Matematiciana Hipatia

O asemenea gloată cu 20 de ani mai înainte a distrus cea mai mare bibliotecă din lume – Biblioteca din Alexandria și prin aceasta au contribuit la distrugerea celui mai important și mai de valoare centru științific al Imperiului Roman. Acestea au contribuit la decăderea

matematicii ca știință, în special, a matematicii Egiptului Antic. Cu aceasta se încheie Istoria Matematicii egiptene și începuturile Istoriei Didacticii Matematicii civilizației egiptene.

Hipatia din Alexandria a fost o femeie filosof și matematician, născută în Alexandria, Egipt, probabil în 370 e.n./d.Hr. A fost fiica matematicianului Theon, ultimul profesor la Universitatea din Alexandria, care a îndrumat-o în matematică, astronomie și filozofie.

A fost ucisă în anul 415 e.n./d.Hr. de o gloată creștină care a atacat-o pe străzile din Alexandria, acuzând-o că este vrăjitoare.

Hipatia este descrisă în mod obișnuit ca o femeie cunoscută pe larg pentru generozitatea, dragostea de învățare și experiența în predarea materiilor neoplatoniste: limbile, matematica, științele și filosofia.

Într-un oraș care devenea din ce în ce mai divers din punct de vedere religios, Hypatia era o prietenă apropiată a prefectului păgân Orestes și a fost învinuită de Chiril, arhiepiscopul creștin al Alexandriei, pentru că l-a împiedicat pe Orestes să accepte „*adevărata credință*".

Din toate punctele de vedere, Hypatia a fost o femeie extraordinară și un orator public popular. Istoricul antic Damascius descria prelegerile sale publice: *„Îmbrăcându-și tribonul (haina unui cărturar și, prin urmare, un articol de îmbrăcăminte masculin), doamna și-a făcut apariții în centrul orașului, expunând în public celor dispuși să asculte pe Platon sau Aristotel sau pe un alt filozof ... o confuzie între bărbați și cai, cu oameni care vin și pleacă și alții care stau în picioare pentru Hypatia".*

Tatăl ei, Theon, a refuzat să-i impună fiicei sale rolul tradițional atribuit femeilor și a crescut-o așa cum ar fi crescut un fiu; învățând-o propria meserie.

Hipatia, pe de altă parte, a dus viața unui universitar respectat al universității din Alexandria; o poziție la care doar bărbații aveau dreptul să pretinde. Nu s-a căsătorit niciodată și a rămas celibatară pe tot parcursul vieții, dedicându-se învățării și predării științelor. Scriitorii antici sunt de acord că era o femeie cu o putere intelectuală enormă. În cadrul matematicii, ea a scris sau a ținut prelegeri despre astronomie (*inclusiv aspectele sale observaționale – astrolabul*), geometria și algebra și a făcut un avans în tehnica de calcul – toate acestea, în tandem cu angajarea în filosofia religioasă. Această moștenire a fost atât de impresionantă încât Alexandria a concurat cu Atena ca o bijuterie a științei și culturii la acel timp istoric.

Alexandria a fost încă un loc important de învățare în primele zile ale creștinismului, dar, pe măsură ce credința a crescut în adepți și putere, a devenit din ce în ce mai împărțită prin lupte între facțiuni religioase. Arhiepiscopul Chiril a fost în mod obișnuit frustrat de popularitatea Hipatiei și de prietenia ei cu prefectul Orestes. Cronicarul creștin Ioan de Nikiu explică situația din punctul de vedere al lui Chiril: *„Și în acele zile a apărut în Alexandria o femeie filozof, o păgână pe nume Hipatia, care a fost devotată tot timpul*

magiei, astrolabelor și instrumentelor muzicale și a înșelat mulți oameni prin minciunile sale satanice. Și guvernatorul orașului [Orestes] a onorat-o nespus de mult pentru că îl înșelase prin magia ei. Și a încetat să mai frecventeze biserica așa cum a fost obiceiul său".

Tensiunile au crescut atunci când Orestes a pedepsit un bărbat pe nume Hierax, un creștin zelos și unul dintre oamenii lui Chiril, învinuit pentru incitarea la violență. Hierax se strecurase într-o sinagogă pentru a spiona comunitatea evreiască pentru Chiril, pentru a găsi orice dovadă a planurilor evreiești împotriva creștinilor. Când evreii l-au observat, s-au plâns la Orestes și Heirax a fost prins și pedepsit. Acest lucru l-a înfuriat pe Chiril, care a încurajat comunitatea creștină să atace evreii. Evreii au fost uciși, iar supraviețuitorii au fost expulzați din oraș. În febra religioasă inspirată de „*victoriile*" lor asupra evreilor, mulțimea a plecat apoi în căutarea Hipației.

În anul 415 d.Hr., în drumul său spre casă, Hipatia a fost atacată de această gloată, formată în mare parte din călugări creștini. Târâtă din carul ei pe stradă într-o biserică, Hypatia a fost dezbrăcată acolo, bătută până la moarte și arsă.

După moartea savantei Hipatia, Universitatea din Alexandria a fost prădată și arsă la ordinele lui Chiril, templele păgâne au fost dărâmate și a avut loc un exod în masă de intelectuali și artiști din Alexandria. Chiril a fost declarat ulterior sfânt de către biserică

Hipatia – Femeie de litere și științe, este la conducerea școlii neoplatonice din Alexandria, unde predă filosofie (*în filosofie se includea matematica, fizica și muzica*) și astronomie. Este prima matematiciană a cărei viață a fost sacrificată pentru eforturile sale de a suprima păgânismul și de a lupta pentru adevărata credință. Moartea lui Hypatia a fost recunoscută de multă vreme ca o amprentă în istorie, care a delimitat epoca clasică a păgânismului de epoca creștinismului.

Lungmetrajul Agora din 2009, care povestește despre viața și moartea ei (*Hipatia*), descrie cu exactitate frământările religioase din Alexandria din anul 415. Filmul a stârnit controverse la lansarea sa din cauza unor reprezentanți ale comunității creștine care s-au opus descrierii primilor creștini ca dușmani fanatici ai științei și culturii. Cu toate acestea, istoria demonstrează clar că Alexandria a început să scadă pe măsură ce creștinismul a crescut, iar moartea Hipatiei din Alexandria a ajuns să întruchipeze pierderea civilizației în tumultul intoleranței religioase și al distrugerii pe care aceasta a generat-o și o va genera în secolele ce vor urma.

Viața Hipatiei este bine documentată.

Hipatia este recunoscută pe parcursul vieții sale ca fiind un profesor renumit și un consilier înțelept.

Singura sursă care enumeră lucrările sale, Souda, îi atribuie un comentariu la *Aritmetica* lui Diofant din Alexandria care a ajuns până la noi, iar altul, pierdut, comentariul

lui Apollonios din Perga tratat pe secțiuni conice. De asemenea, ea participă la comentariul sau ediția din Ptolemeu *Almagest* de către tatăl ei.

A instruit alți filozofi în arta construirii astrolabilor și hidrometrelor (fig. 2).

Figura 2. Savanta femeie de litere și științe Hipatia

La *Souda* afirmă că toate scrierile lui Hipatia sunt pierdute; cercetările moderne au identificat, totuși, mai multe lucrări care ar fi putut fi scrise de mâna sa, fără a fi întotdeauna de acord asupra identificărilor acestora și a gradului de probabilitate ca Hypatia să fie autorul. Ea scrie în greacă, care este limba vorbită de cei mai educați oameni din estul Mediteranei la acea vreme. În antichitatea clasică, astronomia era considerată a fi esențial matematică. Mai mult, nu se face nici o distincție între matematică și numerologie sau astronomie și astrologie.

S-a confirmat că Hypatia a scris un comentariu despre *Aritmetică*, o lucrare de treisprezece volume a lui Diofant, scrisă în jurul anului 250. Conține peste o sută de probleme matematice, pentru care sunt propuse soluții folosind simbolism rudimentar de algebră.

Acest comentariu s-a crezut mult timp pierdut, dar istoricul francez al științei din sec. al XIX-lea Paul Tannery a dedus că părțile au supraviețuit, interpolate în textul original al lui Diofant, ale cărui singure volume 1-6 au supraviețuit. Matematicianul și istoricul Thomas Heath a publicat prima traducere în limba engleză a părții conservate a operei *Arithmetica* în 1885. Heath susține că textul supraviețuitor al operei *Arithmetica* este de fapt scris de Hypatia, pentru a-i ajuta pe elevii săi însușească noțiunile aritmetice. Descrie un algoritm neobișnuit pentru divizare (*în sistemul sexagesimal utilizat apoi*), permițând istoricilor să identifice părțile textului scrise de Hipatia. O parte din tratatul său despre *Canonul astronomic Diofant a* fost găsit în Biblioteca Vaticanului în sec. al XV-lea.

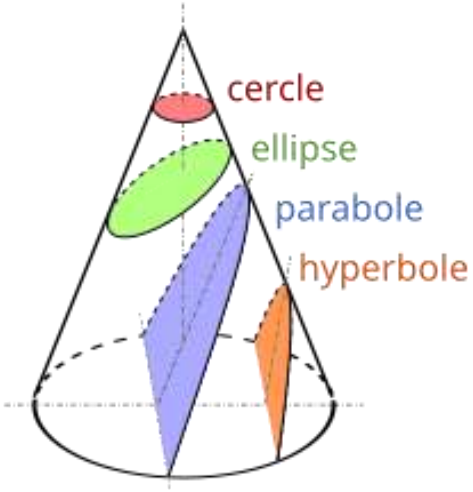


Figura 3. Secțiunile conice după Apoloniu

Hipatia a scris un comentariu la tratatul lui Apollonius din Perga privind secțiunile conice. Opera acestei savante antice are o valoare incontestabilă.

Bibliografie

1. BRAUNSTEIN, F. *Istoria civilizațiilor. Ediția a II-a.* București: Lider, 2013. 303 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976. 304 p.
3. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987. 208 p.
4. ERYL, D. *Știință și istorie*. București: Litera Internațional, 2008. 640 p.
5. *Enciclopedia Lumii Antice*. București: Aquila, 2006. 400 p.
6. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Editura Științifică, 1963. 246 p.

CZU: 517.9:614.4 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p180-184

APLICAREA TEORIEI ALGEBRELOR LIE ÎN STUDIUL MODELULUI MATEMATIC AL DINAMICII RĂSPÂNDIRII TUBERCULOZEI

Natalia NEAGU, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-3944-3688
e-mail: neagu.natalia@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă"

Rezumat. În acest articol, dinamica de răspândire a tuberculozei este considerată prin analiza unui model epidemiologic, exprimat printr-un sistem de ecuații diferențiale, utilizând teoria algebrelor Lie. Rezolvarea sistemului de ecuații determinante a condus la identificarea a doi operatori de reprezentare, funcțional-independenți, care formează o algebră Lie bidimensională. Comutatorul definit de acești operatori a contribuit la determinarea uneia dintre cele mai importante proprietăți structurale a sistemului - algebra generată este rezolubilă.
Cuvinte cheie: algebră Lie, model epidemiologic, tuberculoză, sistem de ecuații diferențiale, algebră rezolubilă.

Abstract. In this article, the dynamics of tuberculosis spread are considered by means of analyzing an epidemiological model, expressed by a system of differential equations, using the theory of Lie algebras. The solvability of the determining equations system led to the identification of two functionally independent operators of representation, which form a two-dimensional Lie algebra. The commutator defined by these operators contributed to establish one of the most important structural properties of the system, namely that the generated algebra is solvable.
Keywords: Lie algebra, epidemiological model, tuberculosis, system of differential equations, solvable algebra.

Introducere

Dinamica de răspândire a tuberculozei [1, 2] este un proces complex care poate fi captat și analizat cantitativ prin intermediul modelelor matematice. Aceste modele împart întreaga populație într-un set de stări discrete, interconectate prin fluxuri care simulează procesele epidemiologice esențiale. În cazul de față, populația este structurată în trei compartimente cheie:

- *Populația sensibilă (S):* Indivizii care nu au fost infectați cu *Mycobacterium tuberculosis* și, prin urmare, nu au imunitate, fiind susceptibili la infecție.
- *Populația purtătoare de infecție latentă (L):* Indivizii care au fost infectați, dar bacteria este într-o stare dormantă. Aceștia nu prezintă simptome și, crucial, nu sunt contagioși. Infecția latentă poate persista pe o perioadă îndelungată.
- *Populația cu tuberculoză activă (T):* Indivizii la care bacteria a devenit activă, dezvoltând boala clinică. Această categorie este contagioasă și este principala sursă de răspândire a infecției în populație.

Dinamica de tranziție a indivizilor între aceste trei compartimente este descrisă de următorul sistem de ecuații diferențiale neliniare:

$$\begin{cases} \dfrac{dS}{dt} = \tau - \mu S - \beta ST \equiv P, \\ \dfrac{dL}{dt} = -\delta L - \mu L + (1-p)\beta ST \equiv Q, \\ \dfrac{dT}{dt} = \delta L - (\mu + \nu)T + p\beta ST \equiv R, \end{cases} \quad (1)$$

unde variabilele și parametrii sistemului (1) sunt descriși, succint în tabelul 1, iar neliniaritatea sistemului este caracterizată de termenul de transmitere βST care îi conferă o complexitate analitică ridicată, făcând abordările algebrice tradiționale adesea insuficiente.

Tabelul 1. Variabile și parametrile sistemului dinamicii răspândirii tuberculozei [1]

Mărimea	Descrierea
$S(t)$	numărul persoanelor sensibile la momentul t
$L(t)$	numărul persoanelor infectate la momentul t
$T(t)$	numărul persoanelor infecțioase la momentul t
$\beta T(t)$	forța infecției pe cap de locuitor la momentul t
τ	aflux de tineri
μ	media mortalității din cauze nu legate de tuberculoză
p	probabilitate de progresie rapidă a bolii
δ	constantă a vitezei de reactivare infecției tuberculozei
ν	mortalitatea suplimentară cauzată de tuberculoza activă
β	coeficient de transfer a infecției tuberculozei

Rezultate obținute

Considerăm operatorul Lie de forma [3]

$$X = \xi^1 \frac{\partial}{\partial x} + \xi^2 \frac{\partial}{\partial y} + \xi^3 \frac{\partial}{\partial z} + D, \quad (2)$$

unde

$$\xi^i = A^i + A^i_\alpha x^\alpha + A^i_{\alpha\beta} x^\alpha x^\beta \ \ (i, \alpha, \beta = \overline{1,3}), \quad (3)$$

și

$$D = \eta^1 \frac{\partial}{\partial \tau} + \eta^2 \frac{\partial}{\partial \beta} + \eta^3 \frac{\partial}{\partial \mu} + \eta^4 \frac{\partial}{\partial \delta} + \eta^5 \frac{\partial}{\partial \nu} + \eta^6 \frac{\partial}{\partial p}, \quad (4)$$

iar $A^i, A^i_\alpha, A^i_{\alpha\beta}$ sunt parametrii nedeterminați și η^j $(j = \overline{1,9})$ sunt funcții de la parametrii $\tau, \beta, \mu, \delta, \nu, p$.

În baza ecuațiilor determinante [4], ale sistemului (1)

$$\xi^1_x P + \xi^1_y Q + \xi^1_z R = \xi^1 P_x + \xi^2 P_y + \xi^3 P_z + D(P),$$
$$\xi^2_x P + \xi^2_y Q + \xi^2_z R = \xi^1 Q_x + \xi^2 Q_y + \xi^3 Q_z + D(Q),$$
$$\xi^3_x P + \xi^3_y Q + \xi^3_z R = \xi^1 R_x + \xi^2 R_y + \xi^3 R_z + D(R),$$

unde P, Q, R sunt din (1), obținem

$$A^3_{11}\beta = 0;\ A^3_{12}\beta = 0;\ A^2_{11}\beta = 0; (2A^1_{11} - A^1_{12} - A^2_{12} - A^3_{13} + A^1_{12}p - A^1_{13}p)\beta = 0;$$
$$(A^1_{12} - 2A^1_{22} - A^2_{22} - A^3_{23} + 2A^1_{22}p - A^1_{23}p)\beta = 0;\ \ A^2_{13}\beta = 0;\ \ A^2_{33}\beta = 0;$$

$$A_{22}^3(-1+p)\beta=0;\ -A_{12}^1\delta+A_{13}^1\delta-A_{12}^1\mu+A_{11}^2\mu=0;\ \ A_{22}^3\beta=0;$$
$$(A_{13}^1-A_{23}^1-A_{23}^2-A_{33}^3+A_{23}^1p-2A_{33}^1p)\beta=0;$$
$$A^2\beta-A_3^1\mu+A_3^2\mu-A_3^1\nu+A_{13}^1\tau=0;$$
$$A_1^3\beta-2A_{22}^1\delta+2A_{23}^1\delta-2A_{11}^1\mu-2A_{22}^1\mu+A_{12}^2\mu=0;\ A_2^3\beta-A_{12}^1\mu+A_{22}^2\mu=0;$$
$$A_1^2\beta-A_{23}^1\ \delta+2A_{33}^1\delta-A_{13}^1\mu-A_{23}^1\mu-A_{13}^1\nu=0;$$
$$-A_1^1\beta+\ A_2^1\beta+A_2^2\beta+A_3^3\beta-A_2^1p\beta+A_3^1p\beta+\eta^2-\ A_{13}^1\mu-A_{23}^1\mu+A_{23}^2\mu-A_{23}^1\nu=0;$$
$$2A_3^2\beta-2A_{33}^1\mu+A_{33}^2\mu-2A_{33}^1\nu=0;-A_2^1\delta+A_3^1\ \delta-A_2^1\mu+A_1^2\mu+2A_{11}^1\tau=0;$$
$$A^3\beta+\eta^3-A_1^1\mu+A_2^2\mu+A_{12}^1\tau=0;\ (2A_{11}^2+A_{13}^3-A_{13}^2p-A_{13}^3p)\ \beta\ \ =0;$$
$$-\eta^1+A^2\mu+A_1^1\tau=0;\ (A_{12}^2-A_{22}^2+A_{23}^3+A_{22}^2p-A_{23}^2p-A_{23}^3p)\beta=0;$$
$$(A_{13}^2+A_{33}^3-2A_{33}^2p-A_{33}^3p)\beta=0;\ A_{11}^1\delta-A_{12}^2\delta+A_{13}^2\delta+A_{11}^1\mu-A_{12}^2\mu=0;$$
$$-A_1^3\ \beta+A_1^3p\beta+A_{12}^1\delta-2A_{22}^2\delta+A_{23}^2\delta+A_{12}^1\mu-2A_{11}^2\mu-2A_{22}^2\mu=0;$$
$$A_{11}^2(-1+p)\beta=0;$$
$$-A_1^2\beta+A_1^2p\beta+A_{13}^1\delta-A_{23}^2\delta+2A_{33}^2\delta+A_{13}^1\mu-A_{13}^2\mu-A_{23}^2\mu-A_{13}^2\nu=0;$$
$$-A_1^2\beta-A_3^3\beta+A_3^2p\beta+A_3^3p\beta+\ A_{23}^1\delta-(1-p)\eta^2+\beta\eta^6+A_{23}^1\mu-A_{13}^2\mu-$$
$$-A_{23}^2(\mu+\nu)=0;\ -A_3^2\beta+A_3^2p\beta+A_{33}^1\delta+A_{33}^1\mu-2A_{33}^2(\mu+\nu)=0;$$
$$A_{12}^3(p-1)\beta=0;\ -A_2^3\beta+A_2^3p\beta+A_{22}^1\delta+A_{22}^1\mu-A_{12}^2\mu=0;$$
$$A_{33}^2\ (p-1)\beta=0;\ A_{11}^3(p-1)\beta=0;$$
$$A_1^1(\mu+\delta)-A_2^2(\mu+\delta)+A_3^2\delta+\eta^3+\eta^4+2A_{11}^2\tau=0;$$
$$A_{12}^3p\beta=0;A_{22}^3p\beta=0;\ \ A^1(\mu+\delta)+A_1^2\tau=0;(2A_{11}^3p-A_{12}^3+A_{12}^2p+A_{12}^3p)\beta=0;$$
$$-A_{11}^3\ p\beta=0;(A_{12}^3-2A_{22}^3+A_{22}^2p+2A_{22}^3p)\beta=0;$$
$$(A_{13}^3-A_{23}^3+A_{23}^2p+A_{23}^3p-A_{33}^3p)\beta=0;$$
$$-A_1^3\beta+A_2^3\beta-A_2^2\beta-A_2^3p\beta-A_{23}^1\ \delta-p\eta^2-\beta\eta^6-A_{13}^3\mu=0;$$
$$-A_1^2p\beta-A_{13}^1\ \delta-A_{23}^3\ \delta+\ A_{33}^3\delta-A_{23}^3\mu=0;\ A_{33}^2\ p\beta=0;\ \ A_{11}^2p\beta=0;$$
$$-\ A_{11}^1\delta-A_{12}^3\ \delta+A_{13}^3\ \delta+A_{11}^3\mu-A_{12}^3\mu+A_{11}^3\nu=0;\ \ A_{13}^2p\beta=0;$$
$$-A_1^3p\beta-A_{12}^1\ \delta-2\ A_{22}^3\delta+A_{23}^3\ \delta-2A_{11}^3\mu+A_{12}^3\mu-2A_{22}^3\mu+A_{12}^3\nu=0;$$
$$-A^2\ \beta+A^2p\ \beta+\ A_3^1\delta+A_3^1\mu-A_3^2\mu-A_3^2\ \nu+A_{13}^2\tau=0;A_{13}^2(p-1)\ \beta=0;$$
$$-A^3\ \beta+A^3p\ \beta+\ A_2^1\delta+A_2^1\mu-A_1^2\mu+A_{12}^2\tau=0;$$
$$-A^2p\beta-\ A_3^1\ \delta+\eta^3+\eta^5+\ A_{13}^3\tau=0;-A_3^2p\beta-A_{33}^1\ \delta-A_{33}^3\mu-A_{33}^3\ \nu=0;$$
$$-A_2^3p\beta-A_{22}^1\ \delta-A_{12}^3\mu+A_{22}^3\mu+A_{22}^3\ \nu=0;$$
$$-A^3p\beta-A_2^1\ \delta-A_1^3\mu+A_2^3\mu+A_2^3\ \nu+A_{12}^3\tau=0;A^1\ \delta+A^3\mu+\ A^3\nu+A_1^3\tau=0;$$
$$-A_1^1\ \delta-A_2^3\ \delta+A_3^3\ \delta-\eta^4+A_1^3\mu-A_2^3\mu+\ A_1^3\nu+2A_{11}^3\tau=0. \qquad (5)$$

În continuare, presupune, toți parametrii sistemului (1) diferiți de zero, deoarece noi avem derivatele după parametrii din operatorul D din (4). În condiția când parametrii sistemului (1) sunt diferiți de zero, soluția sistemului (5) este

$$A^3=\ A_3^1=A_3^2=A_2^3=A_{11}^1=A_{12}^1=A_{13}^1=A_{22}^1=A_{33}^1=\ A_{11}^2=A_{12}^2=A_{13}^2=$$
$$=A_{22}^2=A_{33}^2=A_{11}^3=A_{12}^3=A_{13}^3=A_{22}^3=A_{33}^3=0,$$

$$A_{23}^3 = \frac{A_1^3 p\,\beta}{\delta}, A_1^2 = \frac{A_{23}^1\,(\delta + \mu)}{\beta},\ \ A_1^3 = -\frac{A_{23}^1\,\delta}{\beta}, A^1 = -\frac{A_{23}^1\,\tau}{\beta},$$

$$A_{23}^2 = A_{23}^1(p-1),\ \ A_2^1 = \frac{A_{23}^1\,\mu}{\beta},\ \ \eta^3 = -\eta^5, \qquad \eta^6 = \frac{-A_2^2 p\beta - p\eta^2}{\beta},$$

$$\eta^5 = (A_2^2 - A_1^1)\mu,\ \ \eta^4 = (A_2^2 - A_1^1)\delta + 2(A_2^2 - A_1^1)A_1^1\mu,$$

$$\eta^2 = -(-A_3^3 - A_2^2 - A_1^1)\,\beta + A_{23}^1(\mu + \nu),\ \ \eta^1 = A_1^1\tau,$$

$$A_1^1 = \frac{A_2^2\beta(1-p) + A_3^3 p\beta - A_{23}^1 p(\mu+\nu)}{\beta}, A_2^2 = \frac{A_3^3\beta - A_{23}^1(\mu+\nu)}{\beta}.$$

În aceste condiții, obținem 2 operatori funcțional-independenți [5]

$$X_1 = S\frac{\partial}{\partial S} + L\frac{\partial}{\partial L} + T\frac{\partial}{\partial T} + D_1,$$

$$X_2 = \left(-\frac{\tau}{\beta} - \frac{\nu}{\beta}S + ST\right)\frac{\partial}{\partial S} + \left(\frac{\delta - \nu}{\beta}L + (p-1)ST\right)\frac{\partial}{\partial L} - \left(\frac{\delta}{\beta}L + pST\right)\frac{\partial}{\partial T} + D_2, \quad (6)$$

unde

$$D_1 = -\beta\frac{\partial}{\partial\beta} - \tau\frac{\partial}{\partial\tau}, \qquad D_2 = (\mu+\nu)\frac{\partial}{\partial\beta} - \frac{\tau}{\beta}(\mu+\nu)\frac{\partial}{\partial\tau}, \quad (7)$$

cu ecuația de structură

$$[X_1, X_2] = X_2.$$

Deoarece ecuația de structură este diferită de zero, rezultă că algebra Lie L_2, definită de sistemul (1), este necomutativă.

Determinăm lanțul inferior central

$$L_2 = \{X_1, X_2\};$$

$$L_2^{[1]} = [L_2, L_2] = [\{X_1, X_2\}, \{X_1, X_2\}] = \{X_2\},$$

$$L_2^{[2]} = \left[L_2^{[1]}, L_2\right] = [\{X_2\}, \{X_1, X_2\}] = \{X_2\}.$$

Prin urmare

$$L_2 \supset L_2^{[1]} = L_2^{[2]}.$$

Deci, algebra Lie L_2 *nu este nilpotentă*.

Determinăm șirul idealelor de scufundare

$$L_2^{(1)} = [L_2, L_2] = [\{X_1, X_2\}, \{X_1, X_2\}] = \{X_2\},$$

$$L_2^{(2)} = \left[L_2^{(1)}, L_2^{(1)}\right] = [\{X_2\}, \{X_2\}] = \{0\}.$$

Prin urmare

$$L_2 \supset L_2^{(1)} \supset L_2^{(2)} = \{0\}.$$

Deci, algebra Lie L_2 este *rezolubilă*.

În rezultat se obține

Teorema 1. *Sistemul (1) admite o algebră Lie bidimensională rezolubilă de operatori de forma (6)-(7).*

Concluzii

Prezenta lucrare nu doar că aplică o metodă avansată pentru a analiza un model epidemiologic, ci și dezvăluie o proprietate structurală fundamentală a acestuia. Faptul că dinamica complexă a răspândirii tuberculozei este guvernată de o algebră Lie rezolubilă oferă o înțelegere mai profundă a mecanicismelor sale intrinseci și deschide căi pentru o analiză calitativă și cantitativă mai riguroasă în viitor.

Bibliografie

1. BLOWER, S.M., MCLEAN, A.R., PORCO, T.C., SMALL, P.M., HOPEWELL, P.C., SANCHEZ, M.A., MOSS, A.R.. The intrinsic transmission dynamics of tuberculosis epidemics. In: *Nature Medicine*, 1(8), 1995, pp. 815-821.
2. AVILOV, K.K., ROMANIUHA A.A. Matematicheskie modeli rasprostraneniia i kontrolia tuberkuleza. In: *Matematicheskaia Biologia i Bioinformatika*, 2(2), 2007, pp. 188-318, (in Russian).
3. POPA, M. N. Metode cu algebre la sisteme diferen_tiale. Universitatea din Pitești: Flower Power. Seria *Matematică Aplicată și Industrială* 15, 2004. 340 p.
4. GERȘTEGA, N. *Lie algebras for the three-dimensional di_erential system and applications*. PhD thesis, Chișinău, 2006, 133 p.
5. NEAGU, N., POPA, M. N., ORLOV, V. First integrals with polynomial not higher than second order of the mathematical model of the intrinsic transmission dynamics of tuberculosis. In: *The third Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova* (dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the Institute of Mathematics and Computer Science), August 19-23, 2014, Chișinău. Proceedings IMCS-50, pp. 257-260.

CZU: 373.016:51+613 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p185-190

ACTIVITĂȚI TRANSDISCIPLINARE ȘI MODALITĂȚI EFICIENTE DE DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR CU CARACTER INTEGRATOR: PRODUS STEAM „O ALIMENTAȚIE SĂNĂTOASĂ - UN CORP SĂNĂTOS”

Daniela PASCARU, profesoară de matematică
https://orcid.org/0000-0003-1337-8531
e-mail: pascarudaniela@mail.ru
IPLT „Petru Rareș”

Rezumat. Activitățile transdisciplinare reprezintă o formă modernă de învățare prin care elevii sunt puși în situația de a corela cunoștințele din mai multe discipline, valorificându-le într-un context unitar și apropiat de viața reală. Acestea favorizează formarea de competențe integratoare, precum gândirea critică, rezolvarea de probleme, creativitatea, colaborarea și capacitatea de aplicare practică a informațiilor.
Cuvinte cheie: transdisciplinaritate, interdisciplinaritate, STE(A)M, competențe integratoare , învățare prin proiecte , învățare experiențială, aplicabilitate practică.

Abstract. Transdisciplinary activities represent a modern form of learning in which students are encouraged to connect knowledge from multiple disciplines, applying it in a unified context that is closely related to real life. These activities foster the development of integrative competences such as critical thinking, problem-solving, creativity, collaboration, and the ability to apply information in practice.
Keywords: transdisciplinarity, interdisciplinarity, STE(A)M, integrative competences, project-based learning, experiential learning, practical applicability.

Pregătirea unei activități didactice nu înseamnă aplicarea unor reguli sau a unui algoritm prestabilit la un anumit conținut. A pregăti o activitate cu scop de motivare spre învățare a generației de azi este de a ieși din perimetrul clasei cu strict formule matematice și de a-i pune pe elevi în rol de cercetător, în rol de actor unde să stabilească legătura dintre noțiunile matematice studiate cu alte domenii cum ar fi fizica, biologia, tehnologia și în primul rând viața cotidiană. Ca un instrument de învățarea în acest scop sunt proiectele. Începând cu elevii din clasa a 5 ne învățăm să realizăm proiecte simple pe un modul, unde accentuăm obiectivele proiectului, importanța, actualitatea, legătura cu cotidianul, concluzia. Odată cu creșterea elevilor realizăm proiecte mai ample pe o scară mai largă cu interacțiunea diferitor discipline. Proiectele care ne permit corelarea materiei diferitor discipline și sunt proiectele STE(A)M.

Proiectele STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) joacă un rol esențial în educație, deoarece integrează mai multe discipline și încurajează gândirea critică, creativitatea și rezolvarea de probleme. Ele permit elevilor să experimenteze, să exploreze concepte complexe și să le aplice în contexte reale, dezvoltând astfel competențe practice și integratoare. În plus, abordarea STEAM promovează colaborarea, inovația și autonomia în învățare, pregătind elevii să facă față provocărilor unei societăți tehnologizate și interdisciplinare.

Algoritmul unui proiect STEAM

1. *Identificarea temei/problemelor relevante* - alegerea unei teme apropiate de viața reală și de interesele elevilor; formularea unei întrebări sau provocări care să stimuleze investigarea.
2. *Stabilirea obiectivelor și competențelor vizate* - definirea clară a competențelor integratoare (gândire critică, creativitate, colaborare, aplicare practică); corelarea obiectivelor cu disciplinele implicate: știință, tehnologie, inginerie, arte, matematică.
3. *Planificarea activităților și resurselor* - alegerea metodelor de lucru: proiecte, experimente, modele, simulări, ateliere; identificarea resurselor necesare: materiale, tehnologie, surse de informații.
4. *Implementarea proiectului* - desfășurarea activităților conform planului; implicarea activă a elevilor în explorare, experimentare și colaborare.
5. *Documentarea și monitorizarea progresului* - înregistrarea etapelor proiectului și a rezultatelor intermediare; ajustarea activităților dacă este necesar, pe baza observațiilor și feedback-ului.
6. *Prezentarea rezultatelor* - expunerea produsului final: model, experiment, poster, aplicație digitală etc.; discuții și reflecții privind procesul și învățarea obținută.
7. *Evaluarea și feedback-ul* - evaluarea competențelor dezvoltate și a aplicabilității practice; autoevaluarea și evaluarea colegială pentru consolidarea învățării.

Din practică personală am observat că elevii sunt motivați să lucreze activi pe parcursul lecției și chiar înafara orei dacă cadrul didactic folosește tehnici interactive de lucru, stabilește sarcini clare de realizat, folosește algoritmizarea sarcinilor și inspiră interesul spre descoperire argumentând într-un limbaj accesibil elevilor importanța noțiunilor studiate, corelația lor cu alte discipline și cu viața lor de elev.

Pentru o învățare eficientă și motivate voi prezenta succint un proiect STEAM, „***O alimentație sănătoasă - un corp sănătos***”, realizat cu două grupe de elevi din clasa a XI-a și două grupe de elevi din clasa a XII-a , profil real, pe perioada 11.2024-03.2025.

Argumentarea. Drept *premise* pentru alegerea acestui produs, au servit:

- curriculumul la matematică vizează un proces complex de formare la elevi a competențelor prin investigarea experimentală și activități;
- e necesară integrarea unei noi perspective a activităților școlare, prin planificarea și realizarea diverselor proiecte și activități cu generic inter- și transdisciplinar;
- activitățile cu caracter practic-aplicativ, rezolvarea problemelor din cotidian sunt în topul activităților din cadrul lecțiilor și măsurilor extracurriculare;
- problemă a societății este lipsa culturii alimentației sănătoase ce duce la creșterea numărului de copii obezi, hiper-activi și imunitate scăzută.

Scopul proiectului. Proiectul are ca scop majorarea interesului și motivației elevilor pentru studiul științelor reale, prin rezolvarea problemelor ce necesită integrarea cunoștințelor din

mai multe domenii și nu doar. Proiectul orientează elevii să extragă din activitățile și situațiile cotidiene, elementele semnificative și informațiile relevante, necesare pentru soluționarea problemei reale și/sau modelate. În acest context sunt importante activitățile referitoare la rezolvarea unor probleme cu aspect aplicativ și integrativ, realizând conexiuni intra- și interdisciplinare în procesul educațional la matematică. Proiectul promovează modul sănătos de viață, cultura alimentației sănătoase și dezvoltă creativitatea elevilor.

Obiective:

- Identificarea de către elevii claselor a XI-a și a XII-a problemelor majore determinate de o alimentație incorectă;
- Analiza meniului actual în dependență de necesitățile vitale și preferințele elevilor și realizarea unui meniu zilnic nutritiv-echilibrat cu scopul de a îl înainta pentru realizare;
- Prezentarea de către elevi a rezultatelor cercetării efectuate, identificarea soluțiilor și formularea concluziilor;
- Aprecierea reciprocă de către participanți: cadre didactice, părinți a realizării proiectelor de cercetarea prin diseminarea rezultatelor activităților;
- Cercetarea, colectarea și interpretarea datelor cu referire la deprinderile, gusturile, preferințele elevilor și oferta cantinei din incinta liceului.

Disciplinele vizate – obiective

1. *Matematica*:
   - Rezolvarea problemelor procentuale;
   - Calcularea numărului de calorii necesare pentru o dezvoltare echilibrată;
   - Calcularea cantității porțiilor corespunzătoare unui elev;
   - Colectarea și interpretarea datelor;
   - Analiza unor diagrame;
   - Aplicarea progresiilor geometrice și aritmetice, probabilității în calcularea diferitor mărimi în bucătărie și nu doar ;
   - Determinarea unor date aplicate în culinărie cu ajutorul matricei și sistemelor de ecuații liniare.
2. *Chimia*:
   - Identificarea grăsimilor în diferite produse alimentare;
   - Determinarea amidonului și a proteinelor în diferite produse alimentare;
   - Investigarea pH-ului produselor alimentare cu ajutorul pH-metrului și a hârtiei de indicator universal;
   - Titrarea acido-bazică de determinare a calității laptelui.
3. *Biologia*:
   - Determinarea cantității de proteine, glucide, lipide;
   - Identificarea vitaminelor în diferite produse;

- Determinarea normei zilnice de substanțe nutritive pentru o dezvoltare fizică normală a organismului;
- Identificarea efectelor negative asupra organismului în urma consumării alimentelor ce conțin substanțe nocive.

4. *Educația Tehnologică. TIC*:
   - Selectarea ingredientelor și cantitatea acestora pentru prepararea unor bucate;
   - Prepararea produsului culinar respectând etape, operațiile tehnologice și consecutivitatea lor;
   - Prezentarea bucatelor într-un mod original;
   - Realizarea proiectelor în diferite aplicații.

Etapele proiectului.

Planul de acțiuni implementat, a presupus următoarele etape:

Etapa I:

- Ședința organizatorică;
- Calcularea normei zilnice de calorii pe care trebuie să le consume o persoană în funcție de vârstă, gen, activitate;
- Cercetarea și analiza meniului actual;
- Sondaj: „ Preferințele elevilor în alimentație” pe un eșantion de 150 elevi;
- Determinarea efectelor nocive a exploatării greșite a alimentelor.

Etapa II:

- Calcularea numărului de bacterii ce se înmulțesc într-o perioadă de timp dat;
- Realizarea unui ciorchine ce reprezintă sursele sănătoase de proteină;
- Analiza sondajului și rezolvarea diferitor probleme în baza rezultatelor primite;
- Exemple de meniuri sănătoase propuse de elevi;
- Întâlnirea cu un nutriționist și analiza meniurilor propuse;
- Calcularea numărului de porții în cantină reieșind din rezultatele sondajului;
- Determinarea substanțelor chimice nocive ce se conțin în produsele procesat.

Etapa III:

- Realizarea unei prezentări ce reprezintă efectele negative a alimentației nesănătoase;
- Realizarea unor buclete ce promovează o alimentație sănătoasă;
- Realizarea unui experiment matematic.

Etapa IV:

- Realizarea meniului pentru cantina liceului;
- Realizarea unui filmuleț „Program culinar”;
- Prezentarea rezultatelor în cadrul conferinței școlare;
- Analiza proiectelor de cercetare.

Criterii de evaluare a proiectului:

Nr	***Criterii de evaluare***	***I***	***II***	***III***	***IV***
1	Acoperirea subiectului propus: argument, obiective, scop				
2	Elaborarea și structura proiectului				
3	Coerența demersului științific				
4	Aspectele interdisciplinare vizate în proiect				
5	Structura schematică a informației				
6	Consecvența etapelor din proiect				
7	Impactul proiectului				
8	Calitatea prezentării rezultatelor obținute				
9	Contribuția personală în dezvoltarea proiectului				
10	Caracter inter-și transdisciplinar al cercetării proiectului				

Schema de convertire a punctelor în note, 10 puncte din oficiu:

Nota	5	6	7	8	9	10
Punctaj	13-20	21-27	28-35	36-44	45-47	48-50

Rezultate cantitative și calitative obținute:

- 14 elevi cl.a XII-a și 12 elevi cl.a XI-a,6 activități conform planului de acțiuni implementat;
- Realizarea a 8 prezentări: 4 Powerpoint și 2 Canva, 2 Prezzi, 4 filmulețe video cu Rețete Culinare. Activități experimentale;
- Alcătuirea unui sondaj - completat de 150 de copii. Distribuirea a 40 de buclete informative;
- Au investigat, au cercetat și au rezolvat diferite probleme matematice în baza celor cercetate;
- Au regizat, filmat, montat filmulețe video, jucând rol de actor, scenarist, …;
- Au gătit bucate dezvoltând aptitudini culinare;
- Au realizat prezentări, postere, diagrame, demonstrând abilitați în tehnologie.

Diseminarea rezultatelor:

- Distribuirea bucletelor;
- Prezentarea produsului elevilor clasei a II, IV, V, VII;
- Prezentarea proiectelor în săptămâna pe discipline (la matematică, biologie, chimie);
- Diseminarea practicilor educaționale pe pagina Web a instituției;
- Diseminarea bunelor practici în cadrul Comisiei Metodice din instituție.

Concluzii

Sper ca acest proiect descris va fi de un real folos profesorilor de matematică pentru a se inspira sau ghida, mai ales tinerilor specialiști care vor dori să iasă din perimetrul clasei

și să încerce o împletitură a predării matematice în colaborare cu diferite discipline și viața cotidiană.

Bibliografie

1. CERGHIT, I. *Metode de învățământ.* București: Editura Didactică și Pedagogică, 2006.
2. CUCOȘ, C. *Pedagogie.* Iași: Editura Polirom, 2009.
3. JOIȚA, E. *Instruirea constructivistă – o alternativă.* Iași: Editura Polirom, 2000.
4. NOVEANU, E., POTOLEA, D. (coord.) *Educația și formarea competențelor pentru societatea cunoașterii.* București: Editura Academiei Române, 2008.
5. VĂIDEANU, G. *Educația la frontiera dintre milenii.* București: Editura Politică, 1988.
6. BOCOȘ, M. D. *Didactica disciplinelor pedagogice. Suport pentru formarea profesorilor.* Iași: Editura Polirom, 2017.
7. Ministerul Educației Naționale. *Repere metodologice pentru implementarea curriculumului la matematică.* București, 2018.

CZU: 373.5.026:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p191-194

INTERPRETAREA ȘI ARGUMENTAREA LOGICĂ A REZULTATELOR LA MATEMATICĂ ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL LICEAL

Vitalie PUȚUNTICĂ, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0009-0009-0643-097X
e-mail: putuntica.vitalie@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
Nina SÎRBU, grad didactic I
e-mail: ninasirbu1990@gmail.com
Centrul de Excelență în Medicină și Farmacie „Raisa Pacalo”, Chișinău

Rezumat. Articolul analizează rolul interpretării și argumentării logice în procesul de predare și învățare a matematicii la nivel liceal. Accentul este pus pe necesitatea de a depăși simpla aplicare mecanică a algoritmilor și de a stimula gândirea critică și capacitatea de justificare a rezultatelor. Studiul integrează exemple din algebra, analiza matematică, trigonometrie, geometrie și statistică, precum și referințe la curriculumul național al Republicii Moldova. Sunt formulate recomandări metodologice pentru profesori, cu scopul de a dezvolta la elevi o înțelegere profundă și rațională a matematicii.
Cuvinte cheie: gândire critică, interpretare, argumentare.

Abstract. The article analyzes the role of interpretation and logical argumentation in the process of teaching and learning mathematics at the high school level. The emphasis is on the need to go beyond the simple mechanical application of algorithms and to stimulate critical thinking and the ability to justify results. The study integrates examples from algebra, mathematical analysis, trigonometry, geometry and statistics, as well as references to the national curriculum of the Republic of Moldova. Methodological recommendations are formulated for teachers, with the aim of developing students or deep and rational research in mathematics.
Keywords: critical thinking, interpretation, argumentation.

Introducere

Predarea matematicii în liceu are ca scop nu doar transmiterea de cunoștințe și algoritmi, ci și dezvoltarea unei gândiri critice și logice. Elevii rezolvă numeroase exerciții și probleme, dar fără o interpretare și argumentare logică, răspunsurile riscă să rămână simple rezultate mecanice. Interpretarea și argumentarea logică oferă sens soluțiilor, asigurând transferul cunoștințelor în contexte practice și interdisciplinare.

Obținerea unui rezultat numeric corect nu garantează înțelegerea; elevul trebuie să fie capabil să explice ce înseamnă rezultatul, de ce este corect și cum se leagă de contextul problemei. La nivel liceal, unde problemele devin mai complexe și abstracte, este esențial ca elevii să dezvolte competențe de interpretare și argumentare logică.

Necesitatea formării acestei competențe derivă din:

- ✓ importanța gândirii critice în educația contemporană;
- ✓ cerințele societății bazate pe știință și tehnologie, unde argumentarea logică este indispensabilă;

- ✓ faptul că matematica dezvoltă structuri mentale ce sprijină luarea deciziilor corecte.

Curriculumul național de matematică din Republica Moldova (clasele X–XII) subliniază explicit importanța formării acestor competențe, menționând printre obiective [1]:

- ✓ dezvoltarea gândirii logice și critice;
- ✓ capacitatea de a demonstra și de a justifica;
- ✓ aplicarea matematicii în situații reale și interdisciplinare.

Interpretarea rezultatelor în matematică presupune:

- ✓ verificarea validității prin substituție sau demonstrație;
- ✓ explicarea semnificației geometrice, algebrice sau statistice;
- ✓ raportarea la un context real sau interdisciplinar.

Argumentarea logică reprezintă procesul prin care elevul își justifică pașii rezolvării. Ea se bazează pe:

- ✓ raționamente deductive și inductive;
- ✓ respectarea regulilor logice ale demonstrației;
- ✓ capacitatea de a formula concluzii clare și corecte.

Astfel, interpretarea și argumentarea sunt complementare: prima vizează înțelegerea rezultatului, a doua demonstrarea corectitudinii acestuia.

Pentru a cultiva aceste competențe, profesorul trebuie să folosească:

- ✓ probleme deschise care solicită explicații;
- ✓ întrebări de tipul „de ce?” și „ce înseamnă acest rezultat?”;
- ✓ activități de grup, unde elevii își argumentează răspunsurile reciproc;
- ✓ utilizarea softurilor matematice pentru vizualizarea rezultatelor.

Metode şi materiale aplicate

În învățământul liceal, studiul matematicii trebuie să depășească simpla aplicare mecanică a formulelor sau obținerea unui rezultat numeric corect. Esențial este ca elevii să înțeleagă semnificația rezultatelor și să poată argumenta logic drumul parcurs până la acestea. Numai astfel se poate realiza o formare autentică, bazată pe înțelegere, raționament și spirit critic [3].

La nivel liceal, interpretarea și argumentarea pot fi dezvoltate în toate domeniile matematicii: algebră, analiză, trigonometrie, geometrie, probabilități și statistică.

Algebra şi analiza matematică

***Exemplul* 1.** Ecuația $x^2 - 5x + 6 = 0 \rightarrow$ soluții: $x_1 = 2, x_2 = 3.$

- Interpretare: rădăcinile reprezintă intersecțiile parabolei cu axa Ox.
- Argumentare: $\Delta = 25 - 24 = 1 > 0.$

***Exemplul* 2.** Inecuația $\frac{x-2}{x+1}>0 \rightarrow$ soluție: $x\in(-\infty;-1)\cup(2;+\infty)$.

- Interpretare: soluția exclude punctul de discontinuitate $x=-1$.
- Argumentare: analiza semnului pe intervale.

***Exemplul* 3.** Rezolvați ecuația logaritmică $\log_2(x-1)=3$.

Soluția ecuației este: $x-1=2^3 \Leftrightarrow x=9$.

- Interpretare: soluția $x=9$ este validă doar pentru $x>1$, deci domeniul de definiție este respectat.
- Argumentarea logică: elevul trebuie să explice de ce este necesară restricția $x>1$ (condiția de existență a logaritmului).

***Exemplul* 4.** $f(x)=x^3-3x \rightarrow$ derivata $f'(x)=3(x-1)(x+1)$.

- Interpretare: graficul are extreme în $x=-1$ și $x=1$.
- Argumentare: regulile derivatelor pentru monotonia funcțiilor.

Trigonometrie

***Exemplul* 5.** Ecuația $\sin x=\frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow$ soluții: $x=\frac{\pi}{3}+2k\pi$ sau $x=\frac{2\pi}{3}+2k\pi, k\in Z$.

- Interpretare: soluțiile sunt infinite datorită periodicității funcției.
- Argumentare: justificare pe cercul trigonometric.

***Exemplul* 6.** Demonstrați că pentru orice unghi α are loc relația $\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$.

Rezolvare: Considerăm cercul trigonometric de rază 1. Punctul $M(\cos\alpha;\sin\alpha)$ verifică ecuația $x^2+y^2=1$. Deci $\cos^2\alpha+\sin^2\alpha=1$.

- Interpretare: identitatea exprimă legătura dintre geometrie și trigonometrie, bazată pe teorema lui Pitagora.
- Argumentare: justificarea prin utilizarea definițiilor funcțiilor trigonometrice în cercul trigonometric.

Geometrie

***Exemplul* 7.** Teorema sinusurilor: $\frac{a}{\sin\alpha}=\frac{b}{\sin\beta}=\frac{c}{\sin\gamma}$.

- Interpretare: exprimă relația dintre laturi și unghiuri.
- Argumentare: derivă din demonstrarea teoremei.

***Exemplu* 8.** Fie triunghiul dreptunghic cu catetele $a=6cm$ și $b=8cm$. Demonstrați că ipotenuza are lungimea $c=10cm$.

- Argumentarea logică: aplicarea teoremei lui Pitagora: $c^2=a^2+b^2 \Leftrightarrow c=10$.
- Interpretarea: profesorul poate solicita elevilor să explice aplicațiile practice – de exemplu, în construcții sau arhitectură.

***Exemplul* 9.** Determinați ecuația cercului ce trece prin punctele $A(0;0), B(4;0)$ și $C(0;4)$.

Rezolvare: Forma generală: $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$. Rezolvând pentru A, B, C obținem: $x^2 + y^2 - 4x - y = 0$. Forma canonică: $(x-2)^2 + (y-2)^2 = 8$.

- Interpretare: centrul cercului este $(2;2)$, raza $2\sqrt{2}$.
- Argumentare: justificare prin construcție.

Probabilități și statistică

***Exemplul* 10.** Urnă cu 5 bile roșii și 7 albastre → P(roșie) = 5/12.

- Interpretare: probabilitatea măsoară șansa unui eveniment.
- Argumentare: se aplică definiția clasică a probabilității.

***Exemplul* 11.** Notele 7, 9, 8, 10, 6 → media = 8.

- Interpretare: media reflectă nivelul general al performanței.
- Argumentare: justificarea prin raportul dintre sumă și număr.

***Exemplu* 12.** Într-o clasă cu 30 de elevi, 12 practică sport. Care este probabilitatea ca, alegând aleatoriu un elev, acesta să fie sportiv? Soluția: $P = 12/30 = 0,4$.

- Interpretarea: 4 din 10 elevi practică sport.
- Argumentarea: se justifică prin definiția clasică a probabilității și raportul dintre cazurile favorabile și cele posibile.

Concluzii

În concluzie putem spune că interpretarea și argumentarea logică a rezultatelor matematice dezvoltă gândirea critică și capacitatea de raționament a elevilor. Exemplele concrete arată că aceste competențe sunt necesare atât în rezolvarea problemelor, cât și în viața cotidiană. În Republica Moldova, inițiative precum campania „Matematica de la egal la egal” și seminarele metodice completează procesul didactic, accentuând importanța justificării și interpretării rezultatelor.

Astfel, matematica devine un mijloc de formare intelectuală și culturală, prin care elevii învață să gândească critic, să argumenteze corect și să înțeleagă lumea într-un mod rațional.

Bibliografie

1. Ministerul Educației și Cercetării. Campania „Matematica de la egal la egal” (2025). https://mec.gov.md/
2. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Iași: Editura Polirom, 2014.
3. PREDA, V. *Metodica predării matematicii în liceu*. București: Editura Universitară, 2012.

CZU: 373.5.026:51+61 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p195-200

APLICAȚII INTERDISCIPLINARE ALE MATEMATICII ÎN DOMENIUL MEDICAL

Vitalie PUȚUNTICĂ, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0009-0009-0643-097X
e-mail: putuntica.vitalie@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
Nina SÎRBU, grad didactic I
e-mail: ninasirbu1990@gmail.com
Centrul de Excelență în Medicină și Farmacie „Raisa Pacalo”, Chișinău

Rezumat. Lucrarea abordează aplicabilitatea interdisciplinară a matematicii în domeniul medical. Se prezintă metode și activități educaționale în care matematica devine un instrument de analiză, interpretare și argumentare logică a fenomenelor fiziologice. Activitățile practice au urmărit dezvoltarea competențelor de gândire critică, interpretare statistică și utilizare a modelelor matematice în context medical.
Cuvinte cheie: matematică, medicină, interdisciplinaritate, analiză statistică, competențe aplicative.

Abstract. The paper explores the interdisciplinary applications of mathematics in the medical field. It presents methods and educational activities where mathematics serves as a tool for analysis, interpretation, and logical reasoning in physiological phenomena. The described activities aimed to develop critical thinking, statistical interpretation, and the application of mathematical models in medical contexts.
Keywords: mathematics, medicine, interdisciplinarity, data analysis, applied competences.

Introducere

Matematica, adesea percepută ca o știință abstractă, se dovedește a fi un instrument indispensabil în analiza și interpretarea fenomenelor biologice și medicale. În domeniul sănătății, aplicarea conceptelor matematice permite înțelegerea proceselor fiziologice, realizarea analizelor statistice ale datelor clinice, modelarea evoluției bolilor și evaluarea eficienței tratamentelor.

Predarea matematicii în cadrul învățământului medical presupune o abordare interdisciplinară, care să permită elevilor înțelegerea conexiunilor dintre cifre și realitatea biologică [3]. Integrarea conceptelor matematice în domeniul medical oferă oportunități educaționale unice: elevii nu doar calculează, ci interpretează, compară și trag concluzii bazate pe dovezi.

Metode şi materiale aplicate

Studiul interdisciplinar a fost realizat în cadrul Centrului de Excelență în Medicină și Farmacie „Raisa Pacalo” din Chișinău, cu participarea elevilor din anul III, specialitatea *Îngrijirea bolnavilor,* calificarea *Asistent medical*. Activitățile s-au desfășurat pe parcursul

unui semestru, în cadrul orelor de matematică, având ca scop integrarea conținuturilor teoretice în contexte practice specifice domeniului medical.

Pentru colectarea și analiza datelor au fost utilizate următoarele materiale:

- ✓ foi de observație individuale;
- ✓ aparate de măsurat tensiunea arterială (tonometre digitale);
- ✓ cântare și tahiometre pentru determinarea IMC;
- ✓ cronometre pentru măsurarea ritmului cardiac;
- ✓ software de calcul statistic (Microsoft Excel)

Activitățile interdisciplinare au fost realizate în colaborare cu cadrele didactice ale disciplinelor medicale (nursing, fiziologie și anatomie), pentru a asigura relevanța medicală și aplicativitatea conceptelor matematice. Elevii au colectat date reale, au efectuat calcule matematice, au construit grafice comparative și au interpretat rezultatele obținute.

Activitatea 1. Analiza indicelui de masă corporală (IMC)

Scopul activității: Calcularea indicelui de masă corporală (IMC) pentru un grup de elevi și compararea rezultatelor cu valorile de referință medicale, utilizând formula

$$IMC = G / h^2,$$

unde G – greutatea corporală (kg), h – înălțimea (m).

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor privind IMC

Nr. crt.	Nume elev	Greutate (kg)	Înălțime (m)	IMC	Media grupului
1	Elev 1	58	1,68	20,6	22,1
2	Elev 2	62	1,70	21,5	22,1
3	Elev 3	70	1,73	23,4	22,1
4	Elev 4	75	1,75	24,5	22,1
5	Elev 5	80	1,78	25,2	22,1

Interpretare: Activitatea a permis elevilor să coreleze noțiunile matematice de raport și proporționalitate cu datele medicale concrete. Calculul IMC-ului a consolidat înțelegerea operațiilor cu numere reale și a relațiilor dintre mărimile fizice. Analiza valorilor obținute a contribuit la formarea unei gândiri logice, bazate pe interpretarea numerică a indicatorilor fiziologici.

Concluzie: Prin aplicarea matematicii în evaluarea parametrilor corporali, elevii au demonstrat capacitatea de a transforma rezultatele numerice în concluzii clinice relevante, dezvoltând gândirea analitică și atenția la precizie.

Activitatea 2. Studiul variației tensiunii arteriale în condiții de efort

Scopul activității: Determinarea modificărilor tensiunii arteriale înainte și după efort fizic moderat, utilizând media aritmetică și abaterea standard pentru prelucrarea datelor.

Tabelul 2. Valorile tensiunii arteriale (*mmHg*)

Nr. crt.	Nume elev	TA repaus	TA după efort	Media TA	Abatere standard (SD)
1	Elev 1	115/75	126/80	121/78	±5
2	Elev 2	110/70	121/78	116/74	±5

3	Elev 3	118/76	130/84	124/80	±6
4	Elev 4	112/72	123/78	118/75	±4
5	Elev 5	120/78	134/85	127/82	±6

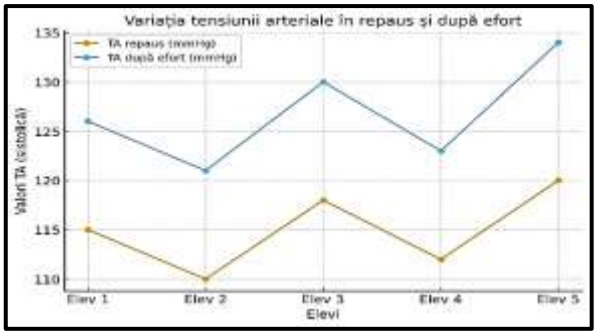


Figura 1. Variația tensiunii arteriale în repaus și după efort

Interpretare: Prin aplicarea formulelor de medie și abatere standard, elevii au înțeles cum pot fi prelucrate și comparate datele experimentale. Valorile au arătat o creștere fiziologică a tensiunii arteriale după efort, iar variațiile reduse au confirmat stabilitatea reacției organismului. Activitatea a consolidat deprinderile de calcul statistic și interpretare grafică.

Concluzie: Utilizarea metodelor matematice a permis interpretarea precisă a datelor clinice și formarea unei gândiri logice bazate pe analiza numerică a fenomenelor fiziologice.

Activitatea 3. Corelația dintre ritmul cardiac și activitatea fizică

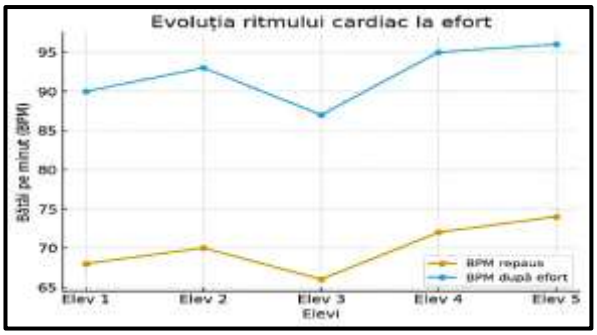
Scopul activității: Analizarea modificării ritmului cardiac în funcție de intensitatea efortului fizic.

Formula utilizată:

$$\Delta BPM = BPM_{efort} - BPM_{repaus}.$$

Tabelul 3. Ritmul cardiac înainte și după efort (bătăi/minut)

Nr. crt.	Nume elev	BPM_{repaus}	BPM_{efort}	Diferență (Δ)	Media Δ
1	Elev 1	68	90	22	21,8
2	Elev 2	70	93	23	21,8
3	Elev 3	66	87	21	21,8
4	Elev 4	72	95	23	21,8
5	Elev 5	74	96	22	21,8



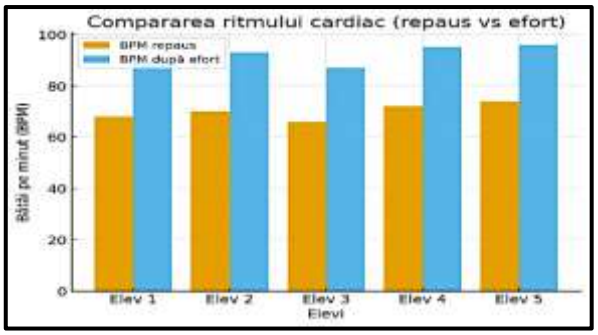


Figura 2. Evoluția ritmului cardiac la efort

Interpretare: Elevii au aplicat noțiunea de diferență și proporționalitate directă, observând creșterea ritmului cardiac în raport cu intensitatea efortului. Prin prelucrarea numerică a

datelor, s-a evidențiat o relație liniară între activitatea fizică și reacția organismului, oferind un exemplu concret de utilizare a variațiilor și mediei aritmetice.

Concluzie: Activitatea a demonstrat cum conceptele matematice pot fi utilizate în analiza proceselor biologice, dezvoltând competențele de interpretare și argumentare bazate pe calcule exacte.

Activitatea 4. Analiza glicemiei în funcție de timp G(t)

Scopul activității: Studierea variației nivelului glicemiei la un grup de elevi în diferite momente ale zilei (dimineața, prânz, seară).

Metode și materiale: Măsurarea glicemiei capilare cu glucometru portabil, înregistrarea valorilor și calcularea mediei aritmetice.

Tabelul 4. Valorile glicemiei (*mg/dl*)

Nr. crt.	Nume elev	Dimineața	Prânz	Seara	Media glicemiei
1	Elev 1	88	92	90	90,0
2	Elev 2	90	95	94	93,0
3	Elev 3	85	91	89	88,3
4	Elev 4	92	97	95	94,6
5	Elev 5	87	92	89	89,3

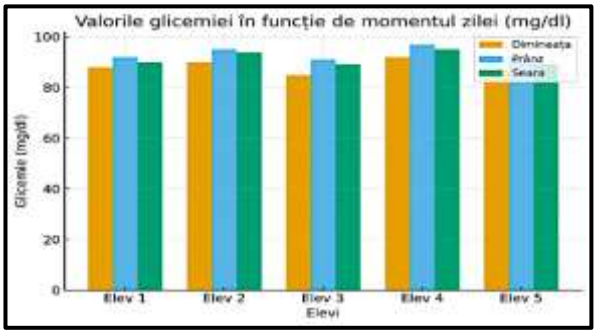


Figura 3. Reprezentarea grafică a valorilor glicemiei la diferite momente ale zilei

Interpretare: Elevii au utilizat formula mediei aritmetice pentru a obține o imagine globală asupra echilibrului glicemic. Activitatea a contribuit la dezvoltarea abilităților de analiză a datelor experimentale și la înțelegerea importanței prelucrării statistice în interpretarea fenomenelor biologice. Matematica a fost folosită ca mijloc de validare a stabilității fiziologice.

Concluzie: Calculul mediei glicemiei a evidențiat aplicabilitatea metodelor statistice în evaluarea echilibrului biologic, stimulând gândirea critică și precizia în interpretarea rezultatelor.

Activitatea 5. Evaluarea temperaturii corporale și a variației zilnice

Scopul activității: Determinarea variației temperaturii corporale la diferite momente ale zilei, utilizând formula $\Delta T = T_{max} - T_{min}$.

Tabelul 5. Variația temperaturii corporale (°*C*)

Nr. crt.	Nume elev	Dimineața	După-amiază	Seara	ΔT
1	Elev 1	36,4	36,8	36,7	0,4
2	Elev 2	36,5	36,9	36,8	0,4
3	Elev 3	36,3	36,7	36,6	0,4
4	Elev 4	36,4	36,9	36,8	0,5
5	Elev 5	36,6	36,9	36,8	0,3

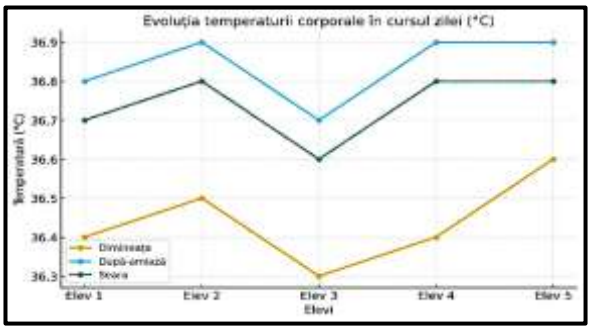


Figura 4. Evoluția temperaturii corporale în cursul zilei

Interpretare: Elevii au aplicat operațiile de diferență și medie pentru a observa variațiile fiziologice ale temperaturii. Activitatea a ilustrat modul în care analiza numerică a datelor ajută la identificarea fluctuațiilor normale și la recunoașterea stabilității termice a organismului. Matematica a fost folosită ca instrument de interpretare cantitativă a fenomenelor cotidiene.

Concluzie: Activitatea a consolidat deprinderile de analiză a datelor și a arătat că metodele matematice simple pot oferi explicații clare pentru comportamentul fiziologic normal.

Activitatea 6. Estimarea procentului de hidratare în funcție de masa corporală

Scopul activității: Determinarea procentului de hidratare al organismului în funcție de masa corporală, utilizând formula $H(\%) = k \times M$.

Tabelul 7. Estimarea procentului de hidratare

Nr. crt.	Nume elev	Masa corporală (*kg*)	Coeficient (*k*)	$H(\%)$
1	Elev 1	60	0,6	36,0
2	Elev 2	65	0,6	39,0
3	Elev 3	70	0,6	42,0
4	Elev 4	58	0,6	34,8
5	Elev 5	75	0,6	45,0

Interpretare: Activitatea a ilustrat aplicarea directă a conceptului de proporționalitate în biologie. Elevii au înțeles cum se pot estima valori fiziologice pornind de la relații matematice simple, iar calculul a fost completat prin analiza comparativă a rezultatelor. Exercițiul a integrat noțiunile de funcție liniară și analiză procentuală.

Concluzie: Activitatea a evidențiat aplicabilitatea conceptelor matematice fundamentale în interpretarea datelor biologice, dezvoltând gândirea critică și capacitatea de aplicare a relațiilor numerice în contexte reale.

Interpretarea generală a rezultatelor și impactul formativ

Analiza rezultatelor obținute din cele șase activități interdisciplinare confirmă relevanța aplicării conceptelor matematice în domeniul medical. Elevii au demonstrat că pot utiliza formule, relații funcționale și metode statistice pentru a înțelege fenomene biologice complexe.

Din punct de vedere pedagogic, activitățile au contribuit la:

- ✓ dezvoltarea competențelor de analiză, interpretare și argumentare logică;
- ✓ formarea unei gândiri critice bazate pe date;
- ✓ stimularea interesului pentru studiul matematicii prin relevanță practică;

- ✓ consolidarea colaborării dintre disciplinele științifice și medicale.

Matematica, aplicată în mod interdisciplinar, devine o punte între gândirea abstractă și practica medicală, contribuind la formarea viitorilor specialiști capabili să interpreteze, să analizeze și să decidă în baza datelor științifice.

Aplicarea matematicii în domeniul medical a demonstrat o dublă valoare: științifică și educațională. Pe de o parte, utilizarea formulelor, a tabelelor și a graficelor a facilitat înțelegerea proceselor fiziologice, oferind elevilor o perspectivă numerică asupra realităților biologice. Pe de altă parte, abordarea interdisciplinară a stimulat gândirea critică, capacitatea de analiză și abilitatea de a lua decizii informate.

Elevii au fost implicați activ în colectarea, prelucrarea și interpretarea datelor medicale, ceea ce a transformat matematica dintr-o disciplină teoretică într-un instrument practic al raționamentului clinic. Prin aceste activități, s-a observat o creștere semnificativă a motivației pentru învățare, a spiritului de echipă și a responsabilității profesionale

Concluzii

- Activitățile interdisciplinare au demonstrat aplicabilitatea matematicii în evaluarea parametrilor fiziologici, consolidând legătura dintre conceptele numerice și practica medicală.
- Elevii au dobândit competențe esențiale de analiză, interpretare și argumentare logică, contribuind la formarea unei gândiri profesionale bazate pe dovezi.
- Rezultatele obținute confirmă că educația interdisciplinară oferă un cadru ideal pentru dezvoltarea competențelor transversale și pentru integrarea cunoștințelor din diverse domenii.
- Implementarea unor activități de acest tip în curriculumul medical poate susține formarea viitorilor specialiști capabili să utilizeze matematica în procesul decizional clinic.

Bibliografie

1. BÂRLOGEANU, A. *Statistica aplicată în domeniul medical*. București: Editura Universitară, 2018.
2. CHIRIAC, C. *Matematica și științele naturii în educația interdisciplinară*. Chișinău: CEP USM, 2022.
3. Ministerul Educației al Republicii Moldova. Curriculum la disciplina Matematica pentru învățământul profesional tehnic post secundar. Chișinău, 2021.

CZU: 373.016:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p201-206

ANALIZA LOGICO-DIDACTICĂ A CONȚINUTURILOR ORIENTATE SPRE FORMAREA COMPETENȚEI DE MODELARE MATEMATICĂ

Larisa SALI, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-1172-3055
e-mail: sali.larisa@upsc.md
Dumitru COZMA, dr. hab., profesor universitar
https://orcid.org/0000-0003-4794-1935
e-mail: cozma.dumitru@upsc.md
Mirela IONEL, masterand
https://orcid.org/0009-0008-6627-1942
e-mail: mirelacovalciuc1@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Republica Moldova

Rezumat. Pornind de la faptul că educația matematică a viitorului trebuie să devină un limbaj de înțelegere a lumii, să îmbine rigoarea formală cu utilitatea semantică, calculul cu reflecția, individualul cu colaborativul autorii și-au asumat scopul de a evidenția criterii, principii și direcții de structurare a conținuturilor orientate spre formarea competenței de modelare matematică. Pentru a stabili în ce măsură conținuturile curriculare actuale, atât la nivel preuniversitar, cât și universitar, sunt structurate ca să contribuie la formarea reală a competenței de modelare matematică a fost realizată analiză logico-didactică a acestora.

Cuvinte cheie: competență, modelare matematică, analiză logico-didactică.

Summary. Based on the idea that the mathematics education of the future should become a language for understanding the world, combining formal rigor with semantic usefulness, calculation with reflection, and individual work with collaboration, the authors have aimed to highlight criteria, principles, and directions for structuring content aimed at developing mathematical modeling competence. To determine the extent to which current curricular content, both at the pre-university and university levels, is structured to effectively contribute to the development of mathematical modeling competence, a logical-didactic analysis of this content was carried out.

Keywords: competence, mathematical modeling, logical-didactic analysis.

1. Introducere

Competența de modelare matematică în educația contemporană este considerată drept una dintre competențele cheie pentru formarea gândirii critice a elevilor, a capacității de problematizare și a transferabilității cunoștințelor între discipline. Organismele internaționale, precum OECD (prin PISA) și UNESCO, prin documente strategice promovează modelarea matematică ca instrument esențial de alfabetizare științifică și tehnologică. Totuși, în multe programe educaționale tradiționale, conținuturile matematice sunt prezentate într-o formă logică formalistă, predominant axiomatică și algoritmică (definiție → teoremă → exercițiu algoritmic → problemă de tip concurs), fără legături funcționale cu realitatea sau fără a pune accentul pe procesul de construire și validare a

modelelor. Această structură are valoare pentru formarea rigurozității, dar este insuficientă pentru modelare, lipsind: ambiguitatea reală, estimarea, verificarea ipotezelor [4-6, 9, 10].

Astfel, în învățământul preuniversitar, accentul se plasează frecvent pe algoritmizare și reproducere formală, în timp ce în învățământul universitar se presupune, deseori eronat, că studenții au deja formate competențele de transfer, analiză contextuală și abstractizare necesare modelării. În literatură se întalnesc exprimările „modelarea matematicii" și „modelare matematică" între care trebuie să facem distincția. Implementarea la nivelul curriculumului și al practicii didactice a competenței de modelare matematică rămâne discontinuă.

Există două perspective principale despre modelarea matematică în predare și învățare: (a) modelarea matematică ca arie de conținut și (b) modelarea matematică ca instrument pentru predarea matematicii [2, 8]. În ceea ce privește prima perspectivă, cercetarea se concentrează pe procesul de modelare matematică, fazele acestuia și competențele asociate [2, 3]. Această perspectivă teoretizează modelarea matematică ca un cadru pentru a descrie comportamentele profesorilor și elevilor în timp ce elevii se implică în modelare, iar profesorii investighează competențele de modelare ale elevilor, precum și evaluează activitățile sau sarcinile de modelare. În ceea ce privește al doilea punct de vedere, activitățile de modelare matematică pot insufla abilități de rezolvare a problemelor și pot sprijini învățarea matematicii în moduri relevante [1, 8]. În această lumină, modelarea matematică este procesul de traducere între lumea reală și matematică [3], care întruchipează ambele perspective ale modelării în predarea și învățarea matematicii.

Scopul lucrării este de a evidenția criterii, principii și direcții de structurare a conținuturilor spre formarea competenței de modelare matematică, astfel încât acestea să devină suport real pentru formarea gândirii critice și modelatoare. În acest context, se impune o *analiză logico-didactică a conținuturilor predate*, pentru a verifica în ce măsură conținuturile curriculare actuale, atât la nivel preuniversitar, cât și universitar, sunt structurate și transmise astfel încât să contribuie la formarea reală a competenței de modelare matematică. O asemenea analiză îmbină două perspective fundamentale: *Analiza logică a conținuturilor,* care urmărește coerența internă a structurii conceptuale și operaționale a conținuturilor; și *Analiza didactică a conținuturilor*, care examinează modul în care conținuturile pot deveni resurse pentru formarea efectivă a unei competențe.

Educația matematică a viitorului trebuie să devină un limbaj de înțelegere a lumii, să îmbine rigoarea formală cu utilitatea semantică, calculul cu reflecția, individualul cu colaborativul.

2. Analiza logică a conținuturilor

Pentru a determina dacă un curriculum conține modelarea matematică, se analizează ordinea și natura conținuturilor predate.

O *structură logică favorabilă modelării matematice* trebuie să respecte următoarea succesiune:

1. Observarea și analiza fenomenului real;
2. Identificarea variabilelor relevante și stabilirea relațiilor dintre acestea;
3. Transpunerea în limbaj matematic (prin funcții, ecuații, inecuații, sisteme etc.);
4. Rezolvarea matematică (calcul numeric, algebric, optimizare, verificare);
5. Interpretarea și validarea rezultatului în contextul real.

Logica internă a conținuturilor matematice trebuie organizată nu doar ca succesiune de teme (de exemplu: numere → funcții → ecuații → limite → derivate → integrale), ci ca o platformă pentru procese modelatoare. Analiză logică a conținuturilor trebuie să verifice dacă elevii dobândesc cunoaștere:

- descriptivă: noțiuni din fizică, biologie, chimie, economie etc, necesare pentru înțelegerea fenomenelor de modelat;
- simbolică: abilități de transcriere în ecuații, funcții sau structuri discrete;
- algoritmică: metode de rezolvare și calcul numeric sau analitic;
- reflexivă: capacitatea de a interpreta, generaliza și evalua validitatea modelului.

Organizarea conținuturilor pentru dezvoltarea competenței de modelare matematică trebuie să respecte o logică funcțională (procesuală) și nu una strict tematică. Accentul trebuie să fie îndreptat nu pe predarea conceptelor ci la proiectarea experiențelor de modelare.

Principii metodologice de organizare a conținuturilor

1. De la relevant și concret - la abstract și înapoi la concret, iar fiecare concept teoretic trebuie reconectat la o situație reală care îl justifică.
2. Problematizarea progresivă – sarcinile trebuie formulate eșalonat: descriere → întrebare → model parțial → optimizare.
3. Reflecție asupra modelului – elevul nu doar calculează, ci evaluează: „Cât de realist este modelul?” / „Ce am neglijat în model?”.
4. Colaborare și argumentare – modelarea este un proces deschis, deci se pretează la discuții și validare colectivă.

În gimnaziu dezvoltarea competenței de modelare matematică se inițiază prin soluționarea problemelor de tip „situație deschisă” (Dacă o întreținere de apartament crește proporțional cu suprafața, cum putem estima costul pentru 60 m² dacă știm pentru 45 m²?), modelare grafică cu tabele de valori și reprezentări intuitive, probleme de estimare, nu doar de calcul exact. În liceu conținuturile destinate dezvoltării competenței de modelare matematică vor viza situații din domenii conexe: fizică - *mișcare uniformă*: ($s = vt$); modele din economie - *cost fix + cost variabil*: ($C(x) = ax + b$); chimie – *reacțiile chimice*; biologie – *înmulțirea oragnismelor;* demografie – *creștere exponențială* ($P(t) = P_0 e^t$) etc.

În învățământul universitar, modelarea matematică devine: ecuații diferențiale - ecuații dinamice; stocastică - modele de tip Markov, distribuții; computațională - simulări numerice cu Mathematica, MATLAB, Python, GeoGebra ș.a.

3. Analiza didactică a conținuturilor

Vom specifica faptul că manualele și auxiliarele la matematică din Republica Moldova necesită adaptare la dezideratul epocii de a forma și dezvolta competența de modelare matematică. Profesorul de matematică trebuie să dețină abilitățile de a proiecta și evalua sarcini de modelare matematică.

Analiza didactică a conținuturilor trebuie să răspundă la întrebarea: *Cum transformăm conținuturile în experiențe de învățare modelatoare*? Conținuturile trebuie structurate gradual astfel încât să permită:

1. Transfer interdisciplinar – probleme din fizică, economie, biologie trebuie convertite în sarcini matematice;
2. Alternarea reprezentărilor – simbolică, grafică numerică / verbală;
3. Descompunerea controlată a complexității – de la modele statice la dinamice, de la deterministe la probabilistice;
4. Utilizarea tehnologiilor digitale – simulări digitale (folosind GeoGebra, Mathematica, Matlab), calculatoare simbolice.

Analiza didactică a procesului de dezvoltare a competenței de modelare matematică presupune luarea în considerare a stilurilor comportamentale și de învățare ale elevilor. Vom menționa în acest context învățarea experiențială ciclică în patru etape, în interpretarea pedagogului american David A. Kolb: experiență concretă; observare reflectivvă; conceptualizare abstractă; experimentare activă. Pe baza ciclului, Kolb a identificat patru stiluri de învățare care reflectă modul în care indivizii preferă să proceseze informațiile: divergent – imaginativ, bun la a vedea situațiile din perspective multiple; asimilativ – preferă raționamentul logic și modelele teoretice; convergent – eficient în rezolvarea problemelor practice și în sarcini tehnice; adaptiv – practic, se bazează pe intuiție și pe experiențe de tip încercare și eroare.

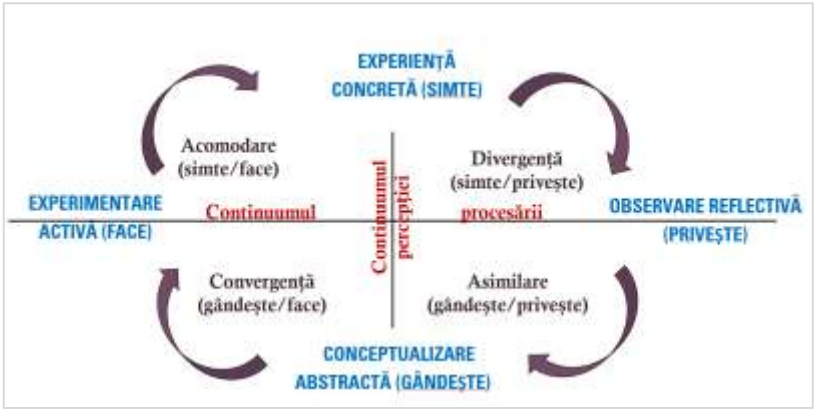


Figura 1. Etapele și stilurile de învățare experiențială [7]

Pentru a fi formative, conținuturile trebuie organizate după următoarele principii:

1. Relevanța conceptelor teoretice va fi argumentată prin provocarea cu o problemă reală. Identificarea parametrilor variabili și a celor constanți va conduce la stabilirea relațiilor între faptele și fenomenele descrise. Metoda inductivă de descoperire a dependențelor între parametri va contribui la parcurgerea (uneori repetată) traseului: de la concret la abstract și înapoi la context.
2. Alternanța reprezentărilor: verbală, numerică, grafică și simbolică (exemplu, ecuație → tabel de valori → reprezentare grafică → interpretare în context);
3. Problematizarea graduală – se crează situații problemă pe nivele de complexitate progresivă (exemplu, situație deschisă → întrebări → model parțial → extindere);
4. Reflecție metacognitivă - elevul să poată evalua modelul, nu doar să-l aplice („Ce am neglijat?" „Ce s-ar modifica dacă voi neglija altă mărime…?").

În tabelul de mai jos sunt expuse sugestii care vizează modelarea matematică a fenomenului creșterii populației, pe nivele de complexitate:

Nivel	Formulare	Tip de model
Gimnaziu	Dacă într-un sat populația crește cu 10 oameni pe an...	Model aritmetic liniar
Liceu	Dacă populația crește anual cu 5%...	Model exponențial
Universitar	Ținând cont de capacitatea limitată a resurselor...	Model logistic

Propunere de model logico-didactic de organizare a conținuturilor

Nivel	Tip de conținut	Tip de activitate	Produs final
Fundamentare	Funcții, ecuații, reprezentări	Sarcini simple de transcriere	Model simbolic corect
Aplicare dirijată	Probleme contextualizate	Modelare parțială asistată	Rezultate interpretate
Aplicare autonomă	Proiect interdisciplinar	Modelare completă	Raport / prezentare
Reflectare	Analiza validității modelelor	Comparare de soluții	Concluzii raționale

Propunere de schemă logico-didactică integrată:

Nivel	Tip de activitate modelatoare	Finalitate cognitivă
Gimnaziu	Probleme simple contextualizate	Recunoaștere și transcriere
Liceu	Probleme interdisciplinare ghidate	Elaborare de model parțial
Universitar	Proiecte autonome / simulări	Modelare completă și validare

Conectarea modelării matematice cu educația non-formală deschide căi pentru creativitate, implicarea comunității și învățarea pe tot parcursul vieții. Pornind de la flexibilitatea curriculară, mediile nonformale permit experimentarea și explorarea interdisciplinară. Prin educația nonformală are loc incluziunea și cunoașterea pătrunde dincolo de clasă către tineri din zone rurale pasionați, către grupuri defavorizate. Proiectele socioeducaționale abordează adesea provocări locale, promovând implicarea civică și durabilitatea, astfel profesorii pot testa sarcini inovatoare de dezvolatre a competenței de modelare matematică în cluburi, tabere și spații informale înainte de adoptarea formală.

4. Concluzii. Analiza logico-didactică a conținuturilor matematice arată că formarea competenței de modelare nu depinde exclusiv de ce se predă, dar cum se organizează

predarea. O programă bogată în conținuturi teoretice poate deveni nefuncțională dacă este livrată într-o formă abstractă și algoritmică. În schimb, chiar și cunoștințe elementare pot deveni puternice dacă sunt integrate într-un proces modelator complet: problemă → construcție → verificare → interpretare.

Formarea competenței de modelare matematică necesită transformarea conținuturilor din obiecte de învățare pasivă în instrumente operaționale. Această transformare se poate realiza printr-o abordare logico-didactică coerentă, bazată pe continuitatea dintre niveluri de învățământ. Modelarea nu trebuie privită ca o temă finală a curriculumului, ci ca un principiu organizatoric permanent al procesului didactic.

Rolul Ministerului Educației și Cercetării, al autorităților locale constă în sprijinirea prin politici: recunoașterea competenței de modelare matematică în standardele și evaluările naționale; finanțarea programelor pilot și a burselor pentru profesori; facilitarea parteneriatelor cu întreprinderi, ONG-uri și instituții nonformale.

Bibliografie

1. ANHALT, C. O., CORTEZ, R. Mathematical modeling: A structured process. In: *Mathematics Teacher*, no. 108(6), 2015. pp. 446-452. https://doi.org/10.5951/mathteacher.108.6.0446.
2. BLUM, W., BORROMEO FERRI, R. Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? In: *Journal of Mathematical Modelling and Application*. 2009.
3. BLUM, W. Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In: S. J. Cho (Ed.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal challenges*, pp. 73-96, 2015. New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9
4. BLUM, W., KAISER, G. ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education. Educational Studies in Mathematics, 1997.
5. FREUDENTHAL, H. Mathematics as an Educational Task. Dordrecht: Reidel, 1973.
6. KILPATRICK, J. et al. Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. National Research Council, 2001.
7. KOLB, D. A. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1984.
8. LESH, R. Research on models & modeling and implications for common core state curriculum standards. In: R. MAYES & L. HATFIELD (EDS.), WISDOMe monograph: Quantitative reasoning and mathematical modeling: A driver for STEM integrated education and teaching in context, (Vol. 2, pp. 197-203). Laramie, WY: University of Wyoming, 2012.
9. MAAß, K. What are modelling competencies? ZDM Mathematics Education, 2006.
10. OECD. PISA 2012. Assessment and Analytical Framework. OECD Publishing, 2012.

CZU: 51:811.111]: 378.147 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p207-210

BILINGUAL MATHEMATICS AS A TRANSDISCIPLINARY PRACTICE IN ENGINEERING EDUCATION: A CASE STUDY FROM UKRAINE

Nataliia SNIZHKO, Cand. of Sci. (Physics and Mathematics), Associate Professor
https://orcid.org/0000-0003-4547-5934
e-mail: snizhko.nataliia@gmail.com
National University Zaporizhzhia Polytechnic, Ukraine

Abstract. The paper analyzes students' attitudes toward a bilingual higher mathematics course at a technical university. Based on a survey of 89 students, it explores motivation, challenges, and perceived benefits of learning mathematics in English. The study reveals high interest and motivation among students, identifies linguistic and methodological barriers, and suggests practical recommendations for effective implementation of bilingual mathematics instruction.

Keywords: bilingual education, higher mathematics, EMI (English as a Medium of Instruction), engineering education.

Rezumat. Lucrarea analizează atitudinea studenților față de un curs bilingv de matematică superioară într-o universitate tehnică. Pe baza unui sondaj realizat în rândul a 89 de studenți, sunt examinate motivația, dificultățile și avantajele percepute ale studiului matematicii în limba engleză. Studiul relevă interesul și motivația ridicată a studenților, identifică barierele lingvistice și metodologice și oferă recomandări practice pentru implementarea eficientă a instruirii bilingve la matematică.

Cuvinte cheie: învățământ bilingv, matematică superioară, EMI (Engleza ca mijloc de instruire), educație inginerească.

Introduction

Globalization and the internationalization of education demand a revision of teaching methods and learning environments in technical universities. English, as a global lingua franca, has become a vital component of professional competence for engineers. The Bologna Process encourages academic mobility and competitiveness of graduates, prompting Ukrainian universities to harmonize curricula with European standards.

Bilingual (English – Ukrainian) education offers an effective approach to developing intercultural and professional skills. In bilingual courses, English serves not only as a subject of study but as a medium of instruction (EMI – English as a Medium of Instruction). Although EMI in technical fields is still developing in Ukraine, we are seeing its growing importance and the need to adapt methodologies to local contexts[1; 2].

This study [3] focuses on students' perceptions of a bilingual higher mathematics course at the National University Zaporizhzhia Polytechnic. The aim is to identify the students' motivation, perceived advantages, and challenges of learning mathematics in English, and to formulate recommendations for improving bilingual instruction in technical education.

Methods

The research was conducted among 89 first-year students of the Electrical Engineering Faculty at Zaporizhzhia Polytechnic University during 2021–2024. Participants included both students enrolled in the bilingual (English-medium) higher mathematics course and those studying in Ukrainian.

Data were collected through surveys distributed via Google Forms and email. The questionnaire included multiple-choice, single-choice, open-ended questions, and Likert-scale items to assess motivation, attitudes, and perceived difficulties. Participation was voluntary and anonymous.

Quantitative data were analyzed descriptively, focusing on the distribution of responses across key indicators such as awareness of bilingual learning, motivation to enroll, self-assessed English proficiency, and evaluation of the bilingual course. Qualitative responses were grouped thematically to identify recurring trends and issues.

Results

The survey revealed a generally positive attitude toward bilingual learning. Over 92% of respondents were familiar with the concept of bilingual education, and 76% believed that bilingual instruction provides advantages for future professional careers. About 84% of students supported the idea of a bilingual mathematics course.

However, only 38% considered their English proficiency sufficient to study mathematics bilingually, reflecting a common concern about language barriers. Despite this, most students reported that initial difficulties diminished after several months of study.

The main motivations for enrolling in the bilingual course included:

– better career and educational opportunities (100% of bilingual group respondents),
– improvement of specialized English competence (82.7%),
– enhancement of general English proficiency (65.5%).

At the end of the course, nearly 90% of students described it as “interesting” or “very interesting”. They emphasized the value of developing both mathematical and linguistic competence. Students particularly enjoyed solving problems and communicating in English, learning terminology, and engaging with authentic materials.

The main challenges identified were:

– lack of mathematics textbooks in English suitable for Ukrainian students (82.8%),
– insufficient classroom hours due to slower pacing (48.3%),
– limited prior knowledge of subject-specific English (34.5%).

Discussion

The findings indicate that students recognize the value of bilingual mathematics education in enhancing both subject mastery and English-language skills. The dual focus supports their professional growth and international competitiveness.

Nevertheless, several structural and methodological issues hinder full implementation. The shortage of localized English-language resources makes it difficult to align international materials with the Ukrainian curriculum. Differences in mathematical notation, problem styles, and terminology require teachers to adapt materials carefully.

Effective bilingual instruction depends not only on language proficiency but also on the pedagogical expertise of mathematics instructors. Collaboration between mathematics and English teachers is essential [4]: while the former provide disciplinary knowledge, the latter enhance communicative and linguistic support.

Despite limitations such as the small sample size and the single-institution context, the study offers valuable insights. The results highlight the need for institutionally supported bilingual programs, professional development for instructors, and creation of specialized teaching materials that bridge linguistic and disciplinary gaps.

Conclusion

Bilingual instruction in higher mathematics at technical universities is both feasible and beneficial. Students show strong motivation and interest, recognizing the importance of English for their academic and professional success. Key challenges – such as limited resources and slower learning pace – can be mitigated through joint teaching strategies, improved materials, and teacher training.

Further research should expand the sample and explore long-term effects of bilingual mathematics learning on students' professional competence and subject knowledge [5]. Integrating EMI approaches across other technical disciplines could foster a more globally oriented and linguistically competent generation of engineers.

Bibliography

1. SNIZHKO, N. Specificity of implementation of bilingual education in Ukrainian universities. In: *CAIM-2024, September 19-22, 2024, Oradea, Romania. Book of Abstracts*. 2024. pp. 66-67. ISSN 2537-2688. URL: https://www.caim.romai.ro/Caim24/src/e-Book-CAIM-2024.pdf
2. SNIZHKO, N. Principles of bilingual instruction in mathematics for engineering students. In: *CAIM-2025, September 18-21, 2024, Bucharest, Romania. Book of*

Abstracts. 2025. pp. 123-124. ISSN 2537-2688. URL: https://caim.romai.ro/Caim25/e-book_abs_2025.pdf

3. SNIZHKO, N. Higher mathematics at a technical university: a study of students' attitudes to bilingual learning. In: *Didactics of Mathematics: Theory, Experience, Innovations*. 2025, nr. 3, pp. 31-43. ISSN 3041-2277, 3041-2285. https://doi.org/10.31652/3041-2277-2025-3-31-43
4. ANPILOHOV, D., SNIZHKO, N. Interdisciplinary links in teaching higher mathematics at a technical university. In: *Science and Technology Today (Series "Pedagogy")*. 2024, nr. 7(35), pp. 256-264. ISSN 2786-6025. https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7(35)-256-264
5. SNIZHKO, N. Teaching higher mathematics on a bilingual basis: problems and features. In: *Zhytomyr Ivan Franko state university journal. Pedagogical sciences*. 2025, nr. 1(120), pp. 101-4117. ISSN 2663-6387, 2664-0155. https://doi.org/10.35433/pedagogy.1(120).2025.9

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p211-218

APARIŢIA CUNOŞTINŢELOR ŞTIINŢIFICE

Ionel TATARU, profesor de matematică
https://orcid.org/0000-0002-4415-7873
e-mail: tataruionel@yahoo.com
Focșani, Direcția Generală al Inspectoratului Școlar Vrancea, România

Rezumat. În articol se analizează dezvoltarea științei și educației în Egiptul Antic, evidențiind caracterul lor practic și legătura cu religia. Templele erau centre de cunoaștere, iar preoții – păstrători ai științei. Matematica, aplicată în construcții, agricultură și fiscalitate, utiliza un sistem zecimal și aproximări ale lui π. Medicina și farmacia erau avansate, dovadă papirusurile Ebers și Smith. Educația, organizată în școli lângă temple, forma scribi și preoți prin studii riguroase de scriere, calcul, geometrie, astronomie și medicină. Instruirea elitistă, completată în „Casele Vieții", a consolidat statutul scribilor și a lăsat moșteniri durabile civilizației egiptene.
Cuvinte cheie: Egiptul Antic, știință, educație, matematică, astronomie.

Abstract. The article analyzes the development of science and education in Ancient Egypt, highlighting their practical nature and close connection to religion. Temples functioned as centers of knowledge, and priests were the keepers of science. Mathematics, applied in construction, agriculture, and taxation, used a decimal system and approximations of π. Medicine and pharmacy were advanced, as evidenced by the Ebers and Smith papyri. Education, organized in schools near temples, trained scribes and priests through rigorous studies in writing, arithmetic, geometry, astronomy, and medicine. This elitist instruction, complemented by the "Houses of Life," strengthened the status of scribes and left lasting legacies to Egyptian civilization.
Keywords: Ancient Egypt, science, education, Mathematics, Astronomy.

1. Introducere

Știința își datorează originea necesităților practice cu care se confruntau civilizațiile timpului: planificarea și construirea canalelor de irigare, necesități diverse publice și funerare, determinarea momentului de semănare a culturilor, îngrijirea și recoltarea lor, calcularea sumei taxelor și contabilizarea costurilor aparatului de stat a dat naștere a unei ramuri de activitate în Egiptul Antic care poate fi numită sfera științei și educației. Știința în Egipt era strâns legată de religie, iar templele religioase serveau drept centre științifice și educaționale.

Cunoștințele științifice au apărut pe parcursul activității practice și ca niște perle de cea mai mare valoare au fost acumulate din cele mai îndepărtate timpuri și păstrate inițial oral, înainte de apariția scrisului, apoi sub formă de niște crâmpeie, uneori scrise, transmise din generație în generație. Cunoștințele științifice întotdeauna au fost și sunt un produs colectiv al societății în care a fost creat. Gândirea liberă a omului întotdeauna a căutat să cunoască cosmografia lumii reale.

Egiptul a acceptat matematica ca o știință aplicată rezultantă din practica vieții cotidiene. Într-un mod original egiptenii acumulează cunoștințe cu referire la universul

fizic, cu referire la ființa umană și rolul lor în cadrul existenței zi de zi. Cunoștințele se acumulau și se transmiteau de la o generație la alta, uneori prin intermediul unor școli speciale. Nevoile zilnice, dezvoltarea economiei şi a schimbului comercial. Observațiile asupra naturii duceau la o treaptă de dobândire a primelor cunoștințe științifice. Toate aceste cunoștințe aveau însă, mai cu seamă, un caracter practic aplicativ [1, 2].

Necesitatea de a produce diverse obiecte/unelte materiale i-a determinat/impus de a introduce în uz unități/etaloane fixe de măsură pentru volume, suprafețe, capacități, lungimi și greutăți etc.:

- unitatea de măsură a suprafeței era *setata* – egală cu *2735* m^2;
- unitatea de măsură a capacității era *hakata* – egală cu *4,50 l*;
- unitatea de măsură a greutății era *debenul* – egală cu *91 g* etc.

Din mileniul III î.Hr. egiptenii au început a utiliza sistemul zecimal de numerație. Ei cunoșteau toate operațiile aritmetice, însă înmulțirea o efectuau numai cu 2. Operațiile de ridicare la pătrat și extragerii rădăcinii pătrate erau realizate corect.

Destul de bogate cunoștințe au acumulat în domeniul geometriei:

- calculau corect ariile suprafețelor pătratului, dreptunghiului, triunghiului dreptunghic, trapezului, a cercului, folosind în calcule valoarea lui $\pi \sim 3{,}16$;
- cunoșteau formula volumului cilindrului, piramidei, trunchiului de piramidă;
- rezolvau cele mai diverse probleme (*au fost descoperite culegeri de probleme*), care includeau soluțiile corecte și operațiile calculate impecabil, dar în care lipsesc cu desăvârșire raționamentul și demonstrația, explicația logică a modalităților coilor de soluționare.

Așa sunt cele mai vechi cunoștințe în domeniul matematicii, care erau strâns legate de viața practică și aveau scop să ușureze munca măsurătorilor de pământ, a constructorilor de edificii, a meșterilor ce au creat opere de artă fascinante. Cea mai importantă etapă a evidențierii nivelului cunoștințelor științifice, după cum și cea mai responsabilă, este, desigur, obținerea rezultatului și acceptarea lui pe scară largă. De exemplu aplicarea fracțiilor în farmaceutică. Este un caz fără precedent, de aplicare a rețetelor complexe depistate în papirusurile vechi egiptene Ebers și Smith, care au fost studiate și de Hipocrate, care a lucrat în biblioteca Imhotep. Aceste papirusuri sunt numite izvoarele medicinii contemporane, deoarece conțin diverse rețete de boli.

În Egiptul Antic mai era venerat numărul 7. De acest număr sunt legate multe realizări în știință și îndeosebi în metalurgie. Erau cunoscute 7 metale: arama, argintul, aurul, ferul, mercurul, staniul sau cositorul, plumbul – de care erau legate zilele săptămânii ca și la mesopotamieni.

2. Școlile – știința de carte

Civilizația egipteană care a apărut cu mai mult de 3000 ani î.Hr. în valea fluviului Nil a avut una dintre cele mai viabile culturi, cultură care a pulsat mereu din plin, cu o mare putere de creare și confirmare. Aici cu succes a apărut și s-au dezvoltat astronomia, matematica, agrotehnica, au fost create sisteme originale de scriere, sistem de înregistrare muzicală, au înflorit cele mai diverse arte. Aproape în orice oraș funcționau instituții de învățământ. Ele au apărut în mil. III î.Hr. în legătură cu necesitatea de oameni cărturari – scribi, persoane cae erau situați pe una din cele mai înalte trepte ale ierarhiei sociale [3, 4]. Egiptul Antic a fost un stat condus de faraoni ajutați de numeroși funcționari, conducători de oști și preoți. Forma principală a ideologiei statului era religia. În Egiptul Antic preoții erau deținătorii tezaurului cunoștințelor, totodată ei erau mari demnitari în ierarhia dregătoriilor de stat. Cultura era influențată și dominată de religie. Preoții fiind deținătorii cunoștințelor, organizau școli în care predau doar ceea ce ei considerau de cuviință, pentru a crea un aparat de dirijare și ducere a unei evidențe stricte a politicii de conducere a țării. Aceasta a favorizat organizarea unor instituții de educație cu peste trei milenii înaintea erei noastre. Din necesitatea de a însemna unele fapte și de a comunica unii cu alții, în cazul, în care se aflau la mare distanță, a apărut scrierea – prin mileniile IV-III î.Hr. Pentru învățarea scrierii, apoi a cititului și socotitului, în special, a fost creată o instituție specială – școala în cadrul căreia pe parcursul a mai multor ani se executau nenumărate antrenamente la scriere, la calculele matematice, evidență contabilă, măsurarea și delimitarea terenurilor, calcule astronomice etc. Preoții au devenit organizatorii și cei care îi învățau pe copii știința de carte în cadrul acestor școli, în care cea mai mare parte a timpului pe lângă religie era dedicată învățării scrierii, citirii și aplicării matematicii practice. Desigur educația generației în creștere se realiza nu doar numai în școlile create de către stat pe lângă temple și palate, ci și în cadrul familiei [1, 5].

O serie de documente atestă existența a unor instituții pe care le-am putea considera ca fiind o școală de nivel superior [3, 4], în care tinerii egipteni își desăvârșeau pregătirea intelectuală și pregătirile din școala începătoare și cea din familie. Aceste instituții erau denumite „*case ale vieții*”. O astfel de școală exista încă prin anii 1400 î.Hr. [4]. În cadrul acestei școli se preda geometria, astronomia și medicina, discipline în cadrul cărora egiptenii au făcut multe progrese. Aceste concluzii au fost efectuate în urma cercetării numeroaselor documente și papirusuri descifrate, care după părerea cercetătorilor, sunt adevărate manuale didactice de medicină, matematică și astronomie, unele din ele fiind scrise încă în epoca Regatului Mijlociu (*2199-1700 î.Hr.*). S-au mai păstrat din acea epocă manuscrise care pot fi considerate adevărate „*enciclopedii*” destinate scribilor.

Pe parcursul a mii de ani în civilizația egipteană s-a plămădit și afirmat un anumit tip psihologic de personalitate adecvată acestei civilizații anume. Drept ideal era considerat egipteanul antic laconic (*zgârcit la vorbe*) rezistent-dârz la neajunsuri. În logica unui

asemenea ideal trebuia să asiste o anumită instruire și educație [5, 6, 8]. În școli se urmărea, pe de o parte, pregătirea minuțioasă în anumite domenii de activitate a conducătorilor statului – a preoților – iar pe de altă parte, pregătirea acelor scribi, care îndeplinind diverse funcții administrative în aparatul statului de rang mult mai mărunte, aveau obligația de a ști să scrie și să întocmească corect un oarecare document în procesul de lucru, precum și de a utiliza corect calculul matematic în soluționarea diverselor probleme practice.

Pentru a însuși arta cărturăriei elevul scrib trebuia să muncească din greu: să însușească cele peste 700 ieroglife, a se orienta rapid scrisul clasic și succint, să cunoască stilul scrisului hârtiilor oficiale – pentru rutina de zi cu zi, precum și pentru alcătuirea textelor religioase.

Prin anii 3 mii î.Hr. se scria pe cioburi de ceramică, pe piei dubite, pe oase de animale, iar după apariția papirusului (*hârtia egipteană din trestia mlaștinilor egiptene – papirus*) toate scrierile se făceau pe papirus. Scribii și învățăceii posedau anumite rechizite: o ceșculiță pentru apă, o scândură cu o anumită scobitură în ea pentru vopseaua din funigine și ocru (*vezi vocab. cuvintelor egiptene vechi*), precum și un bețișor tot din trestie executat pentru a scrie. Aproape întregul text se scria cu vopsea neagră, iar cu vopsea roșie indicau punctuațiile, precum și evidențierea unor fraze cu un sens specific în anumite cazuri necesare.

Papirusurile școlare erau folosite de mai multe ori. Înainte de a fi folosite ele erau spălate și se scria din nou pe ele, ca pe o tablă mobilă actuală. Pe fiecare din ele erau scrise: data, luna, ziua, anul lecției date. Unele din aceste papirusuri serveau drept lucrări metodic-didactice, de pe care se transcria cea ce se cerea și care erau învățate.

În Egipt au existat școli de scribi pe lângă curțile faraonilor, în care fiii aristocrațiilor se pregăteau pentru a deveni mari demnitari de stat. În școlile de pe lângă instituțiile centrale, de exemplu, pe lângă visteria faraonului, erau instruiți scribii ce trebuiau să devină funcționari ai acestor instituții, cum ar fi școala pe lângă visteria regală. În școlile acestea domnea o disciplină aspră, care se menținea prin pedepse corporale și *Povețe Pedagogice* speciale. Astfel, autorul unei *Povețe Pedagogice* spune: „*Scribule, nu încerca să fii leneș, căci vei fi aspru pedepsit. Nu-ți apleca inima spre plăceri, căci te vei duce la fund. Cu cărțile în mână, citește cu glas tare și sfătuiește-te cu cei ce știu mai multe de cât tine. Fericit e scribul care a fost încercat în toate acțiunile sale…Nu petrece în lenevie nici o zi, căci vei fi sfâșiat. Căci urechile băiatului sunt pe spinarea sa, și ele vor auzi când îl vei bate. Cere întotdeauna sfatul și nu uita niciodată de lucrul acesta. Scrie, și să nu te plictisești nici odată de scris*”. O serie de documente atestă existența unei instituții de învățământ pe care am putea-o considera ca o școală de nivel superior, în care tinerii își desăvârșeau pregătirea din școala începătoare și cea obținută în familie. Aceste instituții erau denumite „*case ale vieții*” (*peranh*). Astfel de instituții au existat încă prin anii 1400 î.Hr. Ruinele unei astfel de „*case a vieții*” au fost descoperite în vechea capitală a statului

faraonilor Ehnaton – Amenhotep din perioada Regatului Nou (*1567-1085 î.Hr.*). Pe lângă temple se aflau școli destinate pregătirii preoților. Cele mai numeroase școli erau cele destinate pregătirii scribilor (fig. 1).

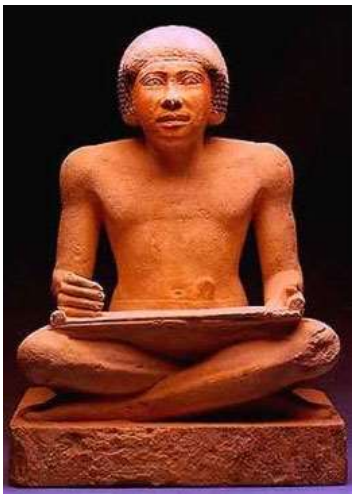


Figura 1. Scribul în poziția de lucru

Elevii acestor școli erau selectați dintre copiii de țărani și meșteșugari. Ei învățau de la vârsta de 5-6 ani să scrie, să citească și să calculeze. Pe scara ierarhiei sociale aceștia se aflau la nivelul micilor funcționari, al preoților de rang inferior, al medicilor și pictorilor. Cea mai mare parte din timp ei și-o petreceau făcând exerciții de scriere sau desenare pe plăci de calcar, piele sau papirus, folosind un bețișor de trestie ascuțit la vârf. Adeseori pentru scriere erau folosite tăblițe de lemn, acoperite cu un strat de stuc (*mortar de ipsos amestecat cu praf de piatră și cu clei, care, prin uscare și lustruire, obținea aspectul marmurei, pe care se scria*) sau bucăți de piatră de var. Elevii învățau o gramatică grea și complicată și erau puși să copieze din anumite modele, în fiecare zi câte trei pagini cel puțin. Elevul-scrib trebuia să-și însușească temeinic tema dată, nu numai ortografia, ci și caligrafia complicată, și stilistica. Până la momentul actual s-au păstrat opere cu exerciții ale scribilor începători, care conțin mai cu seamă povețe cu scop educativ și scrieri model, tot atât de instructive. Ele constituie cele mai antice suporturi metodic-didactice de studiere a limbii și a matematicii. Iată primii germeni ai didacticii matematicii. Abia mult mai târziu, când scribul cunoștea bine să scrie și trebuia să copie un document de valoare, lui i se încredința a scrie pe papirus sub formă de un document de valoare lingvistică sau matematică.

Preoții înconjurau învățătura cărturăriei într-o aureolă de mister, considerând-o un dar al Zeului Thoth – zeului înțelepciunii. De aceea, înainte de a începe procesul instructiv, scribul trebuia să aducă jertfe zeului și să-l cheme în ajutor [1, 3, 4].

Cu toate că cei mai mulți oameni nu știau nici să scrie nici să citească, societatea civilizației egiptene se baza pe înregistrări scrise. Cei ce cunoșteau știința de carte nu

duceau niciodată lipsă de muncă. Viața unui scrib era invidiată de oamenii de rând – ei nu trebuiau să trudească în bătaia soarelui și erau foarte respectați în societate.

Doar cei care își permiteau să plătească puteau merge la școală. Educația mereu a depins de posibilitățile materiale ale omului.

Pentru a studia scrisul hieroglific era nevoie de mult timp. Aceasta era o muncă asiduă și se realiza doar în cadrul școlilor. Procesul de învățare a citi și de a scrie corect hieroglifele se începea cu studierea „*cartușelo*r" pe care erau scrise numele regilor și reginelor. Aceste nume erau ușor de memorat. Hieroglifele pot fi citite de la stânga la dreapta, de la dreapta la stânga sau de sus în jos. Se poate da seama în ce direcție trebuie citite după simboluri ca păsările, care întotdeauna stau cu fața spre începutul propoziției.

Existau mai multe feluri de școli. Cele mai importante erau școlile de pe lângă palatele regale. În aceste școli puteau fi educați împreună cu cei de la palat adică copiii familiei regale și unii dintre copiii nobililor. Mai jos erau situate școlile templelor mari, apoi a altarelor sătești. În școlile de pe lângă temple se învăța scrisul hieroglific (*scrisul sfânt*), iar în școlile pentru scribi se învăța scrierea simplificată – hieratică.

Ocupațiile în cadrul școlilor erau destinate pentru a învăța atât hieroglifele, cât și scrierile hieratice. Elevii petreceau foarte mult timp copiind și recitind texte pentru a-și perfecționa abilitatea în arta scrisului și cea a cititului. Elevii mai mici pentru învățare foloseau o carte numită *Kemyt,* care însemna „*completare*" – un text foarte simplu cu modele de litere, numere, fraze și expresii. Alți elevi studiau cărți mai avansate, cum ar fi *Cărțile înțelepciunii*, care le dădeau tinerilor sfaturi privind etica comportamentului. S-au păstrat, încă din epoca Regatului Mijlociu manuscrise care au fost adevărate dicționare sau „*enciclopedii*" destinate scribilor. Alte texte vorbeau despre faptul cât de minunată este ocupația de a fi scrib și nu a fi un meseriaș sau cel mai rău un agricultor. Aceste texte se pare că le da scribilor o idee despre propria lor importanță și destinație în societate.

În procesul de învățare a scrisului, cititului şi calculului matematic erau folosite unele procedee didactice de facilitare a instruirii: calculul cu ajutorul pietricelelor multicolore, procedee simplificate de calcul etc. La toate popoarele lumii antice a fost pe larg calculul pe degete.

După ce un elev însușea bine arta scrisului, cititului și calculului, el poseda dreptul de a deveni scrib. Mulți dintre cei ce se învățau la etapa primară nu treceau niciodată de acest stadiu. Cei care posedau acest drept și le permitea statutul lor social își continuau studiile. Însă chiar și cei ce care nu depășeau niciodată prima etapă de învățătură și nu puteau deveni scribi, aveau de lucru din belșug: redactare de scrisori; documente legate de testamente, contracte de căsătorie sau de alt rang, cât și documente de afaceri. Scribii erau folosiți în administrația de stat, în comerț și justiție, îndeplineau diverse lucrări de secretariat, de asemenea, ei copiau documente în bibliotecile templelor și palatelor, scriau întrebări pentru cei care doreau să ceară sfatul zeilor. Scribii activau în fiecare dregătorie

a statului. Cei mai inteligenți scribi puteau să se realizeze în ierarhia dregătorilor. Cei care activau la înregistrarea documentelor și taxelor legale sau lucrau într-un birou din străinătate puteau cu timpul deveni sfetnici sau chiar miniștri.

Conținutul învățăturii includeau: limba, matematica, istoria, literatura, religia, geografia, limbile străine, măsurători, inginerie, astronomie, medicina și contabilitatea.

Datele arheologice și literare din Egiptul Antic atestă existența școlilor de scribi mai ales pe lângă temple. Au fost găsite numeroase papirusuri considerate ca veritabile manuale de matematică și medicină, cu o vechime de peste 5000 de ani. Prezența lor demonstrează că în Egipt, ca și în alte state ale lumii antice, au existat școli de diferite nivele. Au existat școli de un nivel înalt, ceea ce dovedește că unii scribi nu erau simpli copiști, ci aveau chiar și preocupări științifice în diverse domenii ale științelor, inclusiv, în domeniul matematicii. În cadrul acestor școli evoluau cu succes astronomia, matematica, agrotehnica prelucrării pământului, au fost create forme originale de scriere, o sistemă specifică de scriere muzicală, înfloreau diverse arte. Aproape în fiecare oraș erau deschise școli. Ele au apărut prin mileniul al 3-lea î.Hr. în legătură cu necesitatea în a avea oameni cărturari – scribi. Scribilor li se datorează dezvoltarea științei în antichitate. Reprezentanții acestei profesiuni stăteau pe o scară înaltă a ierarhiei sociale. Pe parcursul mileniilor în valea Nilului s-a format un anumit tip de personalitate psiholog-pedagogică. Drept ideal al egipteanului antic se considera un om laconic, dârz la diverse lipsuri, neajunsuri și alte lovituri ale sorții. În logica acestui context de ideal trebuia să fie organizată educarea și instruirea. Doar apartenența la o minoritate privilegiată și avută deschidea ușile către cunoștințele scrise, care după o sursă antică, trebuie de „*legat într-un nod unic*” (*iată de ce cuvintele cunoștințe, învățătură și nod erau reprezentate prin una și aceeași hieroglifă*).

Scopul instruirii era pregătirea spre a îmbrățișa o profesiune oarecare, de care, de obicei, se ocupa cum școala așa și familia, uneori societatea – prin intermediul a multor factori, inclusiv, însușirea unei meserii de la meșteri-meșteșugari. Cărturăria, profesiunea de scrib era considerată drept chezășie a bunăstării sociale. În papirusuri destul de des erau întâlnite învățăminte de tipul: „*Privește, nu este un alt post, decât scribul, în care omul întotdeauna este superior*” [3, 4].

Cu referire la uneltele meseriei de scrib: de obicei se scria pe bucățele de calcar șlefuite numite *ostraca* sau pe tăbliță de lemn, adeseori îmbrăcate în ghips, care ușor puteau fi șterse. Cele mai importante documente erau scrise pe papirus – prima hârtie din lume.

Pe papirus se scria cu cerneală. Existau două feluri de cerneală: neagră și roșie. Cerneala se păstra uscată pe mici palete și erau umezite cu apă. Cerneala era confecționată din cenușă, apă și un liant, care lega bine între ele particulele materialelor amestecate. Cerneala se păstra într-un săculeț.

Uneltele de scris erau confecționate din trestie și semănau mai mult cu niște pensule.

Bibliografie

1. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: editura Sport și Turism, 1976. 304 p.
2. RUBINȘTEIN, R.I. *Miturile Egiptului Antic*. Chișinău: Lumina, 1966.124 p.
3. STANCIU, I. Gh. *Istoria pedagogiei*. București: EDP, 1998. 196 p.
4. STANCIU, I. Gh. *O istorie a pedagogiei universale şi româneşti până la 1900*. București: EDP, 1977. 396 p.
5. ДЖУРИНСКИЙ, А.Н. *Педагогика: история педагогических идей.* Москва: Педагогическое общество России, 2000. 352 стр.
6. ДЖУРИНСКИЙ, А.Н. *История зарубежной педагогики.* М-ва: Форум, 1998. 268 с.
7. ДРАЧУК, В. *Дорогами тысячелетий. О чём поведали письмена.* Москва: Молодая Гвардия, 1977. 288 стр.
8. КОНСТАНТИНОВ, И.А., МЕДЫНСКИЙ, Е.Н., ШАБАЕВА, М.Ф. *История педагогики*. Москва: Просвещение, 1982. 447 стр.

CZU: 37.015+51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p219-224

MODERNIZAREA PROGRAMULUI DE PREGĂTIRE A ELEVILOR DE GIMNAZIU PENTRU COMPETIȚIILE DE MATEMATICĂ: ASPECTE CHEIE ȘI ABORDĂRI DIDACTICE

Marcel TELEUCA, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-1730-5284 e-mail: marcel.teleuca@math.usm.md
Universitatea de Stat din Moldova, IMI „V. Andrunachievici”
Larisa SALI, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-1172-3055 e-mail: sali.larisa@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Republica Moldova
Ivan BORSENCO, cercet. științific stagiar
https://orcid.org/0009-0007-9877-1602 e-mail: ivan.borsenco@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova, IMI „V. Andrunachievici”

Rezumat. În articol sunt expuse opiniile autorilor privind modernizarea programului pentru pregătirea elevilor claselor 7-9 către concursurile de matematica. Sunt evidențiate câteva aspecte în vederea flexibilizării curriculare prin contextualizarea epistemologică și interdisciplinară.
Cuvinte cheie: curriculum, istoria matematicii, metoda coordonatelor, probabilități, combinatorică.

Summary. The article presents the authors' opinions on modernizing the program for preparing students in grades 7-9 for mathematics competitions. A few aspects are highlighted to achieve curricular flexibility through epistemological and interdisciplinary contextualization.
Keywords: curriculum, history of mathematics, coordinate method, probability, combinatorics.

Actualmente pregătirea elevilor de gimnaziu pentru competițiile de matematică reprezintă o sarcină care implică luarea în considerare a unui set complex de factori de natură psiho-pedagogică, didactică, tehnologică. Cele mai presante provocări moderne în acest domeniu țin de cerințe, precum: depășirea decalajului dintre programa școlară și conținuturile concursurilor; contextualizarea interdisciplinară; formarea unei viziuni integrate privind aplicabilitatea matematicii; adoptarea unor instrumente de monitorizare continuă a progresului; adaptarea la expectanțele și tehnologiile în evoluție; integrarea optimă a tehnologiei pentru facilitarea dobândirii de cunoștințe, priceperi, deprinderi; abordarea diferențiată și individualizată a procesului educațional; ocolirea suprastimulării digitale, care poate afecta concentrarea și motivația pentru studiu aprofundat; gestionarea emoțiilor în mediul competitiv; profesionalismul cadrelor didactice.

Concursurile de matematică predominant sunt axate pe rezolvări de probleme. Aparent, elevii care participă la concursurile școlare fac parte din categoria „sprinterilor” care se antrenează să rezolve rapid problemele de concurs, însă în spatele acestei activități stă tenacitatea, menită a dezvolta nu doar abilitățile de „performanță rapidă”, ci și calități de cercetare, creație și creativitate. În recomandările care urmează sunt identificate

oportunități pentru modernizarea Programului pentru pregătirea către concursuri și olimpiade școlare la disciplina Matematica destinat elevilor claselor 7-9 [9], având în vedere necesitatea de a sprijini și elevii capabili de performanțe înalte care, din diverse motive, preferă să nu se implice în competiții.

Celebrul matematician Henri Poincare afirma că prin logică demonstrăm, dar prin intuiție descoperim. Pornind de la această afirmație vom accentua anumite detalii care vizează transpunerea didactică a conținuturilor matematice cu integrarea optimă a tehnologiei pentru facilitarea dobândirii de cunoștințe, priceperi, deprinderi în vederea *flexibilizării curriculare* prin contextualizarea epistemologică și interdisciplinară.

1. Elemente de istorie a matematicii

Elementele de istoria matematicii pot deveni o punte fascinantă între abstract și real. Practica analizării și înțelegerii detaliate a lucrărilor autorilor celebri, precum și expunerea fidelă a conținuturilor este foarte importantă pentru educația matematică. Prezentarea conținuturilor din perspectiva epistemologică permite adesea să le abordăm euristic și să creștem gradul de accesibilitate a acestora. Nominalizarea autorilor teoriilor, a afirmațiilor și a metodelor de cercetare și de demonstrație matematice impulsionează elevii să-și extindă orizontul cunoașterii, pe de o parte, iar pe de altă parte, scoate în evidență „fața umană" a matematicii. Pentru fiecare dintre compartimentele incluse în Program putem indica: *etapele istorice de evoluție, școlile științifice care au adus contribuții valoroase, personalități distinse și secvențe ale conținuturilor expuse în maniera caracteristică epocii.*

2. Metoda coordonatelor

Metoda coordonatelor este un instrument puternic pentru realizarea conexiunilor intradisciplinare în matematică. Geometria analitică este fundamentul majorității domeniilor moderne ale geometriei, inclusiv geometria algebrică, diferențială, discretă și computațională, dar este aplicată în fizică, inginerie, astronomie, geografie ș.a.. Considerăm că această metodă, aplicată în situații concrete, poate fi exploatată mai intens în clasele a 7-9-a, cel puțin în activitățile extracurriculare.

Geometria analitică a fost inventată independent de René Descartes și Pierre de Fermat, dar premise pentru dezvoltarea teoriei au fost create de-a lungul secolelor în Grecia și Egiptul antic, în Persia. Apollonius din Perga (~240 – 190 î.Hr.), în lucrarea „Λόγου ἀποτομή" (despre construirea pe o dreaptă a segmentelor lungimile cărora să fie într-un raport dat), a abordat probleme într-un mod ce poate fi numit o geometrie analitică unidimensională. În „Conicele" el a dezvoltat o metodă atât de asemănătoare cu geometria analitică încât opera sa este uneori considerată a fi anticipat lucrările lui Descartes cu aproximativ 1800 de ani. Renumitul Omar Khayyam (18.05.1048 – 04.12.1131) a observat o legătură strânsă între geometrie și algebră și se îndrepta în direcția corectă apropiind algebra numerică de cea geometrică prin soluția sa geometrică a ecuațiilor cubice generale.

Metoda coordonatelor permite să demonstrăm şi să rezolvăm problemele analitic mai raţional decât prin metodele geometriei sintetice.

Metoda coordonatelor vizează rezolvarea a două tipuri de probleme:

- cercetarea proprietăţilor geometrice a figurii în baza ecuaţiei figurii date;
- determinarea ecuaţiei figurii în baza proprietăţilor ei.

Studiul proprietăţilor figurilor geometrice în baza reprezentării lor analitice prin ecuaţii poate fi iniţiat la studierea mărimilor geometrice direct proporţionale şi invers proporţionale în clasele a 6-a – 7-a. Relaţiile dintre aceste mărimi pot fi reprezentate grafic, astfel vor fi asociate proporţii concrete unor mulţimi de puncte reprezentate pe sistemul rectangular de coordonate şi invers. Recomandăm să fie examinate reprezentări referitoare la proporţionalitatea directă în mulţimea $Z \times Z$ ca apoi să extindem raţionamentele în $R \times R$.

Aceste idei vor fi corelate cu proprietăţile funcţiei de gradul I, dar, suplimentar, se vor examina ecuaţiile dreptei: ecuaţia în forma generală; ecuaţia dată cu ajutorul pantei; ecuaţia exprimată prin lungimile segmentelor tăiate pe axele de coordonate. Pentru fiecare tip de ecuaţie vor fi stabilite relaţiile între parametrii numerici şi poziţia reciprocă în plan a dreptelor asociate: paralelism; intersecţie; perpendicularitate.

Vom menţiona că în manualele de matematică recomandate de Ministerul Educaţiei şi Cercetării este promovată ideea de a utiliza reţeaua (laticea) ortogonală formată din puncte în sistemul de coordonate cartezian cu coordonate întregi, dată de ecuaţiile $x = m$ şi $y = n$, unde $m, n \in Z$ [3,4]. Unele aplicaţii sunt expuse în articolele [10, 11]. Pentru a consolida prevederile principiului dintre senzorial şi raţional prin laticele ortogonale în predarea-învăţarea matematicii recomandăm utilizarea aplicaţiilor Geogebra şi Pythagorea.

Apreciem pozitiv şi paradigma autorilor manualelor din Republica Moldova cu privire la semnalarea prin exemple a unor teoreme care se studiază mult mai târziu conform curriculumului actual. Astfel, Teorema lui Pitagora apare în clasa a VII-a în capitolul destinat studierii noţiunii de număr iraţional [3, p. 16]. Autorii nu prezintă demonstraţia teoremei, dar există demonstraţii, care sunt accesibile elevilor deja în clasa a VII-a. În contextul promovării metodei coordonatelor, acest fapt poate servi la deducerea formulei distanţei dintre două puncte în planul de coordonate, a ecuaţiei cercului, a ecuaţiilor unor mulţimi de puncte descrise de locul lor geometric. Conceptele de valoare absolută (modul) şi distanţă dintre puncte vor obţine interpretare şi în planul de coordonate.

Un rol important în cursul gimnazial de matematică este acordat funcţiei de gradul al doilea, inclusiv aplicaţiilor practice. Stabilirea unor proprietăţi ale parabolei este expusă în [7, pp. 90 - 91] prin legenda despre modul în care Arhimede a fost capabil să aprindă navele lui Marcellus în timpul asediului de la Siracuza în jurul anului 212 î.Hr.

Analiza aspectelor metodologice a metodei coordonatelor va conduce elevii la concluzia că prezentarea analitică a unei figuri va fi diferită în funcție de reperul de coordonate ales. Alegerea unui sistem de coordonate convenabil va facilita rezolvarea problemei.

Metoda coordonatelor va servi drept punte pentru expunerea metodei vectoriale, iar ulterior - la studierea numerelor complexe și reprezentării lor în planul complex.

3. Elemente de combinatorică și teoria probabilităților

La etapa actuală este greu să supraestimăm rolul teoriei probabilităților, care este aplicată în modelarea fenomenelor de natură foarte diversă.

Considerând un experiment care poate produce mai multe rezultate, se examinează mulțimea tuturor rezultatelor posibile - spațiul rezultatelor experimentului. Cardinalul acestei mulțimi se formează prin luarea în considerare a tuturor combinațiilor posibile de rezultate. Dacă rezultatele care apar efectiv se încadrează într-un anumit eveniment, se spune că evenimentul s-a produs. Probabilitatea unui eveniment (în sens clasic) se definește ca raportul dintre numărul de rezultate favorabile evenimentului și numărul de rezultate posibile. Această definiție matematică a probabilității se poate extinde la spații de eșantion infinite și chiar la spații de eșantion nenumărabile, utilizând conceptul de măsură. În clasele gimnaziale la activitățile extracurriculare este necesar să pregătim înțelegerea conceptelor teoriei probabilităților prin examinarea elementelor de combinatorică pe mulțimi finite. Argumentăm necesitatea familiarizării elevilor cu elemente de combinatorică pe mulțimi finite reieșind din faptul că olimpiadele de matematică din diverse țări conțin probleme din această categorie, inclusiv la etapa gimnazială. Lucrarea [5] este o resursă amplă la acest compartiment.

4. Modelarea matematică și abordarea STEAM

Problemele parvenite din contexte reale sau la intersecție de domenii științifice sunt adevărate provocări pentru profesorii de matematică și îi determină să-și orchestreze acțiunile cu profesorii de la alte discipline pentru a crea situații de învățare autentice. Conceptul STEM are scopul de a aborda holistic fiecare problemă, nu unilateral, în cadrul unui singur domeniu al științei sau tehnologiei. Necesitatea depășirii „crizei de genii” în companiile de tehnologie va conduce treptat la constituirea de parteneriate cu diverse departamente interesate în dezvoltarea abilităților specifice la tânăra generație. Actualmente lipsesc relatările longitudinale adecvate despre învățare și devenire în diferite contexte și activități, în special în ceea ce privește modul în care experiențele de învățare în afara școlii ar putea influența constructiv traiectorii de viață extinse și implicarea civică. Studiul etnografic longitudinal [6] examinează modul în care programele STEAM transdisciplinare, în afara școlii au ajutat tinerii să-și aprofundeze implicarea în practica STEAM și le-au oferit resurse materiale, ideatice și relaționale, pe care aceștia le-au folosit pentru a-și urma viitorurile imaginare.

Transpunerea didactică a conținuturilor pentru formarea competențelor din domeniile STEAM și modelare matematică în cadrul activității extracurriculare autorii o abordează în articolele publicate anterior [1, 2, 8, 12, 13].

Lucrarea a fost elaborată cu suportul proiectului 25.80012.0807.69SE: „Elaborarea resurselor didactice orientate spre sporirea performanței elevilor din gimnaziu la disciplina Matematica”, finanțat de ANCD.

Bibliografie

1. BORSENCO, I. Embeding the theme of chess in teaching math to gifted middle and high school students. În: *Proseedings of the 32nd International Conference on Applied and Industrial Mathematics*. Communications in Education. Bucharest, 2025. pp. 48 - 53.
2. CHIRIAC, L., MIHĂLACHE, L., COZMA, D., AFANAS, D., SALI, L., TELEUCĂ, M. *Elaborarea şi rezolvarea modelelor matematice*. Chișinău: Tipografia UPSC, 2023. 94 p. ISBN 978-9975-46-808-4 (6,3 c.a.).
3. Matematică: Manual pentru clasa a 7-a / Ion Achiri, Andrei Braicov, Olga Şpuntenco; Ministerul Educaţiei şi Cercetării al Republicii Moldova. Chişinău: Prut Internaţional, 2023 (F.E.-P. Tipografia Centrală). 184 p. ISBN 978-9975-54-734-5.
4. Matematică: Manual pentru clasa a 8-a / Ion Achiri, Andrei Braicov, Olga Şpuntenco; Ministerul Educaţiei şi Cercetării al Republicii Moldova. Chişinău: Prut Internaţional, 2023 (UNISOFT, Ucraina). 176 p. ISBN 978-9975-54-729-1.
5. NOGA, A., SPENCER, J. The probabilistic method / Noga Alón, Joel Spencer.— 3rd ed. Wiley-interscience series in discrete mathematics and optimization, 2008. 374p. ISBN 978-0-470-17020-5
6. RHINEHART, A., BELL, P. The influence of informal transdisciplinary STEAM programming on adolescent cultural learning pathways. In Blikstein, P., Van Aalst, J., Kizito, R., & Brennan, K. (Eds.), *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences* - ICLS 2023 (pp. 1222-1225). International Society of the Learning Sciences.
7. SALI, L. *Bazele metodologice ale organizării şi desfăşurării activităţii extracurriculare la matematică*. Ch.: UST, 2012. 240 p.
8. SALI, L., TELEUCĂ, M. Strategii de dezvoltare a reprezentărilor spațiale prin explorarea contextelor semnificative. În: *Materialele Conferinţei Ştiinţifice Internaţionale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)"*, ediţia a 4-a = Proceedings of The Fourh International Scientific Conference "Inter/transdisciplinary approaches in the teaching of the real sciences,

(STEAM concept)", Chisinau, November 1-2, 2024. Chişinău: IDIS "Viitorul", 2024. 552 p. ISBN 978-5-86654-132-4.

9. TELEUCĂ, M., SALI, L. Program pentru pregătirea către concursuri și olimpiade școlare la disciplina matematică. In: *Acta et commentationes (Ştiinţe ale Educaţiei)*, 2025, nr. 1(39), pp. 51-68. ISSN 1857-0623. DOI: https://doi.org/10.36120/2587-3636.v39i1.51-68
10. TELEUCĂ, M., SALI, L. Some applications of Pick's Theorem. In: *Creative Mathematics and Informatics.* Vol. 34, No. 2, 2025, pp. 231-240 Onlineversionathttps://creative-mathematics.cunbm.utcluj.ro/ Print Edition: ISSN 1584- 286X; Online Edition: ISSN 1843- 441X DOI: https://doi.org/10.37193/CMI.2025.02.06
11. TELEUCĂ, M., SALI, L. Despre unele aplicații ale formulei lui Pick. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*. Ediția a 3-a, 27-28 octombrie 2023, Chişinău. Chişinău: CEP UPSC, 2023, pp. 161-173. ISBN 978-9975-46-813-8. DOI: https://doi.org/10.46727/c.steam-2023.p161-173
12. TELEUCĂ, M., SALI, L. Aspects of the development of mathematical modeling skills in extracurricular activities. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)*. Ediția a 2-a, 28-29 octombrie 2022, Chişinău. Chişinău: Tipografia UST, 2022, pp. 169-175. ISBN 978-9975-76-411-7.
13. TELEUCĂ, M., SALI, L., CIOBAN-PILEŢCAIA, A. Dezvoltarea abilităților de modelare matematică. In: *Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM* 2022. Ediţia a 29, 25-27 august 2022, Chişinău. Chișinău, Republica Moldova: Bons Offices, 2022, pp. 206-211. ISBN 978-9975-76-401-8.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p225-230

ISTORIA FRACȚIILOR EGIPTENE

Luminița TICU, profesor la matematică
https://orcid.org/0000-0002-5282-5296
email: luminita_ticu@yahoo.com
Gimnaziul Mera, Odobești, Județul Vrancea, România

Rezumat. În lucrare se descriu sub aspect istoric fracțiile egiptene ce reprezentau lucruri curioase, ca parte a mentalității egiptene. Egiptenii foloseau anumite tabele cu ajutorul cărora ei realizau operații asupra unor astfel de numere.
Cuvinte cheie: fracții alicote, fracție egipteană, ochiul lui Horus, operații cu fracții.

Abstract. The work describes from a historical perspective the Egyptian fractions that represented curious things, as part of the Egyptian mentality. The Egyptians used certain tables with the help of which they performed operations on such numbers.
Keywords: aliquot fractions, Egyptian fraction, eye of Horus, fraction operations.

Fericirea mea-i o fracție cu numărătorul zero,
Numai de tine depinde s-o modifici, scumpo Hero,
Căci, dacă a-i muta pe zero și l-ai pune la numitor
Ea s-ar face infinită, eu fericit muritor.
Ion Barbu, poet român, (matematicianul Dan Barbilan)

Omul este o fracție cu numitor și numărător.
Numitorul este părerea omului despre sine.
Numărătorul este ceea ce prezintă omul în fața altora.
Cu cât numărătorul este mai mare, cu atât și fracția este mai mare – omul are valoare.
Cu cât numitorul este mai mare, cu atât și fracția este mai mică,
Poate deveni chiar zero – omul este un nimeni.
Leo Tolstoi, scriitor rus și matematician practic

Originea cuvântului *fracție* se află în cuvântul latin *fracțio,* ceea ce se traduce ca rație, raport, în matematica română a apărut ca *frângeroase,* părți rupte/frânte din ceva întreg.

Probabil, aproape cu certitudine, că pima fracție, care a apărut în practica omului cugetător a fost jumătatea. După 1/2 a urmat derivatele din prima: 1/4, 1/8, 1/16, ..., fiecare din ele fiind ca urmare a procesului de înjumătățire a precedentei. Apoi au urmat alte fracții de tipul: 1/3, 1/6, etc. Cele mai simple fracții, părți dintr-un întreg, numite unitare sau fracții de bază/fundamentale. Ele au întotdeauna numitorul egal cu unitatea.

Egiptenii nu cunoșteau decât numerele întregi și fracțiile unitare (*cele cu numărătorul 1, deci de tipul 1/n, unde n este un număr natural*) numite de egipteni *fracții alicote*, precum și fracția 2/3 (fig. 1).

Figura 1. Fracții fundamentale egiptene

Toate celelalte fracții erau scrise ca sume de *fracții alicote*. De exemplu:

$$2/5 = 1/3 + 1/15;$$

$$2/7 = 1/4 + 1/28;$$

$$2/99 = 1/66 + 1/198 \text{ etc.}$$

Fracțiile la egipteni reprezintă lucruri curioase, care sunt o parte de mentalitate egipteană. Egiptenii foloseau anumite tabele cu ajutorul cărora ei realizau operații asupra astfel de numere.

Pentru a scrie fracțiile, scribii egipteni utilizau un procedeu foarte vechi, împrumutat și acesta de la civilizațiile antice de păstori și vânători, care consta în împărțirea la 2 a fracției inițiale. Procedeul la egipteni este legat de mitul lui Horus.

În scrierea fracțiilor se foloseau simbolul (Ra) plasat deasupra numărului natural. Se utilizau de obicei fracțiile speciale, numite *fracții alicote* (*aliquot* – câteva, de la *alius* – altul (*selectiv din mai multe*) și *quota* – parte, *adică cu numărătorul 1, de tipul* $\frac{1}{n}$). În matematică ele au intrat sub denumirea de *fracții alicote* sau *fracții egiptene*.

Fracțiile alicote, ca și alte fracții, au fost cunoscute cu multe milenii înaintea erei noastre. Denumirile lor indică că fracțiile au o origine concretă și desemnau o mărime, o măsură anume specifică ocupațiilor oamenilor comunei societății primitive, iar mai apoi, cu mult mai târziu, desemnau o anumită valoare a monedei de schimb. La fel ca și numerele naturale, fracțiile au apărut din necesitatea cotidiană de a măsura părți mai mici decât întregul. Ca atare și numerele naturale și fracțiile la etapa inițială au apărut și au evoluat în paralel și în mod independent, având amprenta necesităților practice (fig. 2).

Figura 2. Evoluția scrierii fracțiilor în Egiptul Antic

Egiptenii, probabil, nu cunoșteau nici fracțiile *sistematice* (*ca, spre exemplu, cele zecimale*), nici fracțiile ordinare. Cu atât mai mult că ele nu au fost atestate în nici un izvor informațional din Egiptul Antic. În știința egipteană nu sunt atestate fracțiile cu numărător și numitor, cum avem astăzi în matematica modernă. Se întâlnesc doar, în primul rând, o sferă mărginită de fracții *naturale*, care aveau largă utilizare în cotidian și pentru care

egiptenii antici au inventat denumiri speciale. Modul de înțelegere și de exprimare a fracțiilor în matematica egipteană este:

• împărțirea suprafeței câmpului în părți avea ca parte a unității de arie – *setatul* (*1 setat = 1 khet*). Cele mai vechi au fost fracțiile în baza $\frac{1}{2}$ cu măsura de 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, *setat*, pentru care existau semne speciale (*consultă 5.1.*) ;

• unitatea de măsură a capacității (*cereale, lichide*) era *heqatul* (*1 heqat = cca 4,8 litri*), a cărui submultiplii obișnuiți erau succesiv 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 dintr-un *heqat.* Această modalitate de a împărți în numere, care reprezintă fracții cu numitorul numere ce reprezintă puteri ale numărului 2 este atestată și în legenda despre lupta dintre zeul Osiris și zeul Set, în care zeul Set îl decupează pe fratele său zeul Osiris în 16 părți care le împrăștie prin tot Egiptul pentru a nu putea fi restituite și puse la loc. Însă fiul iubit al lui Osiris după lupta lui cu Set și înfrângerea lui Set în ultima, în cea de-a 7-a luptă, vine la sicriul lui Osiris în care erau adunate de către zeița Isis, soția lui, toate cele 16 bucăți și îi pune în gură ochiul său decupat de către Set în 32 de părți împlinit cu cea de-a 64-a parte de către Zeul Thoth. După care Zeul Osiris îl înghite și reînvie. Între-adevăr, dacă ce adună acele părți și încă și cu cea de-a 64-a parte de la Zeul Thoth avem: 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + 1/64, obținem fracția 63/64, cărei pentru a fi un ochi întreg, adică o unitate îi lipsește cea de-a 64 parte alicotă.

Simbolul e o analogie cu ochiul întreg al lui Horus, numit *udjat* (*ochi sănătos*), care reprezintă ochiul omenesc cu iris, pupilă și sprânceană, însă, luată separat, fiecare parte a acestui ochi al zeului reprezintă o fracție alicotă (fig. 2):

Figura 2. Ochiul lui Horus – tabel al fracțiilor alicote cu numitorul puteri naturale ale lui 2 (2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5)

Aceste notări hieroglifice ulterior în scrierea hieratică au suferit modificări, după cum și semnele pentru numerele întregi corespunzătoare (*în urma acestor modificări simbolul oval al fracției s-a transformat în punct*). Unele mostre de scriere a fracțiilor din papirusul Rhind sunt date în tabelul din figura 3.

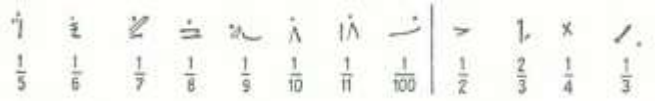


Figura 3. Secvență cu fracții din papirusul Rhind

Mai târziu fracțiilor alicote (*câtimilor*) utilizate la etapa inițială, li s-au mai adăugat fracțiile 1/3 și 2/3.

Iar mult mai târziu, au fost examinate fracțiile de forma *1/n*, care erau notate cu hieroglifa *ra* , ce avea inițial valoarea lui 1/32 sau $\overline{32}$ – *heqat* (*măsura fundamentală a capacității*), sub care se punea un semn ce exprima numitorul.

Fracțiile alicote sunt primele forme de scriere a fracțiilor atestate în lumea științifică (fig. 4).

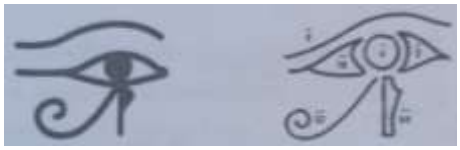


Figura 4. Ochiul lui Horus – udjat și fracțiile alicote

E semnificabil faptul că, prin această notare se face o generalizare teoretică importantă și anume: unitatea devine o noțiune abstractă, ceva întreg unitar, dar care poate fi separat în alte părți și mai mici. Acest oval – ochiul lui Horus situat în partea de sus a fracțiilor alicote se transformă cu timpul în 1 (*unitatea*) și în acest mod avem forma logică a fracției moderne, care nu are doar linia de fracție. Cine știe de la egipteni sau de la alte civilizații și mai antice, dar acesta era începutul triumfal al fracțiilor ordinare și aplicarea lor practică în matematică.

De exemplu: 1/10 se scria astfel: , o dată cu trecerea la scrierea hieratică în locul hieroglifei *ra* se scria pur și simplu un punct, astfel încât 1/10 se scria astfel , dar după Negebaurer - $\overline{10}$.

Așadar după cum s-a mai menționat, egiptenii considerau doar fracții cu numărătorul *1*, numite de ei *fracții alicote* sau *unitare* (*câtimi*), cunoscute în istoria matematicii cu numele de „*fracții egiptene*”. Fracțiile alicote erau notate prin plasarea deasupra numitorului a unui semn special, de forma , cu sens de „*parte*”.

Spre exemplu:

notează 1/3, iar notează *1/5*.

Pentru a scrie fracțiile, scribii egipteni au păstrat un procedeu destul de vechi, care consta în împărțirea cu *2* a fracției inițiale 1/2.

Se utilizează o veche modalitate, așa-zisul ochi al lui Horus, care simbolizează fracțiile: 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64

De asemenea, scribii notau fracțiile care aveau ca numărător unitatea, adică 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 etc. cu semnul hieroglific ce însemna *parte din cevs întreg* sub care se înscriau bastonașele drepte verticale/perpendiculare ce reprezentau numerele până la zece sau semne ce reprezentau cifrele în genere.

Prin urmare scribii egipteni nu scriau fracții decât cu numărătorul 1: 1/2, 1/15 etc., adică *părți alicote* ale unei unități întregi.

În ceea ce privește fracțiile multiple ale părților alicote, cum ar fi de exemplu 2/5, scribii scriau în locul ei adunarea fracțiilor alicote 1/3 + 1/15. De aceea calculele cu fracții erau lungi, anevoioase și ocupau un mare spațiu în papirusurile contabile.

Operațiile cu fracții se făceau pe aceleași principii cu care se opera cu numere întregi, adică dublarea sistematică. Când numitorul, adică numărul care este scris sub linia despărțitoare a fracției, este un număr par, operația nu prezenta mare dificultate. Dacă însă numitorul era un număr impar, atunci scribul egiptean trebuia să înceapă un număr de operații complicate. De fapt orice fracție de tipul *m/n* în care *n* este un număr impar poate fi descompusă într-un număr finit de fracții toate având numitorul *1*. Având astfel fracțiile alicote și fracția 2/3, egiptenii efectuau împărțirea numerelor întregi folosind schema de înjumătățire cunoscută de ei. Pentru aceasta ei aveau însă nevoie să reprezinte încă o fracție de forma *2/n*, ca sumă a fracțiilor alicote. Dacă *n* era număr par, atunci *2/n* era înlocuită prin fracția simplificată. Pentru *n* impar, această descompunere a fracțiilor cerea calcule complexe și scribii au stabilit un tabel de descompunere a fracțiilor. Acest tabel juca un mare rol în învățământ și de aceea el reprezintă partea cea mai mare a papirusului matematic Rhind, un tabel pentru toți *n* impari, începând cu *n = 3* și terminând cu *n = 101*. Cu ajutorul acestor tabele de descompunere a fracțiilor se puteau executa mult mai ușor operații asupra fracțiilor care aveau numitorul impar, iar ulterior atât grecii, cât și romanii au imitat acest procedeu.

Astfel, de exemplu:

22/3 se descompunea în 1/2 + 1/6, iar

2/101 ca 1/101 + 1/202 + 1/303 + 1/606, sau

23/24 ca 1/4 + 1/5 + 1/8.

Calculele cu fracțiile egiptenii le aplicau destul de simplu. Calculele le vom arăta după ipoteza savantului german O. Negebauer. Dânsul a notat fracția de tipul $\frac{1}{n}$ prin $\bar{n}$ și fracția $\frac{2}{3}$ prin $\bar{\bar{3}}$. În acest mod savantul, studiind sulul de piele din Muzeul Britanic, a indicat cum scribii egipteni realizau operațiile asupra fracțiilor:

$$\bar{6}+\bar{6}=\bar{3},\ \bar{6}+\bar{6}+\bar{6}=\bar{2},\ \bar{3}+\bar{3}=\bar{\bar{3}}.$$

De aici a pornit și descifrarea papirusului Rhind, în care astfel de relații se atestă destul de frecvent, ca: $\bar{2}+\bar{3}+\bar{6}=1$.

Dacă la expresia $\bar{3}+\bar{6}=\bar{2}$ de adunat $\bar{6}$, atunci se obține o formulă destul de des atestată în practica de lucru a unui scrib: $\bar{3}=\bar{2}+\bar{6}$. Dacă la expresia $\bar{3}=\bar{2}+\bar{6}$ de mai adunat încă odată $\bar{6}$ și după aceasta de schimbat cu locurile părțile egalității, atunci se obțin două expresii echivalente pentru expresia $\frac{5}{6}$, o fracție tot destul de des atestată în practica de

lucru a unui scrib. Apoi, dacă încă la ambele părți ale expresiei $\bar{2}+\bar{3}+\bar{6}=1$ de adunat $\bar{6}$, atunci se obține: $\bar{\bar{3}}+\bar{2}=1+\bar{6}$.

Acestea erau regulile de bază, care trebuiau cunoscute de oricare scrib de a opera cu jumătăți, treimi și șesimi.

Toate tabelele sau fragmente de tabele care apar în papirusul de la Moscova (*2.2.2.*) și în diferitele alte papirusuri dau aceleași descompuneri, de unde se vede că numai acestea descompuneri erau folosite în aplicarea practică.

Necesitatea întocmirii calendarului a exercitat de asemenea o influență asupra dezvoltării ulterioare a calculului cu fracții. Egiptenii împărțeau anul în 12 luni de câte 30 zile și adăugau, după scurgerea lor, 5 zile suplimentare. Zilele lunii se numărau ca fracțiuni ale sale, iar această numărare se extindea apoi și la alte cazuri. Astfel ziua 1 se considera 1/30 din lună, a treia – 1/10, a 20-a – 2/3. Prin urmare, ziua a 24-a, adică 4/5 din lună, se reprezenta prin suma 1/30 + 1/10 + 2/3 din lună, iar mai apoi în general fracția 4/5 se reprezenta ca o sumă abstractă a fracțiilor 1/30 + 1/10 + 2/3.

În final se poate menționa că exprimarea canonică a fracțiilor a servit la egipteni ca o reprezentare a ei sub forma unei totalități (*diferite între ele*) de fracții fundamentale, cum erau (*în faza lor evolutivă finală*) *fracțiile alicote* de forma *1/k* și fracția 2/3.

Alte tipuri de fracții se descompuneau tot în fracții alicote.

De exemplu: 2/3 = 1/2 + 1/6.

În general, numitorii fracțiilor, când se lucra asupra calendarului, erau considerați divizori ai lui 30 (*o lună avea 30 de zile*), dar se observă și altă caracteristică – aceeași modalitate de numărare ca și la mesopotamieni – doar că mesopotamienii au ajuns la sistemul de numerație în baza 60, ca cea mai flexibilă bază a unui sistem de numerație, iar egiptenii – s-au oprit la 30.

Bibliografie

1. BOYER, C. B. *A History of Mathematics*. Wiley, 1991.
2. CLAGETT, M. *Ancient Egyptian Science: A Source Book*. American Philosophical Society, 1999.
3. GILLINGS, R. J. *Mathematics in the Time of the Pharaohs*. Dover Publications, 1972.
4. ROBINS, G., SHUTE, C. *The Rhind Mathematical Papyrus: An Ancient Egyptian Text*. British Museum Publications, 1987.
5. SPARAVIGNA, A. *On the Egyptian Fractions*. arXiv:1002.1451, 2010. [math.HO].

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p231-233

NUMERE REMARCABILE ÎN MATEMATICA EGIPTEANĂ

Marius-Marin VIOREANU, profesor de matematică
https://orcid.org/0000-0001-9284-0012
e-mail: vioreanu_marius@yahoo.com
inspector școlar, IȘJ Vrancea România

Rezumat. Egiptenii cunoșteau și aplicau cu abilitate în executarea tuturor operelor de artă a proporției divine, pentru a exprima simetria, eleganța raporturilor și a frumosului, creând opere irepetabile. Proporția divină – secțiunea de aur este un raport, care se exprimă prin numărul $\Phi \approx \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}6180339....$, numit ulterior de greci numărul lui Fidias, precum și $\pi \approx 3{,}14159\ldots$ – numărul lui Pitagora.
Cuvinte cheie: Civilizația egipteană, triunghi egiptean, triunghi meridian, piramida Cheops.

Abstract. The Egyptians knew and skillfully applied the divine proportion in the execution of all works of art, to express symmetry, elegance of relationships and beauty, creating unrepeatable works. The divine proportion – the golden section is a ratio, which is expressed by the number $\Phi \approx \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}6180339....$, later called by the Greeks the number of Phidias, as well as $\pi \approx 3.14159\ldots$ – the number of Pythagoras.
Keywords: Egyptian civilization, Egyptian triangle, meridian triangle, Cheops pyramid.

În matematica construcțiilor extraordinare ale civilizației egiptene pentru prima oară au fost atestate două numere remarcabile în matematică și în arta construcțiilor monumentale: numărul lui Fidias și numărul lui Pitagora.

Numărul lui Fidias

Egiptenii cunoșteau și aplicau cu abilitate în executarea tuturor operelor de artă a proporției divine, pentru a exprima simetria, eleganța raporturilor și a frumosului, creând opere irepetabile. Proporția divină – secțiunea de aur este un raport, care se exprimă prin numărul $\Phi \approx \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}6180339....$, numit ulterior de greci numărul lui Fidias [28]. Egiptenii foloseau în aplicațiile sale practice o aproximare a acestui număr egală cu 1,618, ceea ce a fost destul de exact pentru acele timpuri.

Numărul lui Fidias, numărul Φ poate fi exprimat printr-o fracție continuă formată numai cu ajutorul cifrei 1: $\Phi = 1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1+\ldots}}}} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1{,}6180\ldots.$

Această fracție posedă următoarele reduse succesive ale fracției continue:

$$1+\frac{1}{1}=\frac{2}{1};$$

$$1+\frac{1}{2}=\frac{3}{2};$$

$$1+\frac{2}{3}=\frac{5}{3};$$

$$1+\frac{3}{5}=\frac{8}{5};$$

$$1+\frac{5}{8}=\frac{13}{8};$$

$$1+\frac{8}{13}=\frac{21}{13} \text{ etc.,}$$

care sunt un rezultat uimitor de fascinant și nu altceva de cât raportul dintre doi termeni consecutivi din șirul lui Fibonacci, adică legea construirii și dezvoltării armonioase a tot ce este viu și grațios în natură (*citiți despre Fibonacci în volumul al X-lea*).

Folosind doar cifra 1, numărul lui Fidias, care reprezintă numărul de aur al secțiunii divine poate fi scris sub formă de un șir de radicali suprapuși. Pornind de la relația $\Phi=\sqrt{1+\Phi}$ se poate deduce acest șir utilizând relația menționată în mod succesiv:

$$\Phi=\sqrt{1+\Phi}=\sqrt{1+\sqrt{1+\Phi}}=\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\Phi}}}=...=\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+...}}}}}}\ .$$

Tot din relația $\Phi=\sqrt{1+\Phi}$ avem ecuația algebrică: $\Phi^2-\Phi-1=0$ – o ecuație remarcabilă în matematică.

Se mai observă că putem avea relația: $\Phi=1+\frac{1}{\Phi}$.

Tăietura/secțiunea de aur se găsește și în dimensiunile triunghiului meridian al piramidei Cheops și anume în raportul dintre ipotenuză și cateta cea mai mică.

La fel numărul lui Fidias a fost atestat în *camera regelui*, aflată în interiorul piramidei.

Aceasta denotă un nivel înalt de cunoștințe matematice net avansate ale constructorilor acestei piramide.

Nu puteau niște meșteșugari autodidacți, care aveau cunoștințe doar practice empirice de matematică, să construiască asemenea edificii, care frapează prin sobrietatea și frumusețea lor privirile oamenilor din lume pe parcursul a peste 4 mii de ani.

La fel și cele relatate cu referire la numărul π.

Numărul lui Pitagora

Numărul π, numit uneori și numărul lui Pitagora era cunoscut de preoții caldei egipteni și utilizat cu destul de mare exactitate. Astfel în construcția Marii Piramide numărul π este atestat cu valoarea aproximativă de 3,144.

Era cunoscut raportul $\frac{2 \cdot 500}{318} = \frac{1000}{318} = 3{,}144654\ldots$, care tot rezultă din măsurările legate de Marea Piramidă.

Aceasta este o mărime destul de apropiată de cea actuală a valorii a numărului π (3,14159…).

Eroarea este doar de o miime.

În calculele curente meșterii și oamenii de artă aplicau o aproximare a valorii lui π egală cu 3,16, care practic în calcule, pentru acele timpuri era destul de acceptabilă.

În matematica modernă din aceste avansuri ale civilizației egiptene s-a ajuns la niște relații destul de curioase, care frapează matematicienii din întreaga lume.

Relații dintre numărul Φ și π

Este curios de a compara două rapoarte, determinate de proporțiile calculate din piramida lui Cheops: $\frac{2H}{L} = \Phi$ și $\frac{2L}{H} = \pi$, unde H – lungimea înălțimii piramidei date, iar L – lungimea laturii bazei piramidei.

Din aceste două relații rezultă o dependență, care ne cucerește prin simplitate și originalitate.

Aparent parcă avem o oarecare simetrie a acestor formule, care leagă valorile numerice ale celor două numere remarcabile în matematică – a numărului π și a numărului Φ [1]: $\frac{4}{\pi} = \sqrt{\Phi}$.

Bibliografie

1. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976, 304 p.
2. CONSTANTIN, D. *Pe urmele vechilor civilizații*. București: Editura Sport și Turism, 1987, 208 p.
3. DAVIES, E. *Știință și istorie*. București: Litera Internațional, 2008, 640 p.
4. MIHALCEA, A. *Istoria Științei*. *Antichitatea. Ediția a II-a revăzută.* București: Verus, 2009, 290 p.

CZU: 51(091) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p234-239

MĂSURA TIMPULUI LA VECHII EGIPTENI. CALENDARUL

Rică ZAHARIA, profesor de matematică
https://orcid.org/0000-0003-3079-5505
e-mail: zaharia_rica@yahoo.com
inspector școlar, IȘJ Vrancea, România

Abstract. Vechii egipteni calculau deja, acum 4000 de ani datele ciclului Lunii pentru a anticipa revărsările Nilului, aducătoare de belșug, dar deja în mil. V î.Hr. ei s-au dezis parțial de calendarul lunar. Revărsarea Nilului era pentru egiptenii antici una dintre cele mai dificile probleme care trebuiau rezolvate în modul cel mai eficient. Pentru a prezice corect cu exactitate data revărsării egiptenilor le trebuia un reper ferm, care să-i preîntâmpine de pericolul ce îi păștea. Negăsind astfel de repere pe pământ egiptenii și-au orientat ochii spre cer și, în special, spre cerul înstelat. Ei au observat coincidența timpului când începea revărsarea Nilului cu timpul primei apariții dinspre răsărit a stelei strălucitoare Sirius-Sotis și au învăluit acest fapt cu tot felul de legende.
Cuvinte cheie: timp, calendar, gnomon, diurnă, săptămână, an.

Abstract. The ancient Egyptians were already calculating the dates of the lunar cycle 4000 years ago to anticipate the Nile floods, bringing abundance, but already in the 5th millennium BC they partially abandoned the lunar calendar. The flooding of the Nile was for the ancient Egyptians one of the most difficult problems that had to be solved in the most efficient way. To accurately predict the date of the flood, the Egyptians needed a firm landmark that would warn them of the danger that was approaching. Finding no such landmarks on earth, the Egyptians turned their eyes to the sky, and especially to the starry sky. They noticed the coincidence of the time when the Nile began to flood with the time of the first appearance from the east of the bright star Sirius-Sotis, and they wrapped this fact in all kinds of legends.
Keywords: time, calendar, gnomon, diurnal, week, year.

Ca să învingi timpul,
Trebuie să stăpânești secunda
Voltaire
Măsura timpului este marea artă a omului
Napoleon

Măsurarea timpului a însoțit din cele mai vechi timpuri istoria omenirii. Vechii egipteni calculau deja, acum 4000 de ani datele ciclului Lunii pentru a anticipa revărsările Nilului, aducătoare de belșug, dar deja în mil. V î.Hr. ei s-au dezis parțial de calendarul lunar. Revărsarea Nilului era pentru egiptenii antici una dintre cele mai dificile probleme care trebuiau rezolvate în modul cel mai eficient. Pentru a prezice corect cu exactitate data revărsării egiptenilor le trebuia un reper ferm, care să-i preîntâmpine de pericolul ce îi păștea. Negăsind astfel de repere pe pământ egiptenii și-au orientat ochii spre cer și, în special, spre cerul înstelat. Ei au observat coincidența timpului când începea revărsarea Nilului cu timpul primei apariții dinspre răsărit a stelei strălucitoare Sirius-Sotis și au învăluit acest fapt cu tot felul de legende. Calendarul acceptat de egipteni era acordat cu mișcarea vizibilă a stelei Sirius-Sotis. În acest calendar anul avea 12 luni câte 30 diurne fiecare. La finele anului se mai adăugau 5 diurne. Astfel anul avea durata de 365 diurne și

o astfel de socoteală da o eroare de timp de 0,25 diurne timp de un an, o diurnă la 4 ani, sau 1 an la 1460 ani. În atare mod calendarul se plimba bludnic în timp.

Egiptenii de două ori au încercat a corecta calendarul: în secolul XVII î.Hr. hicsoșii au invadat Egiptul. La hicsoși calendarul avea 354 sau 355 diurne – un calendar mult inferior față de calendarul egiptenilor, dar acest calendar avea un sistem de corectare periodică, ceea ce permitea de a aduce calendarul în corespundere cu ciclul solar. După combinarea a acestor două calendare s-a elaborat un nou calendar egiptean, care tot nu a rezistat timpului. După mai multe secole s-a realizat a doua încercare la 7 martie anul 238 î.Hr. de a adăuga odată la 4 ani o diurnă, dar nici această reformă nu a rezistat.

Așa ceva a s-a realizat la toate popoarele lumii. Însă civilizația egipteană a realizat ceva extraordinar, lucru, care a lăsat o mare amprentă în calcularea timpului.

Ei au măsurat timpul, ca mulți alții, dar au lăsat în urma sa era creștină.

Ei au determinat lungimea anului cu o precizie admisibilă și, totodată, admirabilă pentru pământ – timpul parcurs de planeta noastră într-o rotație completă în jurul Soarelui.

Anul a fost împărțit în cicluri lunare, intervale de timp între două luni pline.

Într-adevăr calendarul, pe care ei îl foloseau, era coordonat cu mișcarea vizibilă a acestei stele. Acest calendar a lăsat urme în calcularea timpului la etapa actuală.

Calendarul solar este dintre calendarele folosite de civilizația egipteană. Apariția calendarului solar de măsură a timpului a rezultat din viața economică a acestei civilizații antice ce s-a conturat în valea fertilă a Nilului mai bine de șase milenii în urmă, bazată, în special, pe agricultura prelucrării solului fertil aluvionar. Efectuarea lucrărilor de prelucrare a pământului depindea de revărsările fluviului, de fenomenele sezoniere, prin urmare, de anul solar. Necesitatea de a ține cont și de a prezice schimbarea anotimpurilor a dat naștere la apariția calendarului solar. Prin urmare calendarul agricultorului se baza pe creșterea și scăderea debitului fluviului Nil. În fiecare primăvară, ploaia și zăpada topită în munții Etiopiei făceau Nilul să crească. Prin luna iulie fluviul se revărsa, inundând întreaga vale a marelui fluviu. Până la sfârșitul lui septembrie apele se retrăgeau, lăsând un strat gros de nămol fertil, numit aluviune. Iată anume în acest timp agricultorii trebuiau să prelucreze pământul și să semene semințele necesare pentru a prelungi ciclul vieții.

În lumea antică fiecare comunitate avea concepția sa cu referire la construirea calendarului său. Astfel în Etiopia erau cunoscute doar două anotimpuri: anotimpul uscat care începea în octombrie și se termina în februarie cu niște caracteristici de căldură insuportabilă uneori, iar din martie se începe anotimpul ploilor. În India – șase anotimpuri, iar în China – chiar 24, care sunt acceptate și la momentul actual. Egiptenii cunoșteau trei anotimpuri: iarna, primăvara și vara. Fiecare dinte ele cuprindeau câte 4 luni, iar fiecare lună avea câte 30 de diurne. Prin urmare, anul egiptean inițial avea 360 de diurne și încă 5 diurne în plus adăugate la sfârșitul anului, consacrate celor cinci zei principali: Osiris, Horus, Set, Isis, Nepthys.

Nu ar fi corect să afirmăm, că rotația diurnă a Lunii nu a influențat deloc asupra calendarului egiptean. Însuși faptul determinării duratei lunii de 30 de intervale egale confirmă influența calendarului lunar asupra calendarului egiptean. Însă acest calendar nu s-a dovedit a fi un calendar luno-solar, deoarece duratele evoluțiilor lunare nu au intrat în sistema de măsură a timpului. Sistema de divizare a lunilor în calendarul egiptean era de trei câte zece diurne sau șase câte cinci în corespundere cu sistemul de numerație în baza zece, care a apărut în baza calculului pe degete.

În Egipt și actualmente ca și în antichitate se disting trei anotimpuri: ploios, cald și uscat.

Din cauza imperfecțiunii calendarului egiptean datele lui se plasau înainte în raport cu momentele astronomice ale anotimpurilor: datele solstițiilor și a echinocțiilor. Această deplasare alcătuia 0,242195 dintr-o diurnă în fiecare an, iar în timp de un secol cu 24,2195 diurne. Datele calendaristice și sărbătorile călătoreau pe toate anotimpurile. Durata unui ciclu întreg al acestor călătorii în calendar după unele calcule nu prea exacte a savanților antici era acceptată egală cu 1460 de ani (*365:0,25*). Această perioadă purta denumirea de *sotis* (*sotis – Sirius*). Perioada Sotis este perioada de evoluție a Siriusului pe parcursul căreia răsăritul lui de dimineață într-un ciclu întreg trece prin toate zilele anului. Unul din aceste cicluri s-a terminat în anul 1322 î.Hr. Dacă de depus de la acest an șapte cicluri înapoi, apoi se obține anul 11542 î.Hr., care se presupune că a fost începutul potopului (*date calculate de specialişti în domeniul astronomiei pământului şi evoluției terii*).

Astfel de calendar a fost adoptat în anii dinastiilor 5500 î.Hr. Anul bisect de ei nu era cunoscut. Preoții caldei cunoșteau această eroare, însă intenționat nu corectau calendarul, pentru ca prerogativa de a putea prezice la timp revărsarea Nilului să fie doar a lor. În unul din templele egiptene a fost găsită o plită datată cu anul 238 î.Hr. pe care era scris: „*Deoarece steaua (Sotis) la fiecare 4 ani se duce cu o diurnă înainte, atunci, pentru ca sărbătorile, care ce serbează vara, să nu ajungă cu timpul în anotimpul de iarnă, după cum este și cum va fi, dacă anul și mai departe va fi cu durata de 360 de diurne și încă 5 diurne în plus, de azi se adaugă peste fiecare 4 ani de serbat serbătoarea zeilor Evergetului după cinci zile suplimentare înainte de anul nou, pentru ca fiecare să cunoască, că neajunsurile de odinioară în calculul timpului de acum să fie corectate de faraonul Everget*” [1 - 3].

Deoarece intervalul dintre două răsărituri heliatice ale Siriusului alcătuiesc aproximativ 365,25 diurne, iar calendarul în vigoare folosea doar 365 diurne, cu timpul s-a acumulat o neconcordanță. În fiecare 4 ani se pierdea o zi, iar începutul anului tot mai mult nu coincidea cu un astfel de eveniment din viața egiptenilor , ca revărsarea Nilului. O repetare a coinciderii acestor trei evenimente se putea repeta peste un așa numit *ciclu sotic*, egal cu *365×4 = 1460* ani. Dacă de presupus, dar se pare că așa și a fost – că calendarul a fost introdus, când aceste trei evenimente: revărsarea – răsăritul – începutul unui an nou

puteau să coincidă, atunci se poate determina timpul introducerii lui. Asta au realizat-o astronomii greci. În anul 141 e.n. începutul calendarului egiptean a coincis cu răsăritul heliatic al Siriusului. În conformitate cu ciclul sotic coincidențele au fost, prin urmare, în anii 1314, 2770 și 4228 î.Hr. La care din aceste date se poate opri?

Deoarece calendarul nu poate apărea înaintea scrisului, atunci se poate afirma că calendarul a fost introdus în uz în anul 2770 î.Hr. și probabil ideea introducerii unei asemenea realizări se presupune că i-ar fi aparținut marelui arhitect și eminentului matematician antic – Imhotep, care a trăit ceva mai înainte.

Ideea introducerii anului bisect îi aparține faraonului Everget.

Însă după moartea faraonului Everget reforma calendarului nu s-a menținut.

Probabil e vorba de faraonul Ptolomeu al II-lea, care în anul 238 î.Hr. la 7 martie emite ordonanța de introducere în uz a anului bisect, adică de a adăuga o diurnă în plus odată la fiecare patru ani. Însă acest calendar nu a fost recunoscut de către preoțime. Calendarul egiptean în astfel de mod mai călătorește încă peste două secole. Doar către sfârșitul secolului I e.n. după cucerirea Egiptului de către romani este introdusă acea diurnă suplimentară. În baza calendarului egiptean a fost adoptat calendarul iulian. Din anul 284 e.n. începând cu 29 august se introduce calendarul copt. Acest calendar s-a păstrat până la momentul actual la etiopieni și copți din lumea întreagă. În baza calendarului iulian mai apoi, în Evul Mediu, în anul 1582 a fost adoptat calendarul gregorian folosit actualmente, în care diferența de o diurnă apare odată la 128 de ani.

O altă modalitate de măsură a timpului a fost calendarul-gnomon. În Egiptul Antic anul agricol începea cu inundările Nilului, după care nămolul fertil rămânea pe terenurile de pământ arabil. După fiecare inundare hotarele dintre loturi trebuiau înnoite și trebuiau să fie înnoite în mod corect, deoarece aceasta era în corespundere cu venitul, care venea în haznaua statului anual. De aceste lucrări, în special, se ocupau scribii cu anumite însărcinări. Acești scribi trebuiau să cunoască bine matematica calculării ariilor loturilor de pământ sub formă de diferite figuri geometrice.

Nilul începea să adaoge de obicei la jumătatea lunii iunie. Egiptenilor le era important să cunoască din timp, când va începe inundarea, pentru a se pregăti de semănat și de a muta animalele în locuri ce se află mai sus. Preoții sacerdoți egipteni ce se ocupau de astronomie deja prin anii 3000 î.Hr. au observat, că începutul revărsării apelor întotdeauna coincide cu ziua solstițiului de vară și cu prima apariție la răsărit înainte de răsăritul Soarelui a stelei strălucitoare Sotis (*Sirius*) – „*steaua Nilului*”.

Această apariție de dimineață a Siriusului și a servit egiptenilor ca prevestitor al revărsării Nilului și începutul unui an nou.

Deja în anii 1548-1526 î.Hr. în Egipt în piețe erau amenajați niște piloni de piatră. Ei trebuiau nu doar pentru a înfrumuseța piața și localitatea. Acești piloni erau cele mai vechi cadrane solare – *gnomonul* (*gnomon* – cel ce cunoaște). După acești piloni putea fi

determinat timpul în vremea zilei (*după direcția umbrei*) și timpul anotimpului anului (*după lungimea și orientarea umbrei*), care era desenată între cele două centre concentrice. Timpul la amiază era notat prin momentul, care corespunde celei mai mici umbre.

Ceva mai târziu, către începutul secolului I î.Hr. în uz au intrat ceasuri cu scara pe o pantă înclinată.

În perioada Regatului Nou au fost create chiar și ceasuri ambulante de o asemenea construcție, care era purtat la gât. Arheologii au găsit mostre din timpul dinastiei a XIX-a și o instrucție în scris pentru exploatare.

Măsurând lungimea umbrei cu ajutorul cercurilor concentrice, se determina corect ora în timpul zilei.

Egiptenii, construind piramidele imense, le orientau și le adaptau la observări astronomice. În una din piramidele egiptene este făcut un coridor adânc și îngust sub formă de tunel. Tăietura lui este orientată strict spre răsăritul Soarelui, astfel încât în zilele echinocțiilor de primăvară și de toamnă razele Soarelui răsare pătrundeau în adâncul coridorului piramidei cu ajutorul unor oglinzi și luminau statuile din capătul coridorului. Preoții sacerdoți așteptau ziua, când Soarele luminează statuia – în această zi începea ziua echinocțiului. Tot în acea vreme egiptenii au creat ceasul solar în formă de scară, umbrele de la treptele cărei serveau ca indicator precis al orei.

Timpul mai era măsurat astfel de diviziuni ca: *Diurna. Ziua. Noaptea. Ora*.

Durata de timp ce măsura timpul delimitat de la un răsărit de Soare până la următorul răsărit de Soare sau de la un apus până la următorul apus a fost numit *diurnă* și nu zi cum este poreclită în majoritatea surselor informaționale, inclusiv, în dicționarele explicative. Totuși se consideră că începutul și sfârșitul diurnei coincideau cu amurgul (*pentru orientare, deoarece aceste repere naturale pluteau în raport cu durata diurnei – așa cum plutește durata zilei sau nopții*).

Egiptenii au observat, că Soarele nu doar participă în mișcarea aparentă de la răsărit spre asfințit, ceea ce ducea la schimbarea zilei cu noaptea, dar și, totodată, se mișcă printre stele după ecliptică (*un cerc mare al bolții cerești, după care are loc mișcarea vizibilă anuală a Soarelui, reflectând într-adevăr rotirea Pământului în jurul Soarelui*). Deoarece Soarele se deplasează, atunci, în momentul răsăritului lui la est prima stea care se stinge de fiecare dată este una și aceeași. Schimbarea stelei, care marchează sfârșitul nopții, era observată de egipteni la fiecare 10 diurne, și de aceea aceste stele erau numite *decane*. Astfel de stele erau 36 și în conformitate cu ele toată ecliptica era împărțită în 36 de decane – de unde împărțirea discului în 360 de părți congruente, numite ulterior grade. Dacă durata nopții ar fi fost constantă și nu ar fi existat amurgul și zorii zilei, atunci pe parcursul unei nopți ar fi fost posibil de observat 18 decani. Însă deoarece durata amurgului și a zorilor de zi variază, atunci în medie timp de o noapte era observat răsăritul doar a 12 decane.

Aceasta a fost cauza împărțirii în Egiptul Antic a nopții în 12 părți egale, și în mod corespunzător și ziua – tot în 12 pătrați egale, numite *ore* (fig. 1).

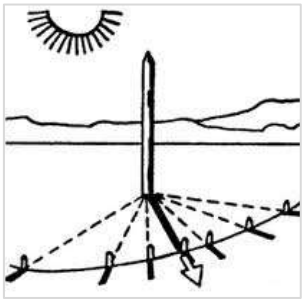


Figura 1. Gnomonul în utilizare practică

Astfel, *diurna* a fost divizată în 24 *ore*, repartizate câte 12 ore între *zi* și *noapte*.

Necesitatea de a avea unități mai mici de măsură a timpului de cât ora la egiptenii antici nu era și de aceea ei astfel de unități de măsură a timpului nu foloseau.

Gnomonul servea nu doar ca ceasornic pentru măsura timpului, ci și pentru a determina cele patru părți ale lumii, cele patru puncte cardinale pentru orientare. Dis – de – dimineață umbra lungă a gnomonului era orientată spre vest, apoi, încetul cu încetul umbra micșorându-se la amiază privea strict spre nord, apoi iarăși începea a crește și seara indica deja estul. Era o adevărată busolă pe teren și totodată și un ceasornic-calendar veritabil: dacă umbra era mai lungă era timp friguros și zilele mai scurte, iar dacă mai scurtă – timp călduros – de vară și durata zilelor mai lungi.

O altă măsură a timpului a fost Săptămâna. La egipteni inițial săptămâna a fost cu o durată de 5 diurne adoptat nu se cunoaște de cine – poate și de la mesopotamieni a fost împrumutată ideea, deoarece aceștia foloseau sistemul de numerație sexagesimal (*60:12*) și se presupune că orientându-se după cerul stelat ei vedeau pe bolta cerească 5 planete: Venera, Marte, Miercuriu, Jupiter, Saturn. Încă poate fi doar o simplă întâmplare deoarece 30 de diurne ale fiecărei lună dacă erau numărate câte 5, apoi erau exact cuprinse de 6 ori, Probabil că unitatea de măsură a timpului să fi rezultat din aceste considerente. Însă cine cunoaște unde se află adevărul...

Deoarece anul egiptean era aproximativ cu un sfert de zi mai scurt decât anul solar și evenimentele stelare nu se produceau la aceeași dată calendaristică, este menționat și ca *Annus Vagus* sau „*An Rătăcitor*”.

Bibliografie

1. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat. 1951, 424 p.
2. BARAȘKOV, E., BARAȘKOV, T. *Vechile civilizații.* Ch.: Hyperion, 1991. 36 p.
3. CONSTANTIN, D. *Civilizația Egiptului Antic*. București: Editura Sport și Turism, 1976, 304 p.

CZU: 372.851:377 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p240-244

ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО STEAM-МЕРОПРИЯТИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Оксана ГРАДИНАРЬ, кандидат педагогических наук
https://orcid.org/0000-0003-2628-4251
e-mail: kira27092012@gmail.com
Публичное учреждение Профессиональная Школа № 4, Бэлць

Rezumat. Articolul prezintă scenariul unei activități integrate STEAM la matematică, adresată elevilor din anul II la specialitățile „Mecanic auto” și „Autoelectrician”. Scopul activității este creșterea motivației pentru învățarea matematicii printr-o abordare interdisciplinară care combină știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica. Activitatea include forme creative și ludice de lucru, menite să dezvolte competențe profesionale și capacitatea de a aplica cunoștințele matematice în contexte profesionale și cotidiene.
Cuvinte cheie: matematică, abordare STEAM, învățare integrată, orientare profesională, activități extracurriculare, sarcini contextuale.

Summary. This article presents a scenario of an integrated STEAM mathematics event designed for second-year students specializing in “Automotive Mechanic” and “Auto Electrician.” The aim of the event is to enhance motivation for learning mathematics through an interdisciplinary approach that combines Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics. The event includes creative and game-based activities aimed at developing professional competencies and the ability to apply mathematical knowledge in both professional and everyday contexts.
Key words: mathematics, STEAM approach, integrated learning, professional orientation, extracurricular activities, contextual tasks.

Введение

Современное образование требует внедрения подходов, способствующих формированию целостного и функционального мировоззрения у будущих специалистов рабочих профессий. Одним из таких подходов является STEAM-подход, объединяющего науку, технологии, инженерное мышление, искусство и математику [1]. Он позволяет сделать процесс обучения более осмысленным, креативным и близким к реальной жизни. Особую ценность STEAM приобретает в рамках экстракуррикулярной деятельности [2, 3, 4], где учащиеся могут применять знания на практике, работать над общими проектами, развивать исследовательские навыки и коммуникативную компетентность вне рамок традиционного урока. Эффективным инструментом в этом процессе становятся контекстные задачи, моделирующие приближённые к профессиональной сфере ситуации. Они способствуют осмыслению математического материала, повышают мотивацию к обучению через связь с будущей профессией. Ниже представлена дидактическая разработка STEAM-мероприятия по математике с использованием контекстных задач как метода интеграции учебного содержания и профессиональной направленности образования.

Этапы проведения мероприятия

Предварительный этап: Учащиеся второго курса по специальности «Автомеханик» и «Автоэлектрик» распределяются на команды (3-5 уч.) по принципу уровня знаний и умений с целью поддержания интереса и конкуренции.

Из преподавательского состава формируется жюри в количестве 3-4 человек. Они оценивают каждую команду, прописывая баллы в турнирную таблицу.

Основной этап мероприятия состоит из 6 туров: 1) «Визитка», 2) «Ребусы», 3) «Математики – специалисты в профессиональной деятельности», 4) «Математики – праздные обыватели», 5) «Математическая внимательность», 6) «Аукцион знаний», 7) «Я – исследователь».

1. Тур «Визитка»

Командам предлагаются заготовки (ватман, фломастеры, стоковые изображения, вырезки) с помощью которых участникам необходимо красочно оформить постер и сформулировать название и девиз команды. После завершения работы каждая команда представляет, в течении 1-2 минут, свою визитку в устной форме, комментируя выбор названия, значение девиза и смысл использованных визуальных образов. Оценивание проводится по критериям: оригинальность и артистичность презентации каждой команды.

2. Тур «Ребусы»

Командам предлагается угадать слово (название инструментов, материалов и комплектующих, а также деталей авто), спрятанное за комбинацией изображений, букв и знаков. Правильно, угаданное слово приносит команде 1 балл, В противном случае – 0. Пример задания к туру «Ребус» показан ниже (рис.1).

Рис. 1. Ребус к слову «трещотка»

3. Тур «Математики – специалисты в профессиональной деятельности»

Участникам данного тура предлагается к решению контекстная задача по математике с ориентацией на профессиональную подготовку каждой команды («Автомеханик» и «Автоэлектрик») по теме «Арифметическая прогрессия» (таб. 1, таб. 2). Баллы начисляются командам по следующим категориям: составление условия и нахождение $n-$ го члена арифметической прогрессии.

Таблица 1. Контекстная ситуация для автомехаников

Автомеханик затягивает болты на колёсном диске по порядку. Первый болт он затянул с усилием 40 Н/м. Для каждого следующего болта он увеличивает усилие на 4 Н/м по сравнению с предыдущим. Какое усилие он приложит при затяжке седьмого болта?

Таблица 2. Контекстная ситуация для автоэлектриков

Автоэлектрик прокладывает кабель по секциям автомобиля. В первой секции длина кабеля составляет 3 метра. В каждой следующей секции он прокладывает кабель на 0,5 метра длиннее, чем в предыдущей. Какова длина кабеля в 8-й секции?

4. Тур «Математики – праздные обыватели»

Командам предлагается к решению контекстная задача по математике с ориентацией на обычную жизнь учащихся по теме «Геометрическая прогрессия» (таб. 3, таб. 4). Баллы присваиваются командам за составление условия и нахождение $n-$ го члена геометрической прогрессии.

Таблица 3. Контекстная ситуация для автомехаников

Аня решила начать экономить: она кладёт в копилку 1 лей в первый день, а затем каждый следующий день вдвое больше, чем накануне. Сколько леев она положит в копилку на седьмой день?

Таблица 4. Контекстная ситуация для автоэлектриков

Петя поставил телефон на зарядку. Известно, что каждые 10 минут заряд батареи увеличивается в 1,5 раза по сравнению с предыдущим значением (режим быстрой зарядки). В начале телефон имел 4% заряда. Сколько процентов будет через 30 минут?

5. Тур «Математическая внимательность»

Командам предлагаются к анализу изображения различной тематики, требующие поиска и указания пяти отличий за максимально короткое время. Такое задание позволит развить наблюдательность, концентрацию внимания и визуальное мышление – навыки, очень важные как в учебной так, и профессиональной деятельности. В качестве примера приведён рисунок 2.

Рисунок 2. Поиск пяти отличий

6. Тур «Аукцион знаний»

Участникам одновременно зачитываются математические вопросы, связанные с базовыми и прикладными знаниями (таб. 5). Та команда, которая первой даёт верный ответ, получает балл.

Таблица 5. Контекстная ситуация для автоэлектриков

1.	Назовите «математические» растения. (Тысячелистник, столетник, золототысячник.)
2.	В какие «цифры» люди одеваются? (В костюм-двойку и в костюм-тройку.)
3.	Какое число можно найти в каждом автомобильном бензобаке? (Октановое число.)
4.	Какое число можно найти в каждом автомобильном бензобаке? (Октановое число.)
5.	Что отличает один поезд от другого с точки зрения математика? (Номер.)
6.	На какой угол поворачивается солдат по команде «кругом»? (На 180°.)

7. Какая геометрическая фигура нужна для наказания детей? (Угол.)
8. Какие геометрические фигуры дружат с солнцем? (Лучи.)
9. Эмблемой какого автомобиля являются четыре кольца? («Ауди».)
10. Какая цифра красуется в центре каждой витрины? (Три – виТРИна.)
11. Назовите фигуру, у которой все стороны и углы равны. (Квадрат)

7. Тур «Я – исследователь»

Обе команды получают задачу, на решение которой устанавливается одно и то же время. Начисление баллов происходит в зависимости от времени выполнения и корректности полученного результата (таб. 6).

Таблица 6. Контекстная ситуация

На учебной станции установлено оборудование, которое работает от аккумулятора и одновременно запускает двигатель автомобиля на холостом ходу. В ходе исследования студенты зафиксировали:

- Автоэлектрическое оборудование (фонарь + паяльник) потребляет 12 В и 10 А;
- Двигатель на холостом ходу расходует 0,8 литра бензина в час;
- Стоимость бензина — 25 леев/литр;
- Аккумулятор заряжается от генератора автомобиля во время работы двигателя.

Вопросы:

1. Какова электрическая мощность потребляемого оборудования?
2. Сколько энергии в ваттах (Вт·ч) потребляет оборудование за 1 час работы?
3. Сколько стоит 1 час работы двигателя с учётом расхода топлива?

Подведение итогов

Команда-победитель определяется по наибольшей сумме баллов из турнирной таблицы (таб. 7).

Таблица 7. Турнирная таблица

Тур «Визитка»	**Команда 1 (баллы от 0 до 2)**	**Команда 2 (баллы от 0 до 2)**
Оригинальность (креативность презентации, способность к импровизации, новизна и нестандартность).		
Артистичность и зрелищность представления команды (ораторское искусство, образность, яркость презентации).		
Итого		
Тур «Ребус»	**Команда 1 (баллы от 0 до 1)**	**Команда 2 (баллы от 0 до 1)**
1. Слово		
2. Слово		
3. Слово		
4. Слово		
5. Слово		
Итого		
Тур «Математики – специалисты в профессиональной деятельности»	**Команда 1 (баллы от 0 до 1)**	**Команда 2 (баллы от 0 до 1)**
Составление условия задачи		
Нахождение *n*-го элемента арифметической прогрессии.		
Итого		
Тур «Математики – праздные математики»	**Команда 1**	**Команда 2**

	(баллы от 0 до 1)				**(баллы от 0 до 1)**					
Составление условия задачи										
Нахождение *n*-го элемента арифметической прогрессии.										
Итого										
Тур «Математическая внимательность»	**Команда 1 (баллы от 0 до 1)**				**Команда 2 (баллы от 0 до 1)**					
Изображение 1										
Изображение 2										
Изображение 3										
Итого										
Тур «Аукцион знаний»										
Номер вопроса	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Команда 1 (баллы от 0 до 1)										
Команда 2 (баллы от 0 до 1)										
Итого (команда 1)										
Итого (команда 2)										
Тур «Я – исследователь»										
Номер вопроса	**Команда 1 (баллы от 0 до 1)**				**Команда 2 (баллы от 0 до 1)**					
	1	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**		
Итого										
ИТОГО	**Команда 1**				**Команда 2**					

Выводы

Предложенная модель экстракуррикулярного мероприятия демонстрирует возможности синтеза учебных и профессиональных задач, позволяет развивать логическое и критическое мышление, работать в команде, а также применять математические методы в нестандартных и приближенных к реальной деятельности ситуациях.

Библиография

1. ACHIRI, I. Matematica și educația STEAM: aspecte transdiciplinare. *In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*. Chişinău: UST, 2021. Vol.1, pp. 25-29. ISBN 978-9975-76-357-8.
2. GAŞIŢOI, N., ZASTÎNCEANU, L. Activități extracurriculare la matematică: valențe motivaționale. In: *Acta et commentationes (Ştiinţe ale Educaţiei)*, 2022. nr. 4(30), pp. 37-45. ISSN 1857-0623.
3. CARABET, N. Activități extracurriculare – actualitate prin calitate. In: *Educația și învățământul extraşcolar: configurări și experiențe*. Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2024, Ediția 2, pp. 9-14. ISBN 978-9975-62-706-1.
4. JIOARĂ, M., BOCANCEA, V. Managementul formării competențelor specifice matematicii în cadrul activităților extradidactice. In: *Materialele conferinţei ştiinţifice a studenţilor*. Chişinău: UST, 2020, Ediția 69, pp. 101-105. ISBN 978-9975-76-309.

CZU: 37.016:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p245-249

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ И ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ (КОНЦЕПЦИЯ STEAM)

Людмила ИВАСЮК, учитель математики
https://orcid.org/0009-0001-1334-9979
e-mail: ivasiuc223344@gmail.com
Теоретический лицей имени «В. Сухомлинский» г. Единец

Rezumat. În raport sunt prezentate bazele teoretice ale abordărilor interdisciplinare și transdisciplinare în predarea matematicii, rolul conceptului STEAM, precum și o descriere detaliată a implementării practice a acestor abordări în liceul nostru prin proiecte concrete. Sunt prezentate rezultatele realizării proiectelor, dificultățile și recomandările întîlnire și recomandările de îmbunătățire.
Cuvinte cheie: Matematică, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, STEAM, învățare bazată pe proiecte.

Abstract. This report outlines the theoretical foundations of interdisciplinary and transdisciplinary approaches to teaching mathematics, discusses the role of the STEAM concept, and provides a detailed description of their practical implementation at our lyceum via specific projects. It also presents the results, challenges, and recommendations derived from the project implementation.
Keywords: Mathematics, interdisciplinarity, transdisciplinarity, STEAM, project-based learning.

Введение

Современное образование требует от учащихся не только знания математических формул и алгоритмов, но и умения применять эти знания в реальных ситуациях, интегрируя их с другими дисциплинами. В нашем лицее мы стремимся сделать математику инструментом аналитического и творческого мышления, используя междисциплинарные и трансдисциплинарные подходы, а также концепцию STEAM, которая объединяет науку, технологии, инженерное дело, искусство и математику.

Основная цель - сформировать у учащихся навыки критического мышления, умение решать практические задачи, работать в команде и видеть взаимосвязь между различными предметными областями.

Теоретические основы

Междисциплинарный подход предполагает сознательное связывание математических тем с другими предметами: физикой, информатикой, биологией, историей, искусством.

Трансдисциплинарность выходит за рамки школьной программы, предлагая анализировать реальные социальные, экологические и технологические проблемы, вовлекая учеников в исследования и проекты.

STEAM-концепция расширяет традиционную STEM-модель, добавляя компонент искусства, который развивает визуализацию, креативное мышление и эстетическое восприятие математических структур [1].

Практическая реализация в нашем лицее (личный опыт)

Согласно рекомендациям Министерства Образования Республики Молдова, куррикулум для школьной дисциплины математика, рекомендует реализацию индивидуальных или групповых проектов STEM/STEAM в контексте применения изученных тем в реальных и/или смоделированных ситуациях. В связи с этими рекомендациями под моим руководством, учащимися были реализованы следующие проекты STEAM [3].

Применение метода подобия треугольников на практике [7]

Предметы: Математика + География + Технология + Искусство

Класс был поделён на три группы. Каждая группа исследовала применение метода подобия треугольников в разных сферах. Ученики первой группы измеряли высоту здания лицея с помощью метода подобия, тремя способами: с помощью зеркала, тени и шеста. Результаты сравнивались с кадастровыми данными. Также учащиеся выявили преимущества и недостатки каждого из способов, и сделали вывод, что с помощью метода подобия можно вычислить высоту до любого недосягаемого объекта. Вторая группа заинтересовалась и рассмотрела изготовление и применение пантографа - приспособления, с помощью которого человек может воссоздать рисунок, схему и чертёж с большим масштабом от 1,25 до 7 см. Они сделали свой пантограф в соответствии с данными рекомендациями и проверили его работу. С помощью пантографа начертили треугольник подобный данному, стороны которого в два раза больше. Третья группа рассмотрела еще одно направление применения подобия фигур, которое применяется в строительстве. Для того чтобы построить дом следует начертить его план. Для этого учащиеся использовали различные геометрические фигуры. Для начала на ватмане начертили план дома. На основании плана дома был создан его макет. На макете дома можно было увидеть, как выглядит дом изнутри, так как присутствовала съемная крыша, при снятии которой могли увидеть расположение комнат. Зная все данные, по нашему макету можно построить дом в реальной жизни [9].

Музыка и дроби [4]

Предметы: Математика + Музыка

Школьники рассмотрели историю возникновения музыки, дробей, узнали кто впервые нашёл взаимосвязь между музыкой и дробями. Также исследовали дробные значения длительности нот и создали музыкальные фрагменты, где ритм и длительность соответствовали математическим расчётам [10].

Ось исторических событий античной эпохи [5]

Предметы: Математика + История + Искусство

Шестиклассники строили временную шкалу событий на координатной прямой, добавляли иллюстрации и QR-коды с ссылками на статьи и 3D-реконструкции памятников античности. На числовой оси были представлены основные события из античной эпохи, которые подкреплялись фотографиями и описанием [11].

Виртуальное путешествие по Республике Молдова [4]

Предметы: Математика + География + Информатика

Ученики разделились по группам и каждая группа создала проект виртуального путешествия по Республике Молдова для семьи, состоящей из четырёх человек. Были рассмотрены путешествия в Орхейленд, в Кишинёвский зоопарк, в парк Дендрарий, в Национальный музей истории Молдовы. Группы рассматривали способы добраться туда и обратно, учитывали, что берут с собой в дорогу, где будут питаться, какие сувениры покупать. Используя интернет-ресурсы, рассчитывали стоимость путешествия [12].

Изменение метеохарактеристик на протяжении месяца в городе Единец [6]

Предметы: Математика + Естествознание + Информатика

Ученики собирали данные о температуре, влажности и осадках, строили графики и анализировали закономерности, делали выводы. Важно было проводить измерения в одно и тоже время, так как проект проводился весной и температура утром, днём и вечером отличалась.

Симметрия в природе и искусстве [6]

Предметы: Математика + Биология + Искусство

В проекте учащиеся исследовали симметрию растений, животных и архитектурных объектов, а также создавали визуальные макеты, рисунки для демонстрации закономерностей.

Использование геометрических фигур в дизайне [7]

Предметы: Математика + Искусство + Технологии

Учащиеся рассматривали геометрические фигуры в дизайне одежды, интерьера, в ландшафтном дизайне. Ученики проектировали постеры, упаковку и интерьерные элементы, применяя пропорции, углы и площади геометрических фигур [14].

Ремонтные работы у меня дома [4]

Предметы: Математика + Практика

Ученики измеряли размеры стен в помещении, вычисляли площади, учитывали проёмы для окон и дверей, рассчитывали количество материалов, планировали последовательность работ и оценивали бюджет. Каждая группа проводила ремонтные работы с различными материалами: первая группа клеила обои на стены,

укладывала ламинат, вторая группа делала декоративную штукатурку и укладывала паркет, третья группа устанавливала панели и стелила ковролин. Учащиеся также учитывали установку плинтуса и карниза. Используя онлайн-платформы с прайс-листами, узнавали фиксированные цены на ремонтные работы, а также стоимость материала, учащиеся подсчитывали сколько финансов необходимо затратить на проведение ремонта одной комнаты.

Измерение площади спортивной площадки [5]

Предметы: Математика + Физическое воспитание

Ученики измеряли длину и ширину площадки с помощью рулетки, рассчитывали её площадь и проверяли соответствие нормативам [13].

Итоги: проекты способствовали развитию практических навыков, критического мышления, командной работы и творческого подхода. Учащиеся стали активными участниками образовательного процесса, видят результат своей работы и понимают практическую ценность математики.

Рекомендации и перспективы

1. Ввести в учебный план хотя бы один междисциплинарный проект в год.
2. Организовать циклы повышения квалификации по STEAM и цифровым инструментам.
3. Создать минимальный набор материально-технических средств (микроконтроллеры, 3D-принтер, наборы для экспериментов).

Заключение

Опыт нашего лицея показывает, что междисциплинарные и трансдисциплинарные подходы, интегрированные с STEAM-проектами, существенно повышают вовлеченность учащихся и развивают компетенции, востребованные в современном мире. Практическая деятельность помогает учащимся увидеть ценность математики в реальной жизни и формирует навыки, которые останутся с ними на всю жизнь.

Библиография

1. ГЕНВАРЕВА, Ю. А.; МАРЧЕНКОВА, Н. Г. *Современные подходы к преподаванию математики в техническом вузе.* ЦИТИСЭ. 2023, № 2(36).
2. Министерство образования, культуры и исследований Республики Молдова. Методические рекомендации по внедрению междисциплинарного и проектного обучения в гимназиях и лицеях. Кишинёв: МЕСС, 2021.

3. Министерство образования, культуры и исследований Республики Молдова. Математика. Учебная программа (Curriculum) для классов V–IX. Утверждена приказом МЕСС № 906 от 17 июля 2019 г.
4. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; SPUNTENCO, O. Matematică clasa a V-a (Учебник для 5 класса). Кишинёв: Prut, 2020. ISBN 978-9975545136.
5. ACHIRI, I. Matematică clasa a VI-a (Учебник для 6 класса). Кишинёв: Prut, 2020. ISBN 978-9975545174.
6. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; SPUNTENCO, O. Matematică clasa a VII-a. Manual. Кишинёв: Prut, 2023. ISBN 978-9975547345.
7. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; SPUNTENCO, O. Matematică clasa a VIII-a. Manual. Кишинёв: Prut International, 2019. ISBN 978-9975544160.
8. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; SPUNTENCO, O. Matematica cl.9. Manual (Учебник для 9 класса). Кишинёв: Prut International, 2024. ISBN 978-9975547826.
9. https://drive.google.com/drive/folders/1q_hxrhh3t6Gp9HoXIxcQ9wWI2ziFOJbz?usp=sharing
10. https://drive.google.com/drive/folders/1Xhwk9nWL1SXByQ_CEt6KpVqPUbyj10zp?usp=sharing
11. https://drive.google.com/drive/folders/18FOzD8O2S7Y__5UgiFkzCFK4FBJbqkMn?usp=sharing
12. https://drive.google.com/drive/folders/16z11JbEq_LDEuVLF8iyNZGgQ3Jk-UYRz?usp=sharing
13. https://drive.google.com/drive/folders/12TJ871Hx1HxxgE_fhUUjVEfJrD5wnb1F?usp=sharing
14. https://drive.google.com/drive/folders/17nhsZdv3X8BwEzw1pBYaf7LrVMOe2GVg?usp=sharing

CZU: 372:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p250-257

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ С ПАРАМЕТРАМИ ПО МАТЕМАТИКЕ

Лаврентий КАЛМУЦКИ, доктор наук, профессор
https://orcid.org/0000-0001-6665-7927
e-mail: calmutchi.laurentiu@upsc.md
Вячеслав ГЕРГИЕВ
e-mail: vgheorghiev05@gmail.com
Государственный педагогический университет «Ион Крянгэ», Кишинев

Аннотация. Задачи с параметрами дают большие возможности для полноценной математической деятельности учащихся, открывают им значительное количество эвристических приемов общего характера, важных для математического развития личности, что используется в исследованиях на другом учебном материале. В статье приведены общие исследовательские умения формируемые в процессе решения задач с параметрами.
Ключевые слова: Задача с параметром, исследовательские умения, параметр, математическое образование.

Abstract. Problems with parameters provide great opportunities for full-fledged mathematical activity of students, open up to them a significant number of general heuristic techniques that are important for the mathematical development of personality, which is used in research on other educational materials.The article presents general research skills as wel as skills formed in the process of solving problems withthe parameter.
Keywords: task with a parameter, research skills, parameter, math training, education.

Введение

В современном образовательном процессе особое внимание уделяется не только усвоению знаний, но и развитию исследовательских умений учащихся. Решение задач с параметрами по математике представляет собой эффективный инструмент для формирования этих умений. Такие задачи требуют от учащихся не только применения математических знаний, но и способности анализировать, синтезировать, делать выводы и формулировать гипотезы. Одной из целей данной статьи является рассмотрение методов и подходов, которые помогут развивать исследовательские умения учащихся через решение задач с параметрами.

Задачи с параметрами — это такие математические задачи, в которых одно или несколько условий являются переменными (параметрами), влияющими на результат решения. Это могут быть задачи на нахождение корней уравнений, исследование функций или сложные геометрические задачи. Ключевым аспектом задач с параметрами является необходимость отслеживать, как изменения параметров влияют на общее решение [1, 2].

Примеры задач с параметрами:

1. *Задача о корнях уравнения*: рассмотрим уравнение $ax^2+bx+c=0$. Исследование зависит от параметров a, b и c. Ученики могут исследовать, при каких условиях дискриминант будет >0, = 0 или <0, и как это влияет на количество корней.
2. *Геометрическая задача*: например, «Как изменяется площадь треугольника при изменении его высоты, если основание остается фиксированным?» Учащиеся могут проанализировать зависимость площади от высоты и формулировать выводы.
3. *Тригонометрическая задача*: «Как изменяется график функции $y = a \cdot sin(bx + c)$ при изменении параметров a, b и c?» Это поможет учащимся визуализировать изменения и лучше понять свойства тригонометрических функций [1].

Исследовательские умения и навыки включают в себя:

- *Формулирование гипотез*: учащиеся учатся выдвигать предположения о том, какое влияние параметр окажет на решение задачи.
- *Сбор и анализ данных*: учащихся, учатся собирать информацию, проводить эксперименты и анализировать полученные данные.
- *Критическое мышление*: Решение задач с параметрами требует от учащихся умения оценивать, насколько их выводы обоснованы.
- *Коммуникация*: Обсуждения в группах помогают учащимся отстаивать свои мнения и учиться критически воспринимать идеи других.

Исследовательская деятельность по решении задач с параметрами- деятельность учащихся, связанная с решением творческой исследовательской задачи с неизвестным решением [4, 6].

Исследовательская деятельность учащихся при решении задач с параметрами предполагает наличие основных этапов, представленных на рис.1.

Рисунок 1. Деятельность учащихся при решении творческой исследовательской задачи

Материалы и методика исследований

Для развития исследовательских умений учащихся при решении задач с параметрами можно использовать различные подходы:

1. *Проектное обучение*: предложите учащимся разработать проекты, в которых они будут исследовать различные аспекты задач с параметрами, например, создать презентации или постеры с выводами и графиками.
2. *Групповая работа*: дайте возможность учащимся работать в группах, обсуждая задачи и находя решения вместе. Это способствует обмену идеями и точками зрения, что обогащает процесс обучения.
3. *Использование технологий*: применение программного обеспечения для построения графиков (например: GeoGebra, Desmos) позволяет учащимся визуализировать изменения, а значит, лучше понять связанные с ними концепции.
4. *Рефлексивные сессии*: после решения задач предложите учащимся обсудить, что они узнали, что было сложным, и какие методы оказались наиболее эффективными. Это помогает закрепить знания и навыки [5].

Чтобы выделить исследовательские умения, которые используются при решении уравнений и неравенств с параметрами, приведем примеры задач.

***Задача* 1**. При каких значениях параметра a корни уравнения $ax^2-3x-3-a^2=0$ являются целыми числами?

Решение. При $a=0$, уравнение превращается в линейное и принимает следующий вид: $-3x-3=0 \Rightarrow x=-1$ – целое решение. Следовательно, $a=0$ удовлетворяет условию задачи.

При $a\neq0$ уравнение является квадратным. Для того, чтобы корни были целыми числами, необходимо потребовать, чтобы дискриминант уравнения был неотрицательным, то есть $D\geq0$. $\Rightarrow D=(2a+3)^2\geq 0$, что выполняется при любом значении параметра a.

По теореме Виета: $\begin{cases} x_1+x_2=\frac{3}{a}, \\ x_1\cdot x_2=\frac{-3-a^2}{a}. \end{cases}$ Поскольку x_1 и x_2 должны быть целыми числами по условию, то необходимо и достаточно потребовать, чтобы $\frac{3}{a}$ и $\frac{-3-a^2}{a}$ были целыми числами. Исходя из дроби $\frac{3}{a}$ можно сделать вывод, что a – делитель числа 3. Перечислим эти варианты: $a=\{-3;-1;1;3\}$. Рассмотрим последовательно эти случаи:

1) Если $a=-3$, то система принимает вид: $\begin{cases} x_1+x_2=-1, \\ x_1\cdot x_2=4. \end{cases}$ Данная система не имеет целых решений.

2) Если $a=-1$, то система принимает вид: $\begin{cases} x_1+x_2=-3, \\ x_1\cdot x_2=4. \end{cases}$ Эта система не имеет решений.

3) Если a=1, то система принимает вид: $\begin{cases} x_1 + x_2 = 3, \\ x_1 \cdot x_2 = -4. \end{cases}$ Отсюда x=4 или x=-1 – целые решения.

4) Если a=3, то система имеет вид: $\begin{cases} x_1 + x_2 = 1, \\ x_1 \cdot x_2 = -4. \end{cases}$ Данная система не имеет целых решений.

Ответ. При a={0;1}.

***Задача* 2**. Найдите все значения параметра a, при которых система уравнений $\begin{cases} x + 5y = -5, \\ x^2 + 16xy + 64y^2 - 12ax - 96ay + 45a^2 + 66a + 121 = 0. \end{cases}$ имеет единственное решение.

Решение. Преобразуем второе уравнение системы: (x+8y)^2-12a(x+8y)+45a^2 + 66a + 121=0. Произведем замену t=x+8y, получим квадратное уравнение относительно t: t^2-12at+45a^2 + 66a + 121=0. Найдем дискриминант данного уравнения:

D=144a^2-4(45a^2 + 66a + 121)= -36(a+$\frac{11}{3}$)^2. Чтобы уравнение имело решения, то D≥0 ⇔ -36(a+$\frac{11}{3}$)^2≥0 ⇔(a+$\frac{11}{3}$)^2≤0 ⇔ a+$\frac{11}{3}$=0⇔ a=-$\frac{11}{3}$. При a=-$\frac{11}{3}$, D=0. Тогда получается, что t$_1$=t$_2$=6a=-22. Тогда получаем систему: $\begin{cases} x + 5y = -5, \\ x + 8y = -22. \end{cases}$ которая имеет единственное решение.

Ответ. При a=-$\frac{11}{3}$.

***Задача* 3**. Найти значения параметра a, при которых уравнение $14^{25x^2-10x+2}$= cos10πx-36a^2-60a-12 имеет единственно решение.

Решение. Поскольку уравнение смешанного типа, попробуем оценить левую и правую части данного уравнения. Рассмотрим показатель $25x^2 - 10x + 2$ и выделим полный квадрат: (5x-1)^2+1. Выражение (5x-1)^2+1≥1 для любого x∈R, поэтому $14^{25x^2-10x+2}$ ≥14^1.

В силу равенства $14^{25x^2-10x+2}$= cos10πx-36a^2-60a-12 <=> cos10πx-36a^2-60a-12≥14^1. Попробуем изолировать косинус в левой части данного неравенства, тогда получаем, что cos10πx≥36a^2-60a+26=(6a+5)^2+1. В силу ограниченности −1 ≤cos10πx≤1 и (6a+5)^2+1≥1 выходит, что данное неравенство будет выполняться только в случае равенства $\begin{cases} \cos 10\pi x = 1, \\ (6a + 5)^2 + 1 = 1. \end{cases}$ Откуда получаем, что a=-$\frac{5}{6}$, при подстановки a убеждаемся что уравнение имеет единственный корень x=$\frac{1}{5}$.

Ответ. При a=-$\frac{5}{6}$ уравнение $14^{25x^2-10x+2}$= cos10πx-36a^2-60a-12 имеет единственно решение.

***Задача* 4**. Найти все действительные значения параметров a и b, при которых дробь $\frac{4}{\sqrt{a-\sqrt{8a}+6}+\sqrt{b-\sqrt{12b}+7}}$ будет принимать только натуральные значения.

Решение. Выделим полные квадраты в каждом корне:

$$\sqrt{a-\sqrt{8a}+6}=\sqrt{a-2\sqrt{2a}+6}=\sqrt{a-2\sqrt{2}\sqrt{a}+6}=\sqrt{(\sqrt{a}-\sqrt{2})^2+4}\geq 2.$$

Аналогично поступаем и со вторым корнем $\sqrt{b-\sqrt{12b}+7}=\sqrt{(\sqrt{b}-\sqrt{3})^2+4}\geq 2$. Поскольку каждое из слагаемых знаменателя не меньше 2, выходит, что их сумма будет не меньше 4, то есть $\sqrt{a-\sqrt{8a}+6}+\sqrt{b-\sqrt{12b}+7}\geq 4$. Чтобы значение выражения $\frac{4}{\sqrt{a-\sqrt{8a}+6}+\sqrt{b-\sqrt{12b}+7}}$ было натуральным числом, необходимо и достаточно, чтобы знаменатель данной дроби был равен 4. Это возможно только при условии выполнения следующей системы: $\begin{cases}\sqrt{(\sqrt{a}-\sqrt{2})^2+4}=2.\\ \sqrt{(\sqrt{b}-\sqrt{3})^2+4}=2,\end{cases}$ После возведения обеих частей уравнения во вторую степень и после всех алгебраических преобразований получаем, что a=2 и b=3.

***Задача* 5**. Найти все действительные значения параметра m, при каждом из которых множество $A=\{x\in R \mid |x|+|x-2025|+|x+2025|=m+10\}$ имеет единственный элемент.

Решение. Чтобы множество A имело единственный элемент, необходимо, чтобы уравнение $|x|+|x-2025|+|x+2025|=m+10$ имело единственное решение. Пусть x – решение данного уравнения, тогда произведя замену x на $-x$ заметим, что уравнение никак не изменится, а следовательно $-x$ также является корнем уравнения. Поскольку уравнение должно иметь единственное решение, то $x=-x=0$.

Подставив значение x=0 в уравнение, получаем что $2025+2025=m+10 <=> m=4040$.

Осталось проверить данное значение параметра m прямой подстановкой в уравнение. Решая уравнение методом интервалов, окончательно убеждаемся, что x=0 – единственное решение.

Ответ. При m=4040 множество $A=\{x\in R \mid |x|+|x-2025|+|x+2025|=m+10\}$ имеет единственный элемент.

***Задача* 6**. Найдите все значения параметра a, при которых числа x_1; $\sqrt{a^2+3}$; x_2, образуют геометрическую прогрессию, где x_1 и x_2 – абсциссы точек графика функции $f(x)=x^3+7x^2+(2-9a)x$, в которых касательные к графику функции f наклонены к оси абсцисс под углом 135^0.

Решение. По условию, x_1; $\sqrt{a^2+3}$; x_2 образуют геометрическую прогрессию, следовательно $x_1x_2=a^2+3$. Далее, ввиду того, x_1 и x_2 – абсциссы точек касания, имеющие одинаковый угол наклона следует, что $f'(x_1)=f'(x_2)=tg135^0=-1$. Найдем производную функции $f'(x)=3x^2+14x+2-9a$, откуда получаем, что $3x^2+14x+2-9a=-1$

<=>$3x^2+14x+3-9a=0$ <=>$x^2+\frac{14}{3}x+1-3a=0$. Используя теорему Виета, получаем: $\begin{cases} x_1x_2 = 1-3a, \\ x_1+x_2 = \frac{14}{3}. \end{cases}$ Откуда получаем равенство: $1-3a$= a^2+3. Решая данное уравнение, получаем a=-1 или a=-2. Эти значения параметра являются необходимыми, теперь проверим их достаточность. Для этого, рассмотрев $3x^2+14x+3-9a=0$, сделаем вывод, что оно будет иметь корни только в том случае, если дискриминант будет неотрицательным, то есть D=160+108a, поскольку D≤0, то 160+108a ≤0, откуда $a\geq -\frac{40}{27}$. Этому условию удовлетворяет только одно значение параметра a=-1.

Ответ. При a=-1.

***Задача* 7**. Найти наименьшее значение параметра c, при котором систему:

$$\begin{cases} (x-c\sqrt{3})^2 + y^2 - 2y = 0, \\ \sqrt{3}|x| - y = 4 \end{cases}$$

имеет единственное решение.

Решение. Рассмотрим первое уравнение этой системы, преобразовав его, получим уравнение окружности: $(x-c\sqrt{3})^2 + y^2 - 2y+1=1 \Leftrightarrow (x-c\sqrt{3})^2 + (y-1)^2=1$ – уравнение семейства окружностей с центром, который имеет координаты O($c\sqrt{3}$; 1). Из полученной точки следует, что центр окружности лежит на прямой y=1.

Рассмотрим теперь второй уравнение системы $\sqrt{3}|x| - y = 4 \Leftrightarrow$ y=$\sqrt{3}|x| -4$. Найдем нули данной функции, это будут точки x=$\pm\frac{4}{\sqrt{3}}$.

Поскольку, второе уравнение при раскрытии модуля является семейством прямых, то для того, чтобы система имела единственное решение, необходимо и достаточно, чтобы эти прямые были касательными к окружностям с центром O($c\sqrt{3}$; 1). Для более наглядного понимая, рассмотрим схематический чертёж:

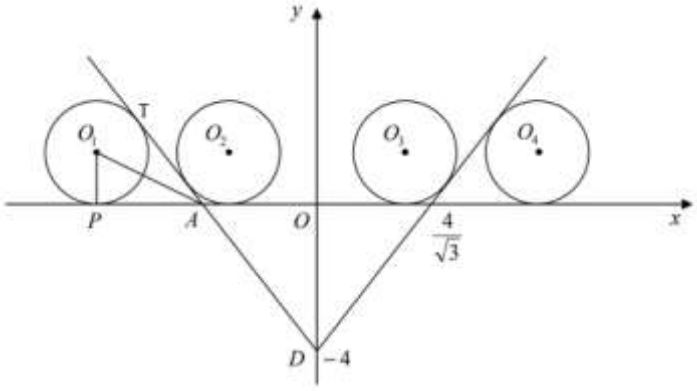


Рисунок 2. Всевозможные расположения окружностей, подходящих для задачи

На данном чертеже представлены положения окружностей, удовлетворяющих условию задачи. Поскольку нужно найти наименьшее значение параметра c, то

необходимо рассмотреть окружность, имеющую наименьшую абсциссу центра окружности, то есть самую левую окружность с центром O_1. Выходит, что задача сводится к нахождению абсциссы центра окружности с центром O_1. Спустим из вершины O_1 перпендикуляр на ось абсцисс (точка P), выходит, OP=$|c\sqrt{3}|$, которое предстоит найти.

Рассмотрим треугольник AOD – прямоугольный, с катетами |OD|=4 и |OA|=$\frac{4}{\sqrt{3}}$. Найдем угол DAO в этом треугольнике: tg(∠DAO)=$\frac{|OD|}{|OA|}$=$\sqrt{3}$ ⇔ ∠DAO=60°. Выходит, что ∠DAO=∠TAP как смежные углы, выходит, что ∠TAP=60°. Заметим, что AO_1 – биссектриса угла ∠TAP ⇔∠PAO_1 = 30°. Заметим, что поскольку центр окружности лежит на прямой y=1, то радиус окружности O_1P=1, тогда рассмотрим прямоугольный треугольник O_1PA в котором ∠PAO_1 = 30°, тогда O_1A=2O_1P=2. По теореме Пифагора, найдем катет |AP|: |AP|= $\sqrt{3}$. Тогда OP= $|c\sqrt{3}|$=|AP|+|AO| ⇔ $|c\sqrt{3}|$=$\sqrt{3}$+$\frac{4}{\sqrt{3}}$. Поскольку, в этом случае окружность имеет отрицательную абсциссу, то c<0 ⇔ - $c\sqrt{3} = \sqrt{3}+\frac{4}{\sqrt{3}}$ ⇔ c=- $\frac{7}{3}$.

Ответ: c=- $\frac{7}{3}$.

Результаты и их обсуждение

Разобрав решение нескольких примеров, можно выделить следующие сформированные исследовательские умения:

- Умение определить вид уравнения в зависимости от параметра;
- Умение находить значение значения параметра, при которых уравнение принимает другой вид;
- Умение анализировать уравнение и подбирать необходимый метод решения;
- Умение выполнять преобразования относительно параметра;
- Умение анализировать график функций и находить их точки пересечения;
- Умение выражать через параметр неизвестную переменную;
- Умение исследовать функцию на промежутки убывания и возрастания
- В случае наличия корней (решений) уметь выражать условия наличия того или иного количества корней;
- Умение анализировать решение, выраженное через параметр;
- Умение выражать через параметры корни параметрического уравнения.

Следует отметить, что серьезным потенциалом в формировании исследовательских умений, таких как умение целенаправленно наблюдать, выдвигать, сравнивать, доказывать или опровергать гипотезу, умение обобщать, обладают уравнения и неравенства с параметрами. Важную роль, конечно же, имеет организация учебного исследования учителем.

Выводы

Решение задач с параметрами является важным инструментом в развитии исследовательских умений учащихся по математике. Они развивают критическое мышление, дружеское сотрудничество и способствуют глубокому пониманию математических концепций. Внедрение таких задач в образовательный процесс позволит не только обогатить знания учащихся, но и подготовить их к решению более сложных задач в будущей профессиональной деятельности. В условиях быстроменяющегося мира умение анализировать, мыслить критически и находить решения становится незаменимым.

Литература

1. CALMUȚCHI, L. *Metodologia rezolvării ecuațiilor și inecuațiilor cu parametri.* Chișinău: UST, 2010, 221 p.
2. CALMUȚCHI, L. TURAN, O. *Methodology for solving problems with parameters*. Chișinău: Pulsul Pieții. 2022, 137 p.
3. ДАЛИНГЕР, В.А. *Задачи с параметрами*. Омск, 2012.
4. МАЛЬЦЕВ, И. В. *Творческие подходы в обучении математике: исследование через практику.* Образовательные технологии в математике, 2020.
5. ФАНДРИКОВ, А. П. *Методические подходы к обучению решению задач с параметрами.* Математическое образование, 2021.
6. ЯКОВЛЕВ, С. Н. *Развитие исследовательских умений школьников через исследовательскую активность на уроках математики.* Новые горизонты образования, 2022.

CZU: 373.016:51+53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p258-262

СИНЕРГИЯ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ КАК ОСНОВА STEAM-ПОДХОДА В ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Ольга МАКЕВНИНА, дрд., преподаватель физики и математики
https://orcid.org/0009-0006-4466-3756
e-mail: olagolban@mail.ru
UPS «I. Creangă», IPLT «Academia Copiilor»

Аннотация. В статье раскрывается значение синергии математики и физики, которая представляет собой основу для реализации STEAM-подхода в современном естественно-научном образовании. Представлены теоретические и методические предпосылки интеграции дисциплин, выявлена их взаимодополняемость и значение в формировании междисциплинарного мышления у учащихся. На основе конкретных примеров представлены простые STEAM-элементы, подходящие для использования на уроках физики и математики с целью развития исследовательских и творческих компетенций учащихся.
Ключевые слова: STEAM-образование, синергия дисциплин, интеграция, междисциплинарное мышление, математика и физика.

Abstract. The article explores the significance of the synergy between mathematics and physics, which serves as the foundation for implementing the STEAM approach in modern science education. It presents the theoretical and methodological prerequisites for interdisciplinary integration, identifies the complementarity of these disciplines, and highlights their role in developing students' interdisciplinary thinking. Based on specific examples, the paper proposes simple STEAM elements suitable for use in physics and mathematics lessons to foster students' research and creative competencies.
Keywords: STEAM education, disciplinary synergy, integration, interdisciplinary thinking, mathematics and physics.

Введение

В условиях стремительного развития науки и технологий современное образование требует интеграции знаний из различных областей. Одним из наиболее перспективных направлений становится STEAM-подход, объединяющий науку, технологии, инженерное мышление, искусство и математику. Особое значение в этом контексте приобретает синергия математики и физики, которая представляет собой фундамент для реализации STEAM-подхода в естественно-научном образовании. Эти дисциплины взаимно дополняют друг друга, формируя у учащихся целостное представление о природе, развивая логическое, аналитическое и исследовательское мышление.

Методы и материалы

Основа исследования – анализ современных публикаций в области STEAM-образования и практический опыт интеграции на уроках математики и физики, а также определение подходов, которые способствуют включению простых STEAM-

элементов в уроки, направленные на развитие исследовательских и творческих навыков учащихся.

Концепция STEAM как образовательная инновация. Появление STEAM-подхода в образовательной системе – это ответ на потребность общества в специалистах, которые способны мыслить системно, креативно и технологически. Он предполагает не совмещение предметов, а естественное интегрирование знаний и способов деятельности из разных учебных областей для решения комплексных задач. Согласно исследованиям (Bybee, 2013; Yakman & Lee, 2012; Ramaley, 2001) [1,2,3], основная особенность STEAM заключается в акценте на исследовательской, инженерной и проектной деятельности учащихся, где теоретические знания и практические навыки объединяются в контексте реальных задач.

В этом смысле STEAM не методика, а философия обучения, которая направлена на формирование личности ученика как исследователя, экспериментатора и изобретателя. Математика и физика в этом процессе выполняют фундаментальную функцию – обеспечивают когнитивную и логическую основу, благодаря которой, в свою очередь, строятся инженерные, технологические и художественные компоненты.[4]

Синергия математики и физики как дидактическое основание интеграции. В педагогике понятие синергии [5] выражает идею взаимного усиления образовательных эффектов при взаимодействии дисциплин. В области математики и физики это проявляется в том, что каждая выступает как инструмент для более глубокого понимания и осмысления другой:

- Математика наполняет физику точностью и структурностью, что позволяет не только описывать явления количественно, но и моделировать процессы.
- Физика, в свою очередь, наполняет математические понятия смыслом, что придает форму абстракциям через наблюдение и опыт.

Такая взаимосвязь особенно ценна в процессе обучения, так как способствует переходу учеников от формального знания к функциональному – то есть от обычного запоминания или выучивания формул наизусть, к пониманию закономерностей и принципов. Также, синергия этих дисциплин развивает гибкое мышление, которое необходимо для формирования междисциплинарных компетенций. Ученики учатся выявлять и анализировать взаимосвязи между различными типами представления информации – символическими, аналитическими, графическими и экспериментальными, что полностью отражает философию STEAM-образования.

Когнитивно-психологический аспект синергии. С точки зрения когнитивной психологии [6], синергия способствует формированию метапознания [7] – «мышлению о мышлении», способности осознавать и управлять собственными

познавательными процессами. Работа с задачами и проблемными ситуациями по физике, требующими математического моделирования, одновременно активизирует аналитический и интуитивный типы мышления, что делает познание более полным.

Междисциплинарные задания типа «смоделируй движение тела по наклонной плоскости и представь зависимость координаты от времени в виде графика» проверяют не только знания по двум предметам, но и способствуют умению мыслить системно, находить связи, интерпретировать и визуализировать данные. [8]

Пример простого STEAM-элемента урока.

Пример №1. Физика, 7 класс [9].

Тема: Закон Архимеда.

STEAM-элемент: мини-проект «Почему корабль не тонет?»

S(Science) – учащиеся изучают условие плавания тел на основе понятия плотность.

T(Technology) – используют цифровые весы и линейку для измерения массы и объёма моделей (прямые и косвенные измерения).

E(Engineering) – проектируют из пластилина «лодку», которая не тонет, при необходимости корректируют форму.

A(Art) – оформляют макет в эстетической форме.

M(Mathematics) – применяют формулу для вычисления плотности своих моделей и сравнивают с плотностью воды.

Проявление синергии – математические вычисления становятся инструментом осмысления физического закона, физический опыт придаёт смысл математическим действиям – числа «оживают» в контексте реального явления.

Пример №2. Физика, 8 класс [9].

Тема: Способы теплопередачи.

STEAM-элемент: исследование: «Как быстро остывает чай?»

S(Science) – обсуждение видов теплопередачи и факторов охлаждения жидкости.

T(Technology) – использование термометра для измерения температуры.

E(Engineering) – конструирование простого теплоизолятора (фольга, ткань или бумага).

A(Art) – визуализация данных в виде температурных кривых разных материалов, оформление постера.

M(Mathematics) – построение графика зависимости температуры от времени T(t), вычисление средней скорости охлаждения, сравнение полученных кривых.

Проявление синергии **–** математика описывает и сравнивает физические процессы, а физика – дает смысл числовым зависимостям. Ученики понимают, что график – это не просто линии, а реальная история тепла.

Пример №3. Физика, 9 класс [9].

Тема: Отражение света. Законы отражения света.

STEAM-элемент: «Создай световой лабиринт»

S(Science) – изучение закона отражения: угол падения равен углу отражения.

T(Technology) – использование зеркал, фонарика и бумаги для построения пути луча света.

E(Engineering) – проектирование «лабиринта света», с условием, что луч должен попасть в заданную цель.

A(Art) – оформление установки как художественной композиции.

M(Mathematics) – применение транспортира (измерение углов падения и отражения), вычисления, проверка равенства углов.

Проявление синергии – физический закон превращается в задачу по геометрии, а геометрия – в инструмент управления лучом света. Ученик одновременно мыслит, как физик, математик и инженер.

Полученные результаты

Практическое применение синергии математики и физики в рамках STEAM-подхода приводит к ряду важных педагогических эффектов:

- Рост познавательной мотивации. Объединение теории и практики делает обучение осмысленным: ученики понимают, зачем нужна математика в физике и как физика оживляет абстрактные формулы.
- Развитие междисциплинарного мышления. Формируется способность переносить знания из одной школьной дисциплины в другую, что является ядром STEAM-компетенций.
- Формирование исследовательских и инженерных навыков. Задания в виде мини-проектов, требуют умения конструировать, моделировать и анализировать, а это приближает учебную деятельность к повседневной жизни и реальной научной практике.
- Усиление креативности и визуального мышления. Компонент Arts (искусство, эстетика, дизайн, визуализация) дает возможность рассматривать научные явления как объекты, обладающие математической красотой.
- Развитие метапредметных компетенций. Ученики совершенствуют умение критически мыслить, работать в команде, приобретают навыки коммуникации и самооценивания – ключевые компетенции XXI века.

Выводы:

- Синергия математики и физики является ключевым элементом реализации STEAM-подхода, что позволяет укрепить познавательную основу естественно-научного образования и развивать личность ученика как исследователя, экспериментатора и изобретателя.

– STEAM-подход на взаимодействии этих дисциплин, предлагает качественно новое образовательное пространство, где ученик не слушатель, не пассивный потребитель информации, а активный исследователь и конструктор.
– Простой STEAM-элемент на основе синергии математики и физики – предлагает мини-исследование, в котором формулы становятся инструментом объяснения наблюдаемых явлений. Такие элементы не требуют сложного оборудования, но создают мощный педагогический эффект – вовлечение и понимание – благодаря синергии дисциплин. Простые STEAM-активности позволяют учиться не скучно, без перегрузки программы, а урок превращается в пространство взаимодействия науки, техники и искусства.

Библиография

1. BYBEE, R. W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Arlington. VA: *National Science Teachers Association* (NSTA Press), 2013. ISBN 978-1-936959-25-9.
2. YAKMAN, G. STEAM education: an overview of creating a model of integrative education. [online]. 2008. Доступно по: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
3. RAMALEY, J. A. A new vision for undergraduate science education. Washington, DC: National Science Foundation, 2001. (NSF 01-120). ISBN 978-0-16-066471-1. Доступно по: https://nap.nationalacademies.org/read/11882/chapter/2
4. PERALES, F. J., ARÓSTEGUI, J. L. The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. In: *Arts Education Policy Review*, 2024, vol. 125, nr. 2, p. 59–67. DOI: 10.1080/10632913.2021.1974997.
5. БУДАНОВ, В. Г. *Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании.* Москва: Издательство ЛКИ, 2009. ISBN 978-5-382-00636-6.
6. CENTRE FOR EDUCATION STATISTICS AND EVALUATION. Cognitive load theory: Research that teachers really need to understand. Sydney: CESE, 2017.
7. FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. In: *American Psychologist*, 1979, vol. 34, no. 10, p. 906–911. DOI: 10.1037/0003-066X.34.10.906.
8. DUMBRĂVEANU, R. Pixeli spre inovație: Proiecte de lecții și proiecte STEAM în clasa digitală. Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, 2023.
9. MECC. Fizica: Curriculum național. Clasele VI–IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare (versiunea rusă). Chișinău: Lyceum, 2020. 116 p. ISBN 978-9975-3440-4-3. Доступно по: https://mec.gov.md/sites/default/files/fizica_gimnaziu_rus.pdf

CZU: 373.016:51+91 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p263-266

ИССЛЕДУЕМ МОЛДОВУ: МАТЕМАТИКА, ИСКУССТВО И ГЕОГРАФИЯ

Ольга СМИРНОВА, учитель математики
https://orcid.org/0009-0000-6422-4618
e-mail: smirnova.olga@chisinau.edu.md
Теоретический лицей имени Натальи Георгиу

Абстракт. В статье рассматривается использование рабочих листов-раскрасок как инструмента реализации STEAM-подхода в обучении математике. Данный метод объединяет решение математических задач с элементами географии, цифровых технологий и творческой деятельности, что способствует формированию метапредметных компетенций и развитию познавательной активности учащихся. Представлены примеры интеграции содержания разных предметных областей через раскраски-карты, анализируются педагогические результаты и перспективы применения методики.

Ключевые слова: STEAM, трансдисциплинарность, математика, география, цифровые технологии.

Abstract. This article examines the use of coloring worksheets as a tool for implementing a STEAM approach to teaching mathematics. This method combines mathematical problem solving with elements of geography, digital technology, and creative activities, which contributes to the development of meta-subject competencies and the development of students' cognitive activity. Examples of integrating content from various subject areas through coloring maps are presented, and the pedagogical results and potential applications of this method are analyzed.

Keywords: STEAM, transdisciplinarity, mathematics, geography, digital technologies.

Введение

STEAM-образование (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) в последние годы стало одним из ведущих направлений развития педагогики, так как позволяет интегрировать естественнонаучные знания с инженерным и художественным творчеством. Этот подход формирует у учащихся способность решать комплексные задачи, требующие не только знаний в отдельной области, но и умения применять их в междисциплинарном контексте.

STEAM-подход предполагает синтез нескольких направлений:

- *Science (Наука)*: изучение окружающего мира через исследование и практическую деятельность.
- *Technology (Технологии)*: использование цифровых инструментов (например, электронных раскрасок).
- *Engineering (Инженерия)*: умение применять знания для решения конкретных задач (алгоритмизация действий при решении примеров и поиске ответов на карте).
- *Arts (Искусство)*: творческое оформление карты, работа с цветом, развитие эстетического восприятия.

- *Mathematics (Математика)*: выполнение арифметических операций и закрепление навыков работы с целыми числами.

Рабочие листы-раскраски, совмещающие решение математических задач с географической и художественной деятельностью, позволяют объединить все эти компоненты в одном учебном задании. Такой метод способствует формированию креативного мышления, умению находить связи между различными дисциплинами и развивает визуальное восприятие информации.

Цель статьи — показать, каким образом рабочие листы-раскраски могут быть интегрированы в STEAM-образование и как они способствуют развитию метапредметных компетенций учащихся.

Применённые методы и материалы

В рамках проекта STEAM для закрепления темы «Действия над целыми числами» в 6 классе были разработаны рабочие листы-раскраски (Рисунок 1).

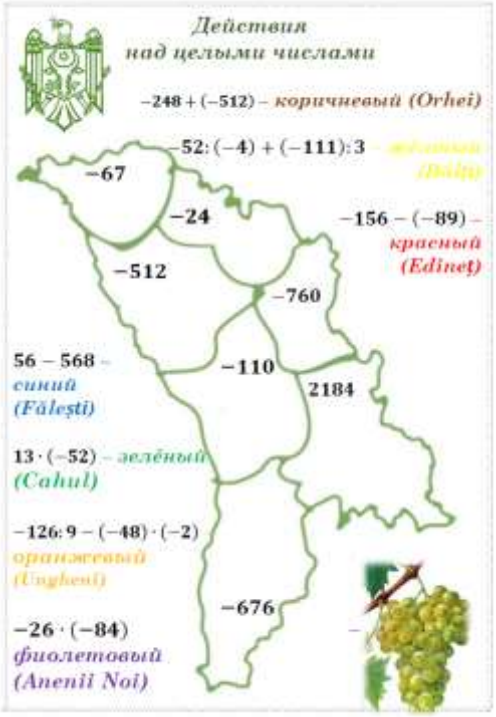


Рисунок 1. Действия над целыми числами

Этапы работы:

1. *Математика*: учащиеся решают примеры с целыми числами.
2. *Наука и География*: найденные ответы соотносятся с объектами на карте Молдовы – вписываются названия городов.
3. *Искусство*: выбранные участки карты закрашиваются определённым цветом (Рисунок 2).
4. *Инженерия***:** изготовление пазла-карты (Рисунок 3).

5. *Технологии*: в домашней работе применяются электронные версии карт, где учащиеся выполняют раскрашивание в цифровом формате (Paint, Photoshop,...) (Рисунок 4).

Рисунок 2. Выполненная работа

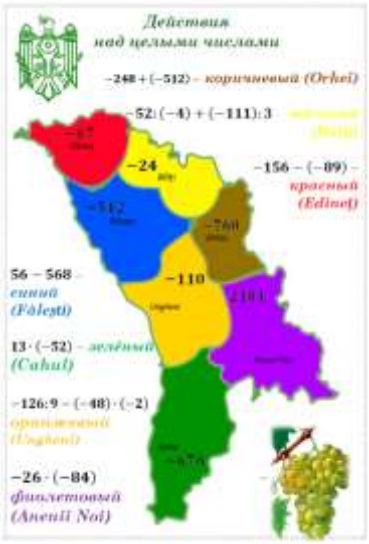


Рисунок 4. Работа, выполненная в цифровом формате

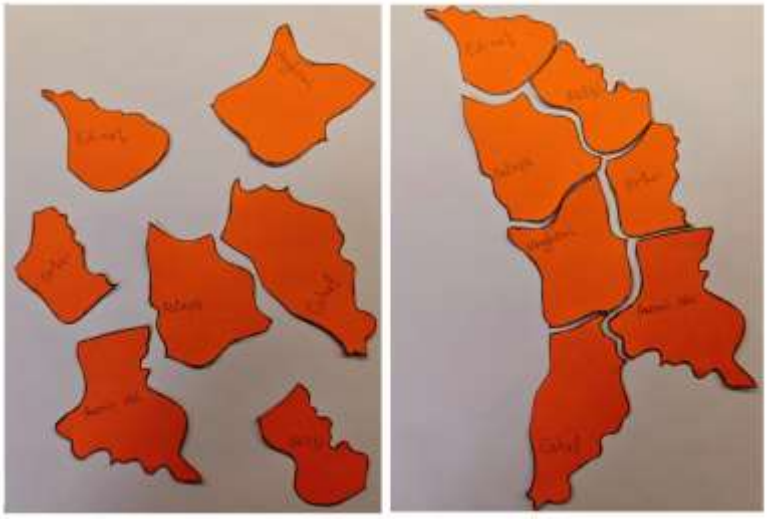


Рисунок 3. Созданный пазл-карта Молдовы

Такой процесс задействует как когнитивные, так и творческие способности учащихся, делая урок более разнообразным и мотивирующим.

Полученные результаты

- *Рост мотивации*: учащиеся воспринимают урок как игру, что снижает тревожность и повышает вовлечённость.
- *Формирование межпредметных связей*: математика тесно связана с географией и искусством.

- *Развитие цифровых компетенций*: использование электронных раскрасок способствует освоению ИКТ.
- *Креативность*: учащиеся проявляют инициативу при выборе цветов для оформления оставшихся пустых элементов раскраски, обсуждают оформление карты.
- *Развитие внимания и памяти*: визуально-пространственная работа облегчает запоминание информации.

Особенно важно, что задания оказались доступны учащимся с разным уровнем подготовки: сильные школьники быстро справлялись с математической частью, слабые проявляли себя в географическом или художественном компоненте, что обеспечивало участие всех.

Выводы

Использование рабочих листов-раскрасок на уроках математики представляет собой эффективный инструмент трансдисциплинарного обучения. Эта методика:

- способствует закреплению математических знаний;
- формирует интерес к географии и расширяет кругозор учащихся;
- развивает метапредметные компетенции, включая умение устанавливать связи между различными областями знаний;
- делает учебный процесс более увлекательным и доступным.

Применение электронных версий раскрасок открывает дополнительные возможности для организации самостоятельной работы и интеграции цифровых технологий в образовательный процесс.

Методика демонстрирует универсальность и может быть адаптирована для разных школьных предметов и возрастных групп. Примеры моих работ можно посмотреть по ссылке: https://read.bookcreator.com/hdJCZ9b9zAeeeJxSOKmCDOs83bp2/vmXyah2pR3G4tXMBJMoHyw

Библиография

1. ACHIRI, I. Matematica și educația STEAM: aspecte transdisciplinare. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/25-29_34.pdf
2. MEC. *Curriculum național*: *Clasele 5-9: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare*. A. Cutasevici, V. Crudu, V. Ceapa (coord.) Chișinău: Lyceum, 2020. (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). ISBN 978-9975-3439-0-9.

Section II.

Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

Secția II.

Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM

CZU: 004.43:37.018:51 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p268-275

ACTIVITĂȚI INTERDISCIPLINARE DE INFORMATICĂ PENTRU MANUALELE DIGITALE DE MATEMATICĂ CLASA A V-A

Nicolae BALMUȘ, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-0491-2918
e-mail: balmus.nicolae@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrare sunt câteva activități interactive, concepute pentru manualele digitale interactive de matematică clasa a V- realizate cu ajutorul software-lui MDIR Constructor în conformitate cu contentul manualelor tipărite și al programelor școlare în vigoare utilizate în Republica Moldova și România. În varianta digitală a manualelor aceste resurse sunt redactabile și pot fi adaptate în funcție de demersul didactic controlat de profesor. În varianta manualului destinat elevilor testele, exercițiile și problemele se rezolvă direct în paginile manualului cu feedback imediat.
Cuvinte cheie: Instruirea asistată de calculator, manual digital redactabil, teste, exerciții și probleme interactive, algoritmi de programare..

Abstract. The paper contains several interactive activities, designed for digital interactive mathematics textbooks for grade 5, created using the MDIR Constructor software in accordance with the content of printed textbooks and school programs in force in the Republic of Moldova and Romania. In the digital version of the textbooks, these resources are editable and can be adapted according to the didactic approach controlled by the teacher. In the version of the textbook intended for students, tests, exercises and problems are solved directly in the pages of the textbook with immediate feedback.
Keywords: Computer-assisted instruction, editable digital textbook, interactive tests, exercises and problems, programming algorithms.

Introducere

În conformitate cu programele școlare în vigoare, în manualele de matematică sunt formulate activități de învățare, rezolvarea cărora necesită cunoștințe de algoritmică, în baza cărora elevii învață diverse metode de rezolvare pas cu pas a exercițiilor și problemelor. Consolidarea acestor cunoștințe se realizează prin multiple activități de formulare și rezolvare repetată a exercițiilor și problemelor de același tip, într-un interval redus de timp cu evaluare/autoevaluare imediată și personalizată. Din punct de vedere tehnic, activități de acest tip nu pot fi realizate în manualele tradiționale, imprimate pe suport port de hârtie. La acest capitol manualele digitale sunt mult mai flexibile.

Din punct de vedere tehnic, prin cod de programare, orice exercițiu sau problemă din manualele de matematică poate fi transformă în activitate interactivă de învățare cu feedback imediat. Rezultatul final depinde de tehnologiile și software-le cu ajutorul cărora se creează manualele digitale. La acest moment tehnologiile existente nu sunt suficient de bine adaptate pentru crearea manualelor digitale interactive de matematică. De exemplu manualele digitale interactive de matematică, clasa a V- din România [1] conțin, preponderent activități multimedia și puține activități de învățare cu feedback imediat.

Software-le MDIR Constructor [2] care se dezvoltă în cadrul Universității Pedagogice de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău, relativ simplu poate fi adaptat pentru crearea manualelor digitale interactive de matematică cu un spectru larg de activități digitale interactive cu feedback imediat.

În această lucrare vor fi descrise câteva exemple de digitalizare a sarcinilor de învățare preluate din manualele de matematică clasa a V-a, editate în Republica Moldova și România, compatibile cu software-le MDIR Constructor.

Aceste activități se realizează în cadrul proiectului de cercetare științifică „*Inovație în proiectarea și valorificarea manualelor digitale interactive de matematică pentru învățământul gimnazial nivel inferior*”, cifrul 25.80012.0807.42SE.

1. Proceduri și funcții de calcul numeric încorporate în software-le MDIR Constructor

Pentru realizarea sarcinilor interactive de învățare formulate în manualele de matematică clasa a V-a, în MDIR Constructor sunt incorporate diverse funcții. Prezentăm în continuare câteva exemple:

Exemplul 1. Ex.10, pag.6 [3] *Descompuneți ca sume ale termenilor de ordin fiecare dintre numerele: 47; 295; 9 247; 6 803; 42 017; 824 009; 3 620 050*.

Pentru realizarea interactivă a acestui exercițiu a fost implementată următoarea funcție care transformă numărul natural *n* în sumă ale terminilor de ordin:

```
function NnToSumTrm(n:int64):string;
//transformă numărul n în suma de termeni 1234=1*1000+2*100+3*10+4
var s:string; nn,i:int64;
begin
 s:=''; i:=0;
 repeat   nn:=n mod 10;
   if nn<>0 then
   if i=0 then s:='+'+(nn).ToString+s else
   s:='+'+(nn).ToString+'×'+(round(power(10,i))).ToString+s;
   n:=n div 10;
   inc(i);
 until n =0 ;
 if s[1]='+' then delete(s,1,1);
 NnToSumTrm:=s;
end;
```

Această funcție poate fi apelată în toate aplicațiile incorporate în software-le MDIR Constructor. În figura 1 este reprezentată o captură de ecran a problemei descrisă în exemplul 1, realizată în format digital interactiv cu ajutorul funcției NnToSumTrm.

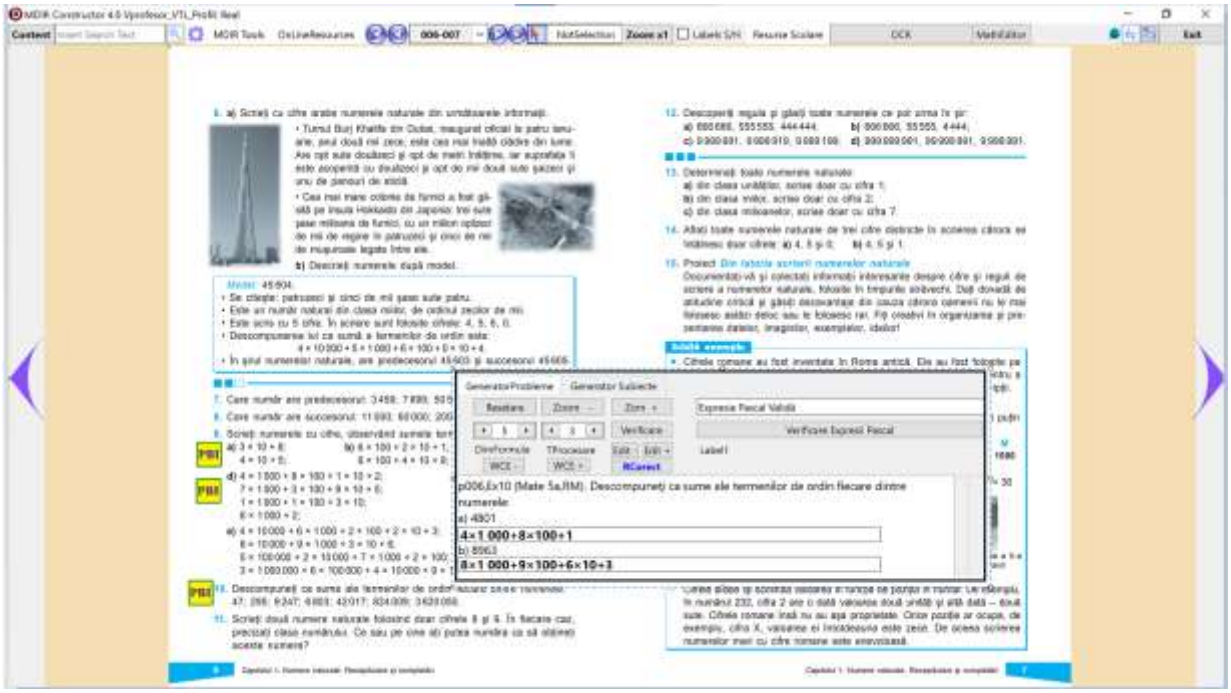


Figura 1. Exemplul 1 de activitate interactivă cu feedback imediat

Exemplul 2. Ex. 12. pag.6,. [3] *Scrieți numărul 31 ca sumă de puteri ale lui 2.*

Pentru realizarea interactivă a acestui exercițiu a fost implementată următoarea funcție care transformă numărul natural n în sumă în sumă de puteri ale numărului 2.

```
function NnToSP2(n:int64):string;
var r:string; p:integer;
Function expn(n:integer):string;
var ns:string;i:integer; const sp:string='⁰Â¹Â²Â³456789';
begin
  ns:=inttostr(n);  for i:=1 to 10 do   ns:=ns.Replace((i-
1).ToString,sp[i]);
  expn:=ns;
end;
begin
    r := '';   p := 0;
    while n > 0 do
    begin
      r := '';
      p := 0;
    while n > 0 do
    begin
      if n mod 2 = 1 then  if r = '' then r := '2' + expn(p)  else  r
:= '2' + expn(p) + '+' + r;
      n := n div 2; p := p + 1;
    end;
  NnToSP2:=r;
end;
```

Această funcție poate fi apelată în toate aplicațiile incorporate în software-le MDIR Constructor. În figura 2 este reprezentată o captură de ecran a problemei descrisă în exemplul 2, realizată în format digital interactiv cu ajutorul funcției NnToSP2.

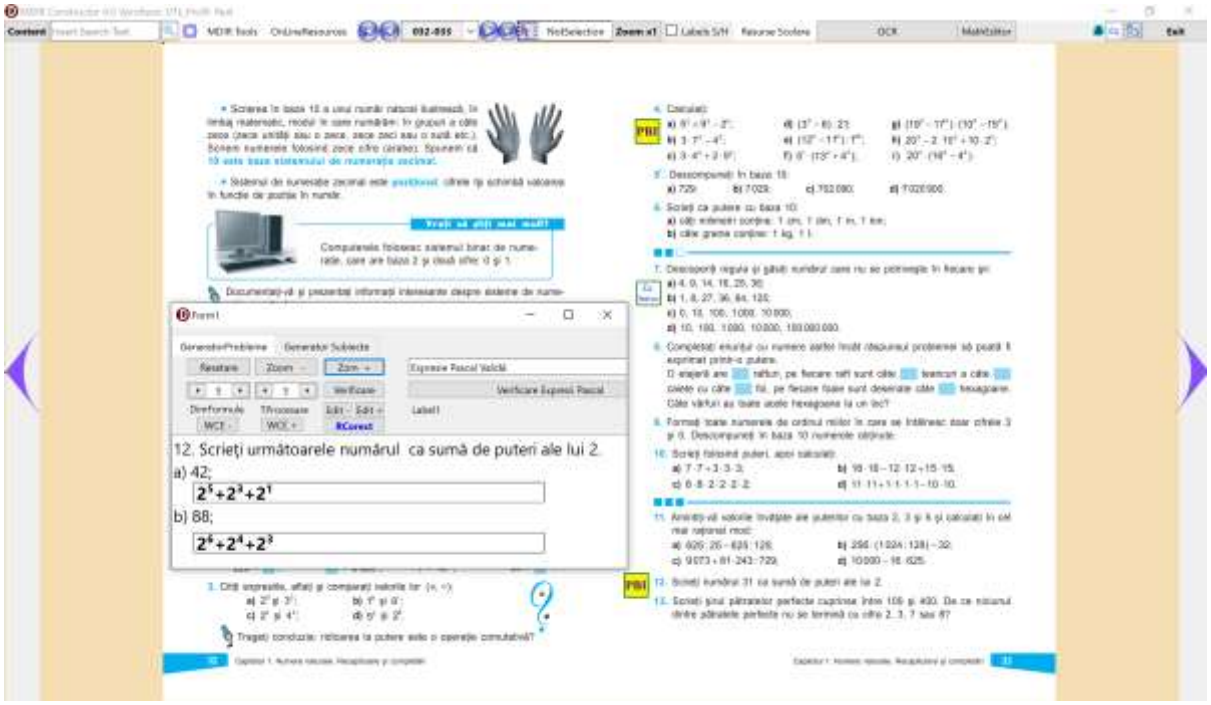


Figura 2. Exemplul 2 de activitate interactivă cu feedback imediat

Exemplu 3. Ex. 6. pag.20, [1]. *Ordonează crescător numerele 23, 17, 107, 98, 208, 87.*

Pentru realizarea interactivă a exercițiilor de acest tip au fost implementate două funcții SNOC și SNOD care ordonează crescător/descrescător un șir de numere naturale.

```
Function SNOC(s:string):string;
  //sorteaza  in ordine crescatoare un sting cu valori numerice
//separate prin virgula, exemplu '12,9,4,1'>>'1,4,9,12'
procedure SOCVector(var V: array of integer);
var
  i, j, n: integer; temp:integer ;
begin
n:=length(V);
  for i := 0 to N - 1 do for j := i+1 to N-1 do
  if v[i]>v[j] then begin temp:=v[i];v[i]:=v[j];v[j]:=temp; end;
end;
var x:array of integer; i,n:integer; ss:string;
 begin
   n:=0;for i := 1 to length(s) do if s[i]=',' then inc(n);
   setlength(x,n+1); i:=1;
   while pos(',',s)<>0 do
   begin ss:=copy(s,1,pos(',',s)-1); x[i-1]:=ss.ToInteger; inc(i);
   delete(s,1,pos(',',s)); end;
   x[i-1]:=s.ToInteger;
```

```
SocVector(x);
ss:=''; for i:=0 to high(x) do ss:=ss+x[i].ToString+',';
delete(ss,length(ss),1);
snoc:=ss;  end; //SNOC
```

Aceste funcții, de asemenea pot fi apelate în toate aplicațiile incorporate în software-le MDIR Constructor. În figura 3 este reprezentată o captură de ecran a problemei descrisă în exemplul 3, realizată în format digital interactiv cu ajutorul funcțiilor SNOC, SNOD.

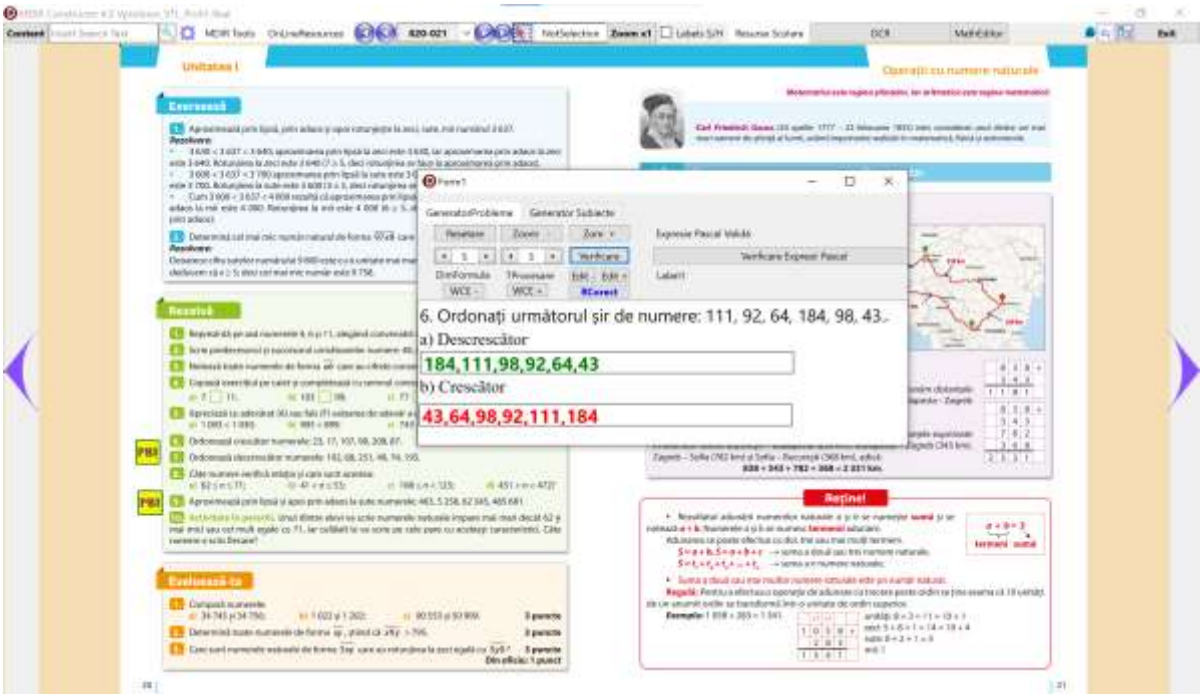


Figura 3. Exemplul 3 de activitate interactivă cu feedback imediat

În manualele de matematică clasa a V-a sunt formulate sarcini de transformare a numerelor din format arab în format roman și invers. Pentru aceste scopuri în MDIR Constructor au fost incorporate funcțiile: NnToRoman și RomanToInt.

```
function NnToRoman(num: integer): string;
const
  Nvals = 13;
  vals: array [1..Nvals] of word =
    (1, 4, 5, 9, 10, 40, 50, 90, 100, 400, 500, 900, 1000);
  roms: array [1..Nvals] of string[2] =
    ('I', 'IV', 'V', 'IX', 'X', 'XL', 'L', 'XC', 'C',
    'CD', 'D', 'CM', 'M');
var
  b: 1..Nvals;
```

```
Function RomanToInt(const S: string): integer;
const
  RCh = ['C', 'D', 'I', 'L', 'M', 'V', 'X'];
  RVs: array['C'..'X'] of Word =
  (100, 500, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 50, 1000, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 5, 0, 10);
var  Idx, Next: Char;  I: Integer;
begin  I := 0;
  while (I < Length(S)) do begin
    Inc(I);  Idx := UpCase(S[I]);
    if Idx in RCh then begin
```

```
begin
  result := '';
  b := Nvals;
  while num > 0 do
  begin
    while vals[b] > num do
      dec(b);
    dec (num, vals[b]);
    result := result + roms[b]
  end;
end;
```

```
      if Succ(I) <= Length(S)
then Next := UpCase(S[I + 1])
      else Next := #0;
      if (Next in RCh) and
(RVs[Idx] < RVs[Next]) then
begin
 Inc(Result, RVs[Next]);
 Dec(Result, RVs[Idx]);
 Inc(I);
 end else Inc(Result, RVs[Idx]);
 end; end;end;
```

În baza acestor funcții este implementată funcția DataToFRoman care transform data din format 12:9:2025 in format roman XII:IX:MMXXV:

```
Function DataToFRoman(dta:string):string;
var d,ln,an:integer; s,ds,lns,ans:string;
begin s:=dta;  ds:=copy(s,1,pos(':',s)-1); d:=ds.ToInteger;
  delete(s,1,pos(':',s));  lns:=copy(s,1,pos(':',s)-1);
  ln:=lns.ToInteger;delete(s,1,pos(':',s));
  an:=s.ToInteger;
  result:=NnToRoman(d)+':'+NnToRoman(ln)+':'+NnToRoman(an) ;
end;
```

Exemplu 4. Ex. 3,4, pag.15, [1]. *Scrie cu cifre romane data de naștere, data curentă,....*

În figura 4 este reprezentată o captură de ecran a probleme1 descrisă în exemplul 4, realizată în format digital interactiv cu ajutorul funcției DataToFRoman.

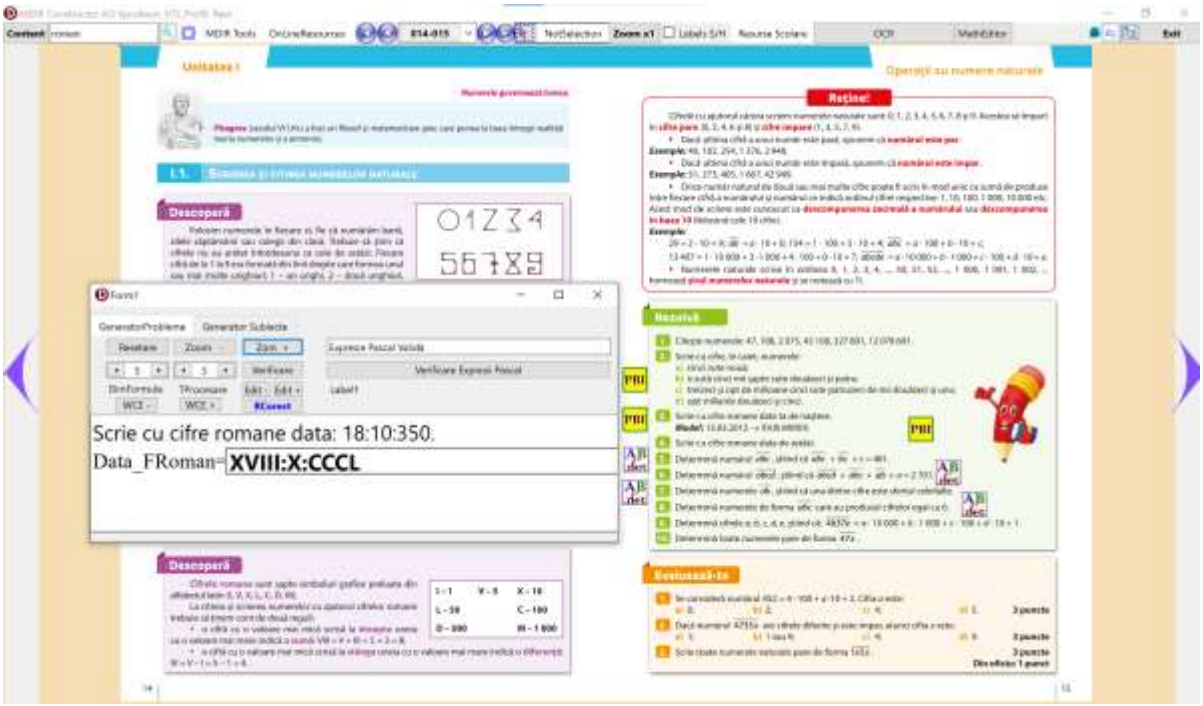


Figura 4. Exemplul 4 de activitate interactivă cu feedback imediat

2. Activități interdisciplinare de algoritmică și programare compatibile cu manualele școlare de matematică clasa a V-a

În manualele de matematică clasa a V-a [1,3] există multe activități de învățare/evaluare care ar putea fi recomandate profesorilor și elevilor pentru a fi rezolvate prin cod de programare la orele de Matematică sau Informatică și TIC, care în România se predă, începând cu clasa a V-a. Conform programei școlare pentru disciplina Informatica și TIC [1,3], în clasa a V-a, elevii studiază algoritmi cu structuri secvențiale și alternative, iar în clasa a VI-a se studiază structuri repetitive care se recomandă să fie implementate în limbaje de programare cu interfață grafică (Scratch, Blockly) și consolă (C++, Python).

MDIR Constructor are opțiuni cu ajutorul cărora, în paginile manualului digital pot fi incluse soluții de probleme realizate prin cod de programare. În calitate de exemplu vom rezolva o problemă din manualul de matematică clasa a V-a [1], cu următorul enunț:

Exemplu 5. Determină numărul $\overline{abc}$, știind că $\overline{abc} + \overline{bc} + c = 481$ (pb.5,pag.15).

Răspunsul 437, indicat în manual se obține printr-o analiza aritmetică a relației echivalente:

a*100+b*10+c+b*10+c+c=481, sau a*100+b*20+c*3=481.

Elevi atenți mai pot observa încă o soluție: 387.

Aceste două soluții se obțin simplu prin cod de programare în limbajul pe care elevii îl sudează. În figura 5, prin săgeți sunt indicate soluțiile problemei obținute prin cod de programare Pascal, Python și C++.

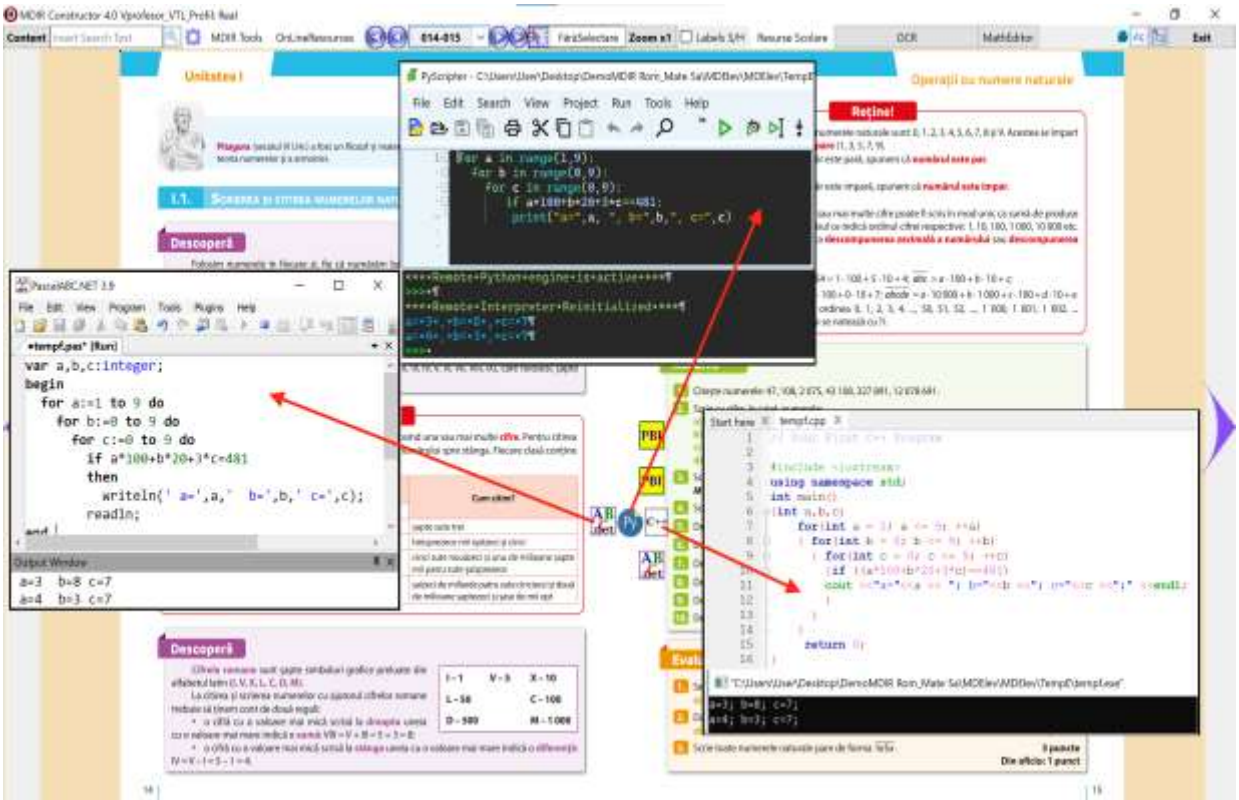


Figura 5. Exemplu de rezolvare a problemelor de matematică prin cod de programare

Concluzii

În lucrare au fost descrise cinci exemple de activități interactive, compatibile cu resursele care se includ în manualele digitale create cu ajutorul software-lui MDIR Constructor. Cu instrumentele MDIR Constructor utilizatori pot crea alte activități asemănătoare, realizate în conformitate cu scenariile din manualul tipărit sau concepute prin scenarii personale. Activitățile concepută de profesor pentru uz privat se includ pe câmpurile manualului digital iar cele concepute pentru elevi se includ în paginile manualului digital. Procesul de includere/excludere a resurselor în paginile și pe câmpurile manualului este descris în sistemul de ajutor al software-lui MDIR Constructor.

Bibliografie

1. VOICULESCU, D.-I., DUMITRESCU, A.-I. și al. Matematică. Manual digital pentru clasa a V-a. https://manuale.edu.ro/manuale/Clasa%20a%20V-a/Matematica/UEFSQUxFTEEgNDU/ [accesat 08.09.2025].
2. BALMUȘ, N., CHIRIAC, T. *MDIR Constructor 3.0.* Certificat AGEPI de înregistrare a drepturilor de autor și conexe. https://db.agepi.md/opere/ Details.aspx?id=47547886782562181 5&nr=475478867825691016 [accesat 08.09.2025].
3. ACHIRI, I., BRAICOV, A. și al. *Matematică: Manual pentru clasa a 5-a*. Chișinău: Editura Prut Internațional, 2020. ISBN 978-9975-54-513-6.
4. Programa școlară pentru disciplina Matematica (clasele gimnaziale, România). https://www.ise.ro/wp-content/uploads/2017/01/informatica-si-TIC.pdf [accesat 08.09.2025].

CZU: 378.091:004.056 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p276-279

IMPORTANȚA DEZVOLTĂRII UNEI CULTURI A SECURITĂȚII CIBERNETICE ÎN RÂNDUL PERSONALULUI DIDACTIC

Violeta BOGDANOVA, PhD, lector universitar
https://orcid.org/0000-0003-4140-6317
e-mail: bogdanovaleta@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Problemele de securitate cibernetică reprezintă în prezent o preocupare pentru toți participanții la procesul educațional: studenți, cadre didactice și administratori. Numeroase instituții de învățământ din întreaga lume sunt supuse atacurilor hackerilor, ceea ce duce la pierderi de reputație și financiare. Problemele de securitate cibernetică sunt abordate în prezent destul de eficient la nivel administrativ. Acest articol examinează modalități de îmbunătățire a abilităților de securitate a informațiilor ale personalului didactic.
Cuvinte cheie: tehnologia informației, securitate cibernetică, competență digitală, listă de verificare, instruire.

Abstract. Cybersecurity issues are currently a concern for all participants in the educational process: students, teachers, and administrators. Numerous educational institutions around the world are subject to hacker attacks, which leads to reputational and financial losses. Cybersecurity issues are currently addressed quite effectively at the administrative level. This article examines.
Keywords: information technology, cybersecurity, digital competence, checklist, training.

Introducere

Problemele de securitate cibernetică reprezintă în prezent o preocupare pentru toți participanții la procesul educațional: studenți, cadre didactice și administratori. Numeroase instituții de învățământ din întreaga lume sunt supuse atacurilor hackerilor, ceea ce duce la pierderi de reputație și financiare. Problemele de securitate cibernetică sunt abordate în prezent destul de eficient la nivel administrativ. Instituțiile de învățământ înființează departamente IT dedicate problemelor de securitate cibernetică. Studenților de la anumite specializări li se predau elementele de bază ale securității cibernetice. Școlile oferă un modul despre siguranța online. Personalul didactic se numără printre cei mai vulnerabili la abilitățile de securitate cibernetică. Acest articol examinează modalități de îmbunătățire a abilităților de securitate a informațiilor ale personalului didactic.

Doar între 2019 și 2025, instituții de învățământ precum Stanford, Universitatea din Minnesota, Universitatea Georgetown, Universitatea Columbia, Universitatea din Manchester și rețeaua educațională finlandeză au fost supuse atacurilor hackerilor [1,2,3,4].

Scopul acestui studiu este de a investiga riscurile cibernetice cu care se confruntă profesorii în activitățile lor profesionale în stadiul actual de dezvoltare IT, precum și de a

dezvolta recomandări pentru personalul didactic pentru a-și îmbunătăți competențele în materie de securitate cibernetică.

Principalele obiective ale studiului sunt:

- analiza riscurilor digitale și a amenințărilor cibernetice care apar în instituțiile de învățământ;
- identificarea principalelor amenințări cibernetice la adresa personalului didactic;
- determinarea cerințelor actuale privind competențele digitale ale profesorilor;
- formularea de propuneri pentru dezvoltarea și îmbunătățirea cunoștințelor și abilităților profesorilor în domeniul securității informațiilor.

Metode şi materiale aplicate

La redactarea lucrării, au fost utilizate metode de cercetare precum abordarea sistemică, metoda analitică și observația.

Ca materiale de cercetare au fost utilizate standardele internaționale în domeniul securității informațiilor [5-8] și Cadrul European de Competențe Digitale pentru Profesori.

Rezultate obținute

Dintr-o abordare sistemică, riscurile cibernetice dintr-o organizație educațională pot apărea în orice subsistem. Această lucrare consideră un subsistem ca fiind totalitatea participanților la procesul educațional. Acesta include studenți, personal didactic, personal administrativ și părți interesate, cum ar fi reprezentanții oficiali ai studenților sau părinții.

Între toți participanții la procesul educațional există relații bidirecționale; o schimbare a stării unui element duce la o schimbare (în grade diferite) a stării altor elemente. Realizarea unor amenințări la adresa securității informațiilor la adresa participanților la sistemul educațional duce la pierderi de reputație și/sau financiare. Cel mai frecvent, toți participanții la sistemul educațional se confruntă cu amenințări rezultate din e-mailuri de tip phishing, piratarea conturilor din cauza parolelor slabe, inginerie socială și software vulnerabil (Figura 1).

Observarea directă pe termen lung a procesului educațional din instituțiile de învățământ a condus la concluzia că profesorii sunt cei mai vulnerabili la amenințările cibernetice. Acest lucru se datorează mai multor factori. În primul rând, cursurile de securitate a informațiilor sunt rareori incluse în formarea personalului didactic. Astfel de cursuri sunt adesea predate studenților din domenii tehnice. În al doilea rând, sistemul de învățământ pune cel mai mare accent pe asigurarea securității cibernetice a studenților.

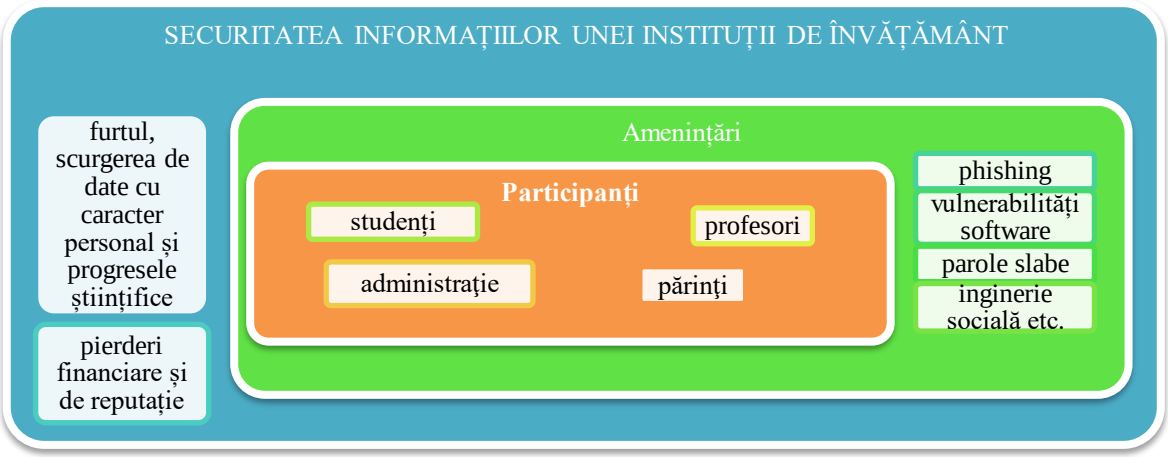


Figura 1. Modelul componenței subsistemului de securitate cibernetică pentru participanții la procesul educațional

De exemplu, majoritatea seminarelor practice pentru profesori se concentrează pe reducerea amenințărilor informaționale la adresa studenților. În al treilea rând, principalele măsuri de securitate a informațiilor din instituțiile de învățământ sunt implementate de specialiști IT. Responsabilitățile acestora includ de obicei asigurarea funcționării corespunzătoare a infrastructurii informaționale și protejarea resurselor informaționale, dar nu și instruirea personalului didactic în elementele de bază ale securității informațiilor.

Pe de altă parte, competențele digitale ale profesorilor moderni sunt destul de solicitante. Cadrul european al competențelor digitale pentru profesori (DigCompEdu) descrie 22 de competențe, organizate în șase domenii (Figura 2). Accentul nu se pune pe abilitățile tehnice, ci fiecare dintre aceste șase domenii este legată într-o oarecare măsură de securitatea informațiilor.

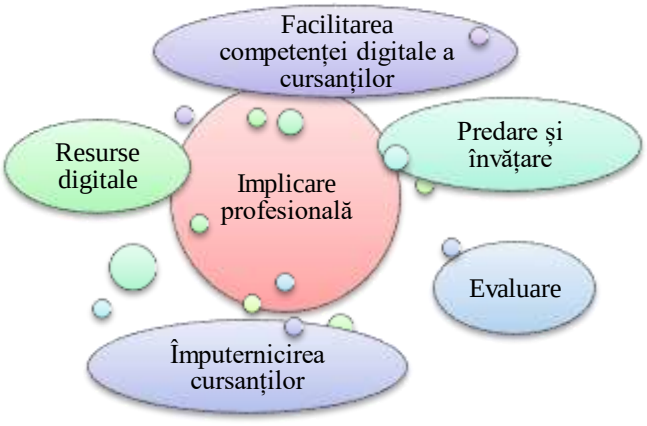


Figura 2. Șase domenii ale competențelor digitale pentru profesori [9]

Pentru a spori competențele personalului didactic în domeniul securității informațiilor, pe lângă desfășurarea de seminare tematice și cursuri de master, este

necesară efectuarea periodică a autoevaluărilor stării de securitate a informațiilor și a competențelor organizației în acest domeniu. Standardele internaționale recomandă utilizarea listelor de verificare ca instrument de autoevaluare.

Concluzii

Amenințările la adresa securității informațiilor afectează toate domeniile activității umane, inclusiv sistemul educațional. Nu se acordă suficientă atenție problemelor de securitate a informațiilor pentru profesori. Cu toate acestea, profesorii sunt o parte vitală a sistemului educațional, deoarece interacționează direct cu elevii și au acces la sistemul informațional al organizației. Pentru a reduce riscul pierderilor de reputație și financiare pentru o organizație ca urmare a amenințărilor cibernetice care vizează profesorii, este recomandabil să se evalueze sistematic competențele profesorilor în materie de securitate a informațiilor și să se organizeze seminare și ateliere de instruire.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. Site-ul oficial al Washington Square News. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://nyunews.com/news/2025/03/22/nyu-website-hacked-data-leak
2. Site-ul oficial cyberinsider. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://cyberinsider.com/columbia-university-suffers-data-breach-affecting-870000-individuals
3. Site-ul oficial sttinfo. [citat 10.10.2025]. Disponibil: sttinfo.fi https://www.sttinfo.fi/tiedote/70198533/
4. Site-ul oficial bbc. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://www.bbc.com/news/uk-england-manchester-66005335
5. ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection.
6. ISO/IEC 27001 Information security management systems — Requirements [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://www.iso.org/standard/27001
7. ISO/IEC 27002. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:27002:ed-3:v2:en
8. ISO/IEC 27005: 2022. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://www.iso.org/standard/80585.html#lifecycle
9. Cadrul european de competențe digitale pentru profesori. [citat 10.10.2025]. Disponibil: https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2023-07/DigCompEdu_RU.pdf?destination=/translated-content/documents%3F

CZU: 378:004:51+53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p280-284

DE LA TEORIE CLASICĂ LA INOVAȚIE STEAM – O TRAIECTORIE PERSONALĂ LA FMTI

Marina BOSTAN, doctor, asistent universitar
https://orcid.org/0000-0002-1191-9501
e-mail: bostan.marina@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Facultatea de FMTI din cadrul UST, fondată în 1930, a evoluat de la un sistem de învățământ tradițional, bazat pe teorie, la o instituție modernă, inovatoare, orientată spre STEAM. De-a lungul istoriei sale de 95 de ani, aceasta s-a adaptat schimbărilor societale și tehnologice, integrând instrumente digitale și abordări interdisciplinare pentru a pregăti studenții pentru secolul XXI. Parcursul meu academic personal, de la studiile universitare de licență din 1999 până la cercetarea doctorală, exemplifică această transformare, evidențiind o trecere de la teoriile matematice pure la o educație creativă, bazată pe tehnologie, care leagă tradiția de inovația orientată spre viitor.
Cuvinte cheie: Matematică și Informatică, Educație STEAM, Tehnologii informaționale.

Abstract. The Faculty of FMTI at UST, founded in 1930, has evolved from a traditional, theory-based education system to a modern, innovative, STEAM-oriented institution. Throughout its 95-year history, it has adapted to societal and technological changes, integrating digital tools and interdisciplinary approaches to prepare students for the 21st century. My personal academic journey, from my undergraduate studies in 1999 to my doctoral research, exemplifies this transformation, highlighting a shift from pure mathematical theories to a creative, technology-based education that connects tradition with future-oriented innovation.
Keywords: Mathematics and Informatics, STEAM Education, Information Technologies.

Introducere

Fondată în 1930, timp de nouăzeci și cinci de ani, Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale (FMTI) a Universității de Stat din Tiraspol (UST), cu sediul la Chișinău, continuă să fie o marcă a excelenței educaționale din Republica Moldova. Fiind prima facultate de științe exacte din Republica Moldova, FMTI a contribuit cu generații de profesori și cercetători la societate și a răspuns și s-a readaptat continuu la schimbările din politica și tehnologia societății. *„Cu toate circumstanțele nefavorabile pentru dezvoltarea universității, ea își continuă activitatea cu ritmuri stabile, contribuie în modul cel mai evident la pregătirea cadrelor profesoral-didactice de înaltă calificare, la modernizarea învățământului formativ în contextul integrării europene, la procesul de renaștere națională și restabilire a identității naționale”* [1]. În lucrarea dată, reflectez personal, cu privire la aniversarea sa, asupra parcursului meu academic - de la admitere în 1999 până la susținerea doctoratului în 2025 - ca o evoluție de la o educație clasică bazată ferm pe teorii matematice pure către inovația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică). Această schimbare este mai mult decât instituțională; este intens personală, deoarece are loc în contextul turbulențelor geopolitice și al reformei educaționale determinate de dorința de integrare digitală.

Am început studiile de licență la UST în 1999, luând bacalaureatul direct de la universitate – o oportunitate rară care mi-a permis o imersiune timpurie în lumea științelor exacte. La acea vreme, programa era influențată de moștenirea sovietică: un ciclu de 5 ani axat pe algebră superioară, analiză matematică și programare introductivă în Pascal. Utilizarea tehnologiilor informaționale era minimă, aproximativ de 10% din cursuri implicând un număr limitat de calculatoare. Predarea era teoretică, cu seminarele pe hârtie, reflectând o dotare instituțională modestă. Ca studentă, am rezolvat problemele matematice manual, admirând rigoarea analitică, dar simțind lipsa aplicațiilor practice. Această etapă mi-a cultivat o bază solidă, esențială pentru cariera mea ulterioară, dar și o conștientizare a nevoii de modernizare. Aniversarea a 95 de ani de la fondarea FMTI, sărbătorită în 2025, coincide cu susținerea tezei mele de doctorat, un moment simbolic care subliniază importanța facultății în viața mea profesională. Parteneriatul cu Universitatea Pedagogică de Stat Ion Creangă (UPSC) din 2022 [2] a dublat resursele, a adus laboratoare STEAM și proiecte interdisciplinare [3]. Acest articol urmează această cale, observând pe parcurs cum o inovație STEAM răstoarnă educația pe dos - de la teoria abstractă la practica creativă.

Studii de licență (1999–2004)

Programul de cinci ani care ducea la obținerea unei licențe în Matematică și Informatică, pe care l-am finalizat în 2004, se baza în mare măsură pe cursuri teoretice. Era unic pentru că se număra printre ultimele promoții care încă urmau ciclul lung de studii până în 2002, care au fost înlocuite treptat cu programe de licență plus masterat, fiecare de doi-trei ani. Supliment la diploma dovedește cât de mult accent se punea pe cursurile de algebră liniară, geometrie analitică sau teoria probabilităților: doar aproximativ zece procente ore practice de lucru erau pe calculator! Predarea se desfășura în principal cu ajutorul cretei și a tablei.

Această perioadă a reflectat contextul post-sovietic: UST, parțial relocată la Chișinău după conflictul din 1992, a păstrat tradiția pedagogică, formând profesori pentru licee. Practica pedagogică a constat în predarea lecțiilor de matematică și informatică în școală rurală, unde elevii rezolvau problemele de mână. Totuși, această rigiditate mi-a dezvoltat răbdarea și precizia, calități cheie pentru cercetare. Absolvirea în 2004, cu o teză despre Bazele lui Gröbner, mi-a deschis ușa către un master cu posibilitatea de a implementa software specializat matematic, dar mi-a arătat și limitele: cum pregătești generațiile pentru era digitală fără instrumente moderne?

Aceasta a fost etapa clasică de bază. Nu aș fi apreciat niciodată pe deplin trecerea la STEAM dacă nu ar fi existat această bază. Astăzi, la FMTI, studenții din primul an se implică în programarea în diferite limbaje precum Python, Java, studierea software-lor matematice specializate, simulări în robotica și VR. Un contrast puternic care subliniază progresul din cadrul acestei facultăți.

Conform „Situației academice pe anii de studii” eliberată împreună cu Diplomă de licență, putem observa că doar 8 discipline din 71 sunt legate de informatică și tehnologii informaționale (vezi Tabel 1). Trebuie de menționat că, conform planului de studii Matematică și Informatică din perioada 1999-2004, 50% dintre disciplinele au forma de evaluare finală - examen, iar 50% au forma de evaluare finală - colocviu.

Tabel 1. Lisa disciplinelor informatice conform planului de studii 1999-2004

Nr.	Discipline
1.	Informatica
2.	Bazele informaticii și tehnicii de calcul (an.I)
3.	Bazele informaticii și tehnicii de calcul (an.II)
4.	Metodica predării informaticii
5.	Curs opțional la informatică
6.	Utilizarea tehnicii de calcul (anul IV)
7.	Utilizarea tehnicii de calcul (anul V)
8.	Curs special

După absolvirea studiilor de licență, în septembrie 2004, am fost angajată la Catedra de „Informatică şi Tehnologii Informaționale în Instruire” din cadrul UPSC în calitate de asistent universitar. În paralel, am depus documentele pentru înscriere la ciclul II - masterat, specializarea Matematică.

Master (2004–2005)

Masteratul de un an în Matematică (2004-2005) a marcat pentru prima dată o deschidere către aplicabilitate tehnologiilor informaționale în practică. Cu introducerea noului modul matematică computațională, deja 20-25% din conținut a fost bazat pe tehnologii informaționale, fiind predat cu ajutorul software Wolfram Mathematica 5 în sesiuni de laborator limitate. Teza de master, fiind continuarea Tezei de licență a fost prima mea experiență de lucru cu software dedicat. Acest program scurt, bazat pe cercetare, m-a orientat spre cariera didactică.

Doctorat (2014–2025)

După ce am predat o perioadă la universitate UPSC, precum și în învățământul gimnazial și liceal, m-am înscris, în anul 2014, într-un program de doctorat în științe ale educației, cu cifrul 532.02 (13.00.02) – Didactica școlară (pe trepte și discipline de învățământ, Informatică), cu durata studiilor de 4 ani, orientat spre cercetare aplicată, la UST. Totodată, am avut ocazie să fiu invitată de către conducătorul meu de doctorat, care este și șeful catedrei „Informatică și Tehnologii Informaționale”, dl. CHIRIAC Liubomir, doctor habilitat, profesor universitar, să activez în cadrul universității UST, în vederea efectuarea cercetării doctorale. Cursurile din programa de doctorat au inclus seminare despre istoria informaticii, didactica informaticii și metodologia digitală, dintre care peste

50% au fost ore practice. Teza de doctorat, care urma să fie susținută în anul 2025, cu titlul: *Implementarea noilor tehnologii în predarea cursului universitar „Teoria grafurilor”* [4] a îmbinat integrarea tehnologiilor moderne în procesul de predare a Teoriei grafurilor cu aplicarea conceptului STEAM. Acesta a fost un moment definitoriu: de la o teză de licență și de master teoretică la o disertație doctorală aplicată, am fost martoră la modul în care informatica devine liantul STEAM. Anul susținerii a coincis cu anul aniversării facultății - un moment de validare personală.

Planul de studii Matematică și Informatică din anul 2025

În 2025, programul de licență este redus la 4 ani, cu 240 de credite transferabile (ECTS), în loc de enumerarea fixă a disciplinelor; accent pe acumularea competențelor, nu pe volum de ore. Aproximativ 40–50% din credite sunt alocate tehnologiilor informaționale, cu integrare practică cu laboratoare și proiecte digitale (vezi Tabel 2). Obiectivele pedagogice sunt focusate pe formarea cadrelor didactice cu competențe digitale și interdisciplinare (matematică aplicată în IT, educație STEM), actualizat periodic pentru exigențele angajatorilor. Au fost actualizate curriculele prin aliniere la politicile naționale și europene, cu accent pus pe mobilitate studențească și cercetare. Educația STEAM, promovată după 2016 prin conferințe anuale organizate la UST din 2022, integrează artele și ingineria cu matematica și informatica. De exemplu, Laboratorul STEAM al UPSC permite simulări VR pentru geometrie 3D, transformând lecțiile în proiecte creative.

Tabel 2. Lisa disciplinelor informatice conform planului de studii 2025-2029

Nr.	Discipline
1.	Fundamentele programării
2.	Sisteme de operare și arhitectura calculatorului
3.	Programarea în limbaje de nivel mediu
4.	Teoria grafurilor
5.	Probabilitatea și statistică matematică
6.	Structuri de date și proiectarea WEB
7.	Transformări geometrice și geometria constructivă
8.	Matematica computațională/ Software matematice
9.	Programarea aplicațiilor Web Client
10.	Programarea vizuală
11.	Baze de date și cunoștințe
12.	Didactica informaticii
13.	Varietăți algebrice și baze Gröbner
14.	Limbaje de asamblare/Programarea orientată pe obiecte
15.	SGBD
16.	Programarea aplicațiilor client-server/Algoritmi genetici
17.	Metode numerice/Programarea logică

18.	Integrarea tehnologiilor informaționale în demersul didactic
19.	Rețele de calculatoare
20.	Tehnici de programare/Rețele Petri și aplicații

Conferința „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (Conceptul STEAM)”, ediția a 5-a, în noiembrie 2025, va prezenta contribuțiile FMTI privind inteligența artificială creativă. Procentul de personal instruit digital a crescut la ~80%, prin programe precum „Tekwill în fiecare școală”.

Concluzii

Traiectoria mea - abiturient în 1999, absolvent în 2004, masterand 2004-2005, doctorand 2014-2025 și profesor în prezent - ilustrează modul în care FMTI a trecut de la teoria clasică la inovația STEAM. De la 10% IT în 1999 la 75% în 2025, facultatea a devenit un laborator al creativității, pregătind specialiști pentru secolul XXI.

La 95 de ani, FMTI nu este doar o instituție, ci o moștenire vie. Reflectând asupra parcursului meu, văd în STEAM o punte între tradiție și viitor: ecuațiile clasice inspiră algoritmi moderni, iar laboratoarele digitale revitalizează pasiunea pentru știință. Ca absolvent și profesor, sunt mândru de această evoluție și optimist în ceea ce privește generațiile viitoare. Reformele vor asigura că FMTI continuă să inoveze, legând teoria, practica și interdisciplinaritatea.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. *Istoria Facultății Fizică Matematică și Tehnologii Informaționale* [citat 29.08.2025]. Disponibil: *https://usteam.md/istoria-facultatii-fizica-matematica-si-tehnologii-informationale/*.
2. HOTĂRÂRE Guvernului Nr. 485 din 13-07-2022. [citat 10.09.2025]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=132127&lang=ro.
3. *Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale* [citat 06.09.2025]. Disponibil: *https://upsc.md/organizare/facultatea-fizica-matematica-ti/*.
4. BOSTAN, M. *Implementarea noilor tehnologii informaționale în predarea cursului universitar „Teoria grafurilor”*: tz. de doct. în științe ale educației (informatică). Chișinău, 2025. 158 p.

CZU: 37.091:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p285-290

DEVELOPING DIGITAL COMMUNICATION SKILLS FOR SOCIAL SERVICES STUDENTS THROUGH THE USE OF CLOUD TECHNOLOGIES

Andrei BRAICOV, PhD, university professor
https://orcid.org/0000-0001-6416-2357
e-mail: braicov.andrei@upsc.md
"Ion Creanga" State Pedagogical University of Chisinau
Ilona POPOVICI, PhD, univ. lecturer
https://orcid.org/0000-0003-2487-6413
e-mail: ilonapopovici8@gmail.com
"B. P. Hasdeu" State University of Cahul

Abstract. The article presents a pedagogical model designed to develop digital communication competence (DCC) among university students for social services through the integration of cloud technologies (CT) into the teaching and learning process. The model is theoretically grounded in national and European educational frameworks, including DigComp 2.2, DigCompEdu, and the European Framework of Key Competences for Lifelong Learning. Its structure, implementation strategy, and validation methodology are described in detail, emphasizing the interrelation between pedagogical principles, technological resources, and competence development. A pedagogical experiment conducted during the 2021–2025 academic years, involving 486 students from four universities in the Republic of Moldova, confirmed that the model significantly enhances students' ability to communicate and collaborate in digital environments. The article also identifies the model's implications for modern university pedagogy and provides recommendations for its future adaptation.

Keywords: digital competence, communication, cloud technologies, blended learning, higher education, pedagogical model.

Rezumat. Articolul prezintă un model pedagogic conceput pentru dezvoltarea competenței de comunicare digitală a studenților pentru servicii sociale, prin integrarea tehnologiilor cloud în procesul de predare și învățare. Modelul are o fundamentare teoretică solidă în documentele educaționale naționale și europene, inclusiv DigComp 2.2, DigCompEdu și Cadrul european al competențelor-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții. Structura, strategia de implementare și metodologia de validare sunt descrise în detaliu, subliniind interdependența dintre principiile pedagogice, resursele tehnologice și dezvoltarea competențelor. Un experiment pedagogic desfășurat în anii universitari 2021–2024, la care au participat 486 de studenți din patru universități din Republica Moldova, a confirmat că modelul contribuie semnificativ la îmbunătățirea capacității studenților de a comunica și colabora în medii digitale. Articolul evidențiază, de asemenea, implicațiile modelului pentru pedagogia universitară modernă și oferă recomandări pentru adaptarea sa viitoare.

Cuvinte-cheie: competențe digitale, comunicare, tehnologii cloud, învățare mixtă, învățământ superior, model pedagogic.

1. Introduction

Digital transformation represents one of the defining phenomena of contemporary education. Over the past decade, rapid advances in information and communication technologies (ICT) have reshaped how people interact, access information, and acquire

knowledge. Educational systems are transitioning from traditional paradigms to digitally mediated environments, where learning occurs through collaboration, problem-solving, and creativity supported by digital tools [7, 8].

The emergence of the digital native generation [6] and the shift of communication to online formats — such as videoconferencing, instant messaging, forums, and social media — have created new challenges for both teachers and students. As noted by Ferrari (2013) and Martin et al. (2020), digital communication competence (DCC) has become a prerequisite for effective participation in academic, professional, and civic life.

In this context, universities play a decisive role in developing digital communication competence (DCC), defined as the ability to interact, collaborate, and share content appropriately in digital environments, respecting netiquette, privacy, and data security.

The European Digital Competence Framework for Citizens (DigComp 2.2) identifies communication and collaboration as one of its five core areas. However, the Moldovan higher education system still faces challenges in implementing coherent strategies for digital competence development [5].

The present study aims to address this gap by proposing a pedagogical model for developing students' DCC for social services through the use of cloud technologies. The model integrates pedagogical, technological, and evaluative dimensions and was validated through an extensive pedagogical experiment across four universities in the Republic of Moldova.

2. Methodology

The research design follows a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative procedures to ensure comprehensive validation of the proposed model. The methodology is structured in three interrelated dimensions: theoretical foundation, experimental validation, and statistical interpretation.

The theoretical stage involved an in-depth analysis of policy and scientific literature on digital competence and communication in higher education. Key references included DigComp 2.2 [8], DigCompEdu [7], the European Framework of Key Competences [2], and the Education Code of the Republic of Moldova (2014). Scientific literature was reviewed to identify effective pedagogical strategies and ICT-based models relevant to competence development [1, 4]. The synthesis of these findings informed the conceptual and operational structure of the model.

A pedagogical experiment was implemented during the academic years 2021–2024, involving 486 students (control and experimental groups) from four Moldovan universities, from the next 5 domains: Humanities, Educational Sciences, Psychology, Law and Public Administration.

The study followed a three-phase structure: Ascertainment Stage: diagnostic testing to determine the initial DCC level; Formation Stage: implementation of the pedagogical

model with emphasis on cloud-based learning environments; Control and Validation Stage: assessment of progress and evaluation of the model's effectiveness.

Digital communication competence was assessed through both formative and summative evaluations, including individual and group assignments in online collaborative environments, digital portfolios, and reflective journals. Express assessment applications integrated in Moodle supported self-evaluation. Indicators were established across three levels of proficiency (basic, intermediate, and advanced), reflecting the integration of knowledge, skills, and attitudes.

The study complied with institutional ethical standards and received approval from participating universities. Participation was voluntary, and informed consent was obtained from all students. Data confidentiality was ensured throughout the experiment.

3. The pedagogical model

The pedagogical model aims to form and develop digital communication competence within university students by integrating cloud technologies into the educational process. It is aligned with Area D2 – Communication and Collaboration of DigComp 2.2, and extends it through the inclusion of a seventh domain: digital communication security, addressing challenges such as cyberbullying, data protection, and privacy management (Figure 1).

Domains of DCC targeted by the model include: (1) Interaction and communication; (2) Content sharing; (3) Collaboration; (4) Netiquette; (5) Digital identity management; (6) Active participation in online communities; (7) Communication security and privacy protection (authors' addition).

The model is grounded in pedagogical principles such as individualization, accessibility, active participation, constructive feedback, non-discrimination, and student-centered learning. These ensure inclusive, interactive, and competence-oriented education.

The relationship between the seven digital communication competence domains and the cloud technologies used for their formation, development, and training is illustrated in figure 2.

Learning Mode: Blended learning integrating synchronous (videoconferencing, webinars) and asynchronous (forums, cloud collaboration) formats. Organization: Individual and team-based activities with rotating roles (moderator, researcher, evaluator). Teaching Methods: Flipped Classroom, Discovery Learning, Project-Based Learning, and Collaborative Problem Solving. Techniques: Think–Pair–Share, Brainstorming, KWL, Forum Discussions, Venn Diagram analysis, and Triple Entry Journals. Assessment: Continuous monitoring through digital portfolios, peer evaluations, and performance rubrics.

The model integrates a set of cloud technologies categorized as follows: Synchronous communication tools (Zoom, Teams, Meet), asynchronous collaboration (Google Docs,

Padlet, Moodle), assessment tools (Google Forms, Mentimeter), content creation tools (Canva, Prezi, Mindmeister), and cloud storage (Google Drive, OneDrive). These tools enable authentic communication, collaboration, and knowledge construction.

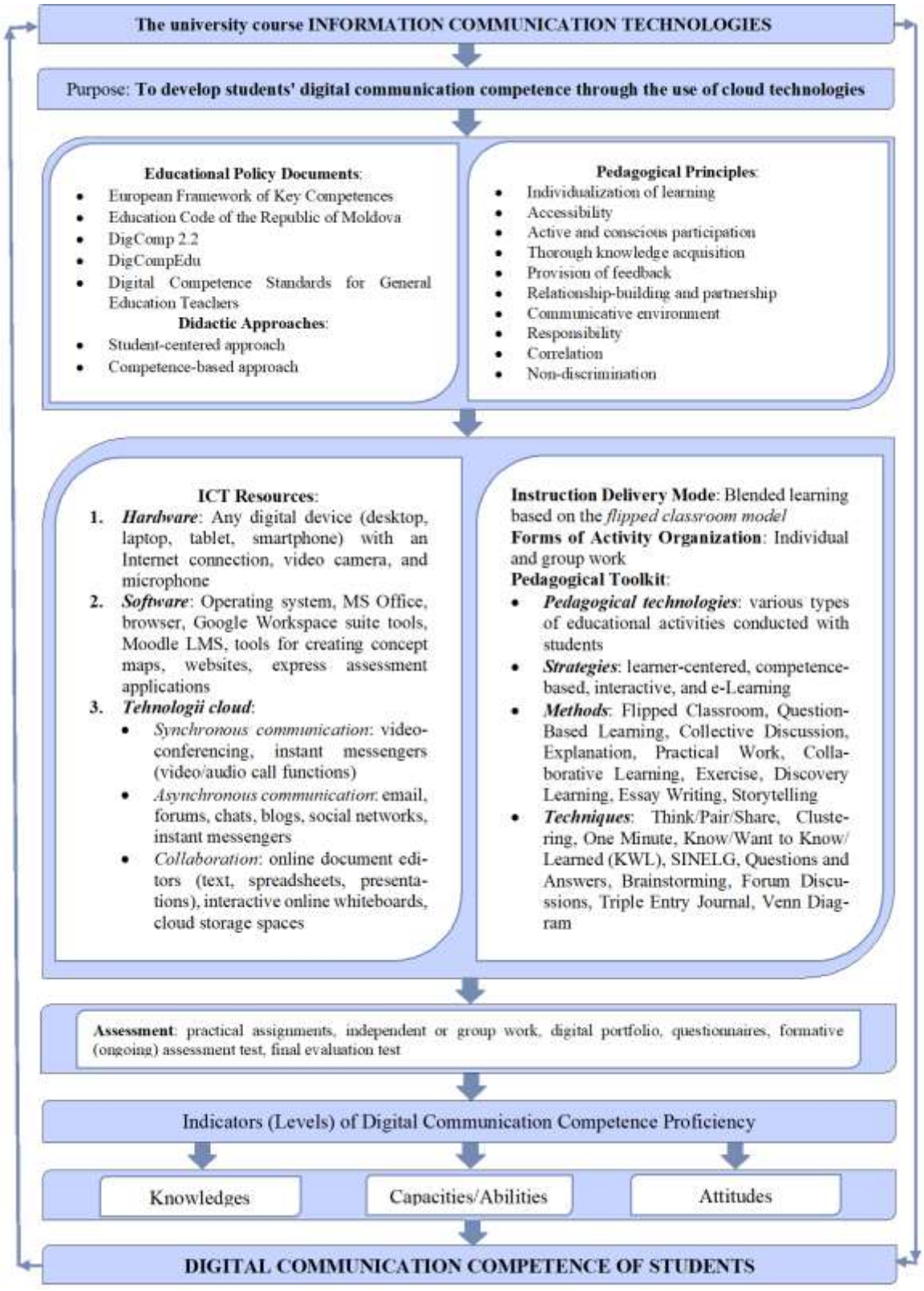


Figure 1. The pedagogical model for developing digital communication skills for social services students through the use of cloud technologies

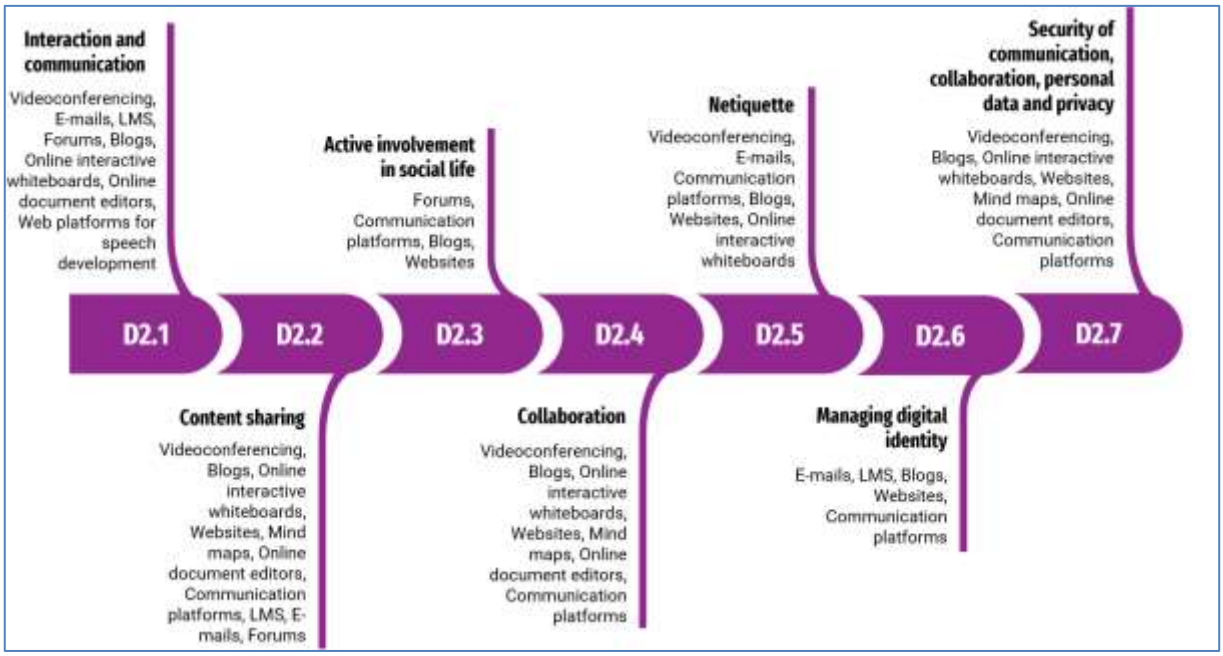


Figure 2. The relationship between the 7 DCC domains and the cloud technologies

The model is characterized by integrity, realism, flexibility, plurivalence, and transdisciplinarity. It ensures the connection between planning, teaching, learning, assessment, and reflection.

The comparative analysis between experimental and control groups revealed a significant improvement in the experimental group's DCC levels. The proportion of students achieving high competence levels increased from 38% to 78%. Statistical analysis using t-Student and Mann–Whitney U tests confirmed the validity of these results at a significance level of $p < 0.05$.

Integrating cloud technologies into university instruction enhances students' ability to communicate, collaborate, and share information responsibly in digital environments. It supports the development of transversal competences such as teamwork, problem-solving, and creativity, while positively influencing communication competence in non-digital contexts. The blended learning design contributed to higher engagement, motivation, and self-regulation among students.

4. Conclusions and recommendations

The pedagogical model for developing students' digital communication competence through cloud technologies proved to be highly effective, leading to measurable and statistically significant progress in the experimental group. The study highlights the pedagogical potential of cloud technologies as instruments for communication, collaboration, and knowledge co-construction in higher education.

Limitations include the need for periodic revision of the model due to rapid ICT evolution, the restriction of the study sample to university students, and the exclusive focus

on digital communication competence. Recommendations: (1) Extend the implementation of the model to teacher training and professional development programs; (2) Integrate emerging technologies such as AI-based collaboration tools and virtual reality; (3) Conduct longitudinal studies to evaluate the sustainability of competence development over time.

Article carried out within the scientific research project "Methodology of ICT implementation in the process of studying real sciences from the perspective of the STEAM concept and Artificial Intelligence", code 040101 (within the institutional research program of the "Ion Creangă" State Pedagogical University in Chisinau).

References

1. BEETHAM, H., SHARPE, R. *Rethinking pedagogy for a digital age: Principles and practices of design* (3rd ed.). Routledge, 2019. 316 p. ISBN 9780815369264. https://doi.org/10.4324/9780429432080
2. European Commission. *Key competences for lifelong learning*. Publications Office of the European Union, 2019. https://education.ec.europa.eu/document/key-competences-for-lifelong-learning
3. FERRARI, A. *A framework for developing and understanding digital competence in Europe (DigComp)*. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, 2013. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83167
4. KRUMSVIK, R. J. *Digital competence in teacher education: Paradigms and challenges*. Springer, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31782-1
5. POPOVICI, I., BRAICOV, A. Pedagogical model for developing digital communication skills in education for social policy and social services. In: *Communication on the 2nd International Conference Contexts of Social Policy and Social Work Policy – Management – Education*. Krakow, 10–11 June 2025.
6. PRENSKY, M. *Education to better their world: Unleashing the power of 21st-century kids*. Teachers College Press, 2018. https://www.tcpress.com/education-to-better-their-world-9780807758831
7. REDECKER, C., PUNIE, Y. *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union, 2017. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466
8. VUORIKARI, R., KLUZER, S., PUNIE, Y., CARRETERO GOMEZ, S. *DigComp* 2.2*: The digital competence framework for citizens*. Publications Office of the European Union, 2022. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415.

CZU: 37.091.3:62:004.8 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p291-295

INTEGRAREA CONCEPTELOR PRIMARE DE INGINERIE ÎN DEZVOLTAREA PROIECTELOR STEAM

Andrei BRAICOV, doctor, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0001-6416-2357
e-mail: braicov.andrei@upsc.md
Tatiana VEVERIȚA, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-0798-0174
e-mail: veverita.tatiana@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Articolul abordează implementarea conceptelor inginerești fundamentale în activitățile de învățare desfășurate în cadrul proiectului inter- și transdisciplinar STEAM4SEA – Construim împreună un robot pentru un mediu acvatic curat, în cadrul proiectului de cercetare bilateral moldo-turc GLISS-STEAM – Predarea STEAM orientată pe probleme globale pentru crearea unui viitor mai durabil. Obiectivul acestei cercetări este de a evidenția rolul principiilor inginerești în activitățile STEAM și de a formula sugestii metodologice privind dezvoltarea gândirii inginerești la elevi. Studiul se bazează pe experiențe practice desfășurate în trei licee din Republica Moldova, unde modelul STEAM a fost aplicat prin proiecte de robotică ecologică.

Cuvinte-cheie: Educație STEAM, inginerie educațională, robotică ecologică, interdisciplinaritate, sustenabilitate, gândire inginerească.

Abstract. The article addresses the implementation of fundamental engineering concepts in the learning activities carried out within the inter- and transdisciplinary project STEAM4SEA – Building Together a Robot for a Clean Aquatic Environment, during the Moldovan-Turkish bilateral research project GLISS-STEAM – Global Issue-Oriented STEAM Teaching to Create a More Sustainable Future. The objective of this research is to highlight the role of engineering principles in STEAM activities and to provide methodological suggestions for developing students' engineering thinking. The study is based on practical experiences conducted in three high schools in the Republic of Moldova, where the STEAM model was applied through ecological robotics projects.

Keywords: STEAM education, educational engineering, ecological robotics, interdisciplinarity, sustainability, engineering thinking.

I. Introducere

Educația contemporană are nevoie de o abordare integrativă care să conecteze cunoașterea teoretică cu aplicabilitatea practică. În acest sens, dimensiunea inginerească a educației STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) devine esențială pentru dezvoltarea unei gândiri tehnice, creative și sustenabile la elevi.

Implementarea proiectelor STEAM poate fi realizată prin diferite abordări metodologice (Braicov, A., Corlat, S., 2023; Braicov, A., Veverița, 2024; Braicov, A., Veverița, 2025), dar, indiferent de abordarea aleasă, de cele mai dese ori se solicită abilitățile inginerești.

Competența inginerească nu se referă doar la cunoștințele tehnice, ci și la capacitatea de a rezolva probleme, de a crea soluții viabile, de a proiecta, construi, testa și perfecționa un produs. Introducerea acestor procese în școală permite dezvoltarea gândirii inginerești la vârste timpurii și oferă elevilor o înțelegere autentică a modului în care știința se aplică în viața de zi cu zi.

Proiectul *STEAM4SEA – Construim împreună un robot pentru un mediu acvatic curat* a constituit un context excelent pentru experimentarea acestor concepte în practica educațională, facilitând o învățare activă și transdisciplinară centrată pe inginerie, ecologie și colaborare.

II. Contextul inițiativei și parteneriatul internațional

Proiectul STEAM4SEA a fost dezvoltat ca parte a inițiativei proiectului bilateral modo-turc *Global Issue-Oriented STEAM Education to Create a More Sustainable Future*. Acesta reprezintă un parteneriat între Universitatea Afyon Kocatepe din Turcia și Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău.

Inițiativa a fost concepută pentru a dezvolta competențele STEAM prin activități educaționale axate pe probleme globale legate de protejarea mediului și utilizarea responsabilă a resurselor. Contextul educațional vizat este anul academic 2024–2025, iar proiectul a fost implementat în trei licee-pilot din Republica Moldova:

- ✓ Liceul Privat „Da Vinci", or. Chișinău;
- ✓ Liceul Teoretic „Aleco Russo", or. Orhei;
- ✓ Gimnaziul „Liubomir Chiriac" din s. Antoneşti, r. Cantemir.

În aceste instituții, activitățile s-au concentrat pe elevii clasei a IX-a, care au participat la o serie de activități transdisciplinare prin intermediul cărora au proiectat și construit roboți ecologici plutitori, capabili să colecteze deșeuri din apă.

III. Rolul noțiunilor primare de inginerie în educația STEAM

Componenta „E" din STEAM – Engineering (Ingineria) – este importantă deoarece transformă învățarea dintr-un act pasiv de recepționare a cunoștințelor în unul activ de creare și inovație. În cadrul activităților STEAM4SEA, ingineria a acționat ca un element de legătură între știință, tehnologie și artă, permițând elevilor să caute relații logice și să dezvolte cunoștințe într-un mod integrat.

Noțiunile primare de inginerie introduse la nivel gimnazial includ:

- ✓ identificarea unei probleme reale și formularea cerințelor tehnice;
- ✓ conceputul de design funcțional – schițarea, modelarea și selecția materialelor;
- ✓ principii mecanice simple – flotabilitate, forțe, echilibru, energie;
- ✓ principii de electricitate și control – conexiuni simple, circuite, senzori, motoare;
- ✓ procesul de optimizare – testare, ajustare, perfecționare;

- ✓ gândirea inginerească – analiza și justificarea soluțiilor propuse.

Aceste noțiuni nu sunt transmise prin predare teoretică, ci sunt descoperite prin experiență directă, elevii transformându-se în „ingineri în formare” care experimentează, creează, testează și învață din propriile încercări.

IV. Metodologia de implementare a activităților inginerești în STEAM4SEA

Proiectul a fost realizat pe baza modelului învățării bazate pe proiecte (Project-Based Learning – PBL), completat cu învățarea colaborativă și învățarea prin descoperire, având ca scop final aplicarea practică a principiilor inginerești în contexte reale.

Etapele procesului de învățare au constat în:

- ✓ Identificarea problemei de mediu – determinarea cauzelor poluării apei și definirea problemei: *Cum putem proiecta un robot care să colecteze deșeurile plutitoare?*
- ✓ Proiectarea robotului – alegerea materialelor reciclabile, realizarea schițelor și investigarea principiilor de flotabilitate și stabilitate;
- ✓ Construirea prototipului – asamblarea componentelor (motoare, senzori, palete, baterii);
- ✓ Programarea robotului – implementarea mișcării și detecției obiectelor prin mediile de programare Scratch, mBlock și Arduino;
- ✓ Testarea și ajustarea – verificarea performanței robotului în apă și ajustarea parametrilor;
- ✓ Demonstrația publică – prezentarea rezultatelor în fața colegilor, profesorilor și comunității.

Profesorii de informatică, fizică, arte și biologie au colaborat interdisciplinar pentru a oferi elevilor atât suport teoretic, cât și instruire practică. Proiectul a promovat:

- învățarea prin greșeală constructivă – experimentare și corectare;
- evaluarea formativă continuă – feedback imediat;
- reflecția comună – analizarea procesului și a rezultatelor.

Această abordare bazată pe cercetare a transformat orele de științe într-un spațiu autentic de experimentare și investigație, în care elevii au devenit mai competenți în gândirea inginerească.

Efectul pozitiv al acestei abordări este confirmat și de implementările similare realizate în școlile din Turcia (Alev, S., Aydoğdu, B., Yıldız Duban, N. etc., 2025).

V. Concluzii și recomandări

Implementarea activităților inginerești în cadrul proiectului *STEAM4SEA* a generat un impact semnificativ atât asupra elevilor, cât și asupra profesorilor:

- ▪ Elevii au dobândit competențe inginerești și digitale, și-au dezvoltat gândirea critică, ecologică și colaborativă;

- Profesorii au învățat să integreze noțiuni tehnice în activități creative, dezvoltând abilități de planificare interdisciplinară;
- Școlile au consolidat parteneriate interne între discipline și externe, cu universități și comunități locale.

Proiectul a culminat cu organizarea conferințelor pedagogice regionale (Chișinău și Orhei, iunie 2025), care au reunit profesori, directori și experți educaționali interesați de promovarea educației STEAM.

Aceste evenimente au confirmat că dimensiunea inginerească este esențială în formarea gândirii integrate și inovatoare, iar modelul STEAM4SEA poate fi adaptat diverselor contexte educaționale pentru a stimula creativitatea și sustenabilitatea.

Integrarea noțiunilor primare de inginerie în activitățile STEAM contribuie la formarea elevilor ca gânditori sistemici, creatori și inovatori responsabili. Proiectul STEAM4SEA a demonstrat că educația inginerească nu aparține exclusiv nivelului universitar, ci poate fi eficient introdusă încă din gimnaziu, prin activități practice, colaborative și ecologice.

Prin abordarea integrată a științei, tehnologiei și artei, școala devine un spațiu al inovației pedagogice și al responsabilității pentru viitor.

Pe baza experienței din proiect, pot fi formulate următoarele sugestii metodologice:

- ✓ Introducerea conceptelor inginerești prin probleme concrete – elevii sunt provocați să rezolve situații reale din viața cotidiană, nu exerciții abstracte.
- ✓ Utilizarea materialelor simple și accesibile – lemn, plastic, materiale reciclabile – cu accent pe sustenabilitate și reutilizare responsabilă.
- ✓ Încurajarea colaborării interdisciplinare – fiecare profesor contribuie din perspectiva propriei discipline la atingerea obiectivelor comune.
- ✓ Înlocuirea evaluării sumative cu evaluarea formativă – se pune accent pe procesul de învățare și pe dezvoltarea gândirii inginerești, mai mult decât pe produsul final.
- ✓ Promovarea reflecției și a comunicării rezultatelor – elevii își prezintă public proiectele, explică soluțiile inginerești alese și propun îmbunătățiri.
- ✓ Integrarea artei și a designului – se caută echilibrul între funcționalitate și estetică, pentru a stimula creativitatea și gândirea vizuală.

Aceste practici susțin dezvoltarea gândirii inginerești prin experiență, reflecție și creativitate.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetare științifică „Global Issue-Oriented STEAM Teaching to Create a more Sustainable Future", cod 24.80013.0807.2TR, din cadrul proiectelor bilaterale moldo-turce (2024-2025), prioritatea strategică IV „Provocări Societale", cu sprijinul financiar oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Bibliografie

1. ALEV, S., KASAPOGLU, K., AYDOĞDU, B., DUBAN, N., et al. Enhancing digital fluency skills and STEAM teaching self-efficacy of teachers of gifted students through digitally supported STEAM learning. In: *School Science and Mathematics*, 2025. https://doi.org/10.1111/ssm.18362
2. BRAICOV, A., CORLAT, S. Un model de activitate educațională STEM implementată prim metoda instruirii în bază de problemă. În: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)"*, ediția a 3-a. Chișinău: UPSC, 27-28 Octombrie 2023, pp. 228-235. ISBN 978-9975-46-813-8
3. BRAICOV, A., VEVERIȚA, T. Rolul facultăților STEM în specializarea inteligentă la nivel național. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*, Ediţia a 4-a, 1–2 noiembrie 2024, Chişinău. Chişinău: CEP UPSC, 2024. pp. 271-275. ISBN 978-5-86654-132-4. https://doi.org/10.46727/c.steam-2024. p271-275
4. BRAICOV, A., VEVERIȚA, T. The ErgoHome model – organizing and implementing a long-term STEAM project. In: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, 2025, nr. 1(39), pp. 35-50, ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. DOI: 10.36120/2587-3636.v39i1.35-50, https://revistaust.upsc.md/index.php/acta_educatie/article/view/1096/1071

CZU: 004.63 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p296-308

ABORDĂRI METODOLOGICE ÎN CREAREA ȘI UTILIZAREA FIȘIERELOR DE DATE STRUCTURATE

Olga CERBU, dr., conf. univ., USM
https://orcid.org/0000-0002-6278-7115 e-mail: olga.cerbu@gmail.com
Aurelia ȚURCAN, dr., conf. univ., ASEM
https://orcid.org/0009-0003-2512-2231 e-mail: aurelia_turcan@mail.ru
Nichita NARTEA, master, USM
e-mail: rrdninc@gmail.com
Adriana COVALI, student UPSC
e-mail: adriana.covali27@gmail.com

Rezumat. În dezvoltarea software, alegerea unui format de fișier structurat pentru stocarea și transferul de date este importantă, deoarece influențează performanța, ușurința de manipulare a datelor și costurile de procesare. Formatele comune pentru fișiere structurate includ CSV, JSON, XML și altele, fiecare având avantaje și dezavantaje tehnice. În acest articol, vom analiza performanța fiecărui format și cum să alegem cel mai bun în funcție de cerințele unei aplicații.
Cuvinte-cheie: fișiere de date structurate; formate de fișier; CSV; JSON; XML; performanța datelor.

Abstract. In software development, choosing a structured file format for data storage and transfer is important, as it affects performance, ease of data manipulation, and processing costs. Common structured file formats include CSV, JSON, XML, and others, each with its own technical advantages and disadvantages. In this article, we will analyze the performance of each format and how to select the best one based on the requirements of an application.
Keywords: structured data files; file formats; CSV; JSON; XML; data performance.

1. CSV (Comma-Separated Values)

CSV este un format simplu de fișier text care stochează datele într-o formă tabelară, unde fiecare linie reprezintă un rând, iar valorile sunt separate de un caracter delimitator (de obicei virgulă) [2].

Caracteristici și performanță:

- *Viteză de citire/scriere:* Fișierele CSV sunt rapid citite și scrise deoarece sunt foarte simple, fiind doar texte cu delimitatori. În multe cazuri, citirea și scrierea datelor din fișiere CSV este mai rapidă decât în formatele mai complexe (JSON, XML).
- *Dimensiune:* Fișierele CSV au o dimensiune mai mică comparativ cu JSON sau XML pentru aceleași date, deoarece nu includ etichete suplimentare sau structuri ierarhice.
- *Limite:* CSV nu este potrivit pentru date complexe, cum ar fi cele ierarhice sau care includ relații între entități. Nu este un format adecvat pentru stocarea metadatelor sau pentru reprezentarea structurii complexe de date.

Fișierele de acest format sunt utilizate: când datele sunt în principal tabele plate (e.g., baze de date, statistici, date financiare); când performanța este critică și nu sunt necesare structuri ierarhice complicate.

Exemplu: Crearea și citirea unui fișier CSV

- *Crearea unui fișier CSV*

Vom crea un fișier CSV care conține informații despre angajați. Fiecare linie va reprezenta un angajat, iar valorile vor fi separate prin virgulă.

```
import csv
# Datele pentru fișierul CSV
header = ['Nume', 'Vârstă', 'Departament']
rows = [
    ['Ion Popescu', 34, 'Vânzări'],
    ['Maria Ionescu', 28, 'Marketing'],
    ['George Vasilescu', 40, 'IT'],
    ['Elena Georgescu', 25, 'HR']
]
# Crearea fișierului CSV
with open('angajati.csv', mode='w', newline='', encoding='utf-8') as
file:
    writer = csv.writer(file)
    writer.writerow(header)  # Scriem header-ul
    writer.writerows(rows)  # Scriem datele
```

Acest cod va crea un fișier CSV numit `angajati.csv`, care va arăta astfel:

```
Nume,Vârstă,Departament
Ion Popescu,34,Vânzări
Maria Ionescu,28,Marketing
George Vasilescu,40,IT
Elena Georgescu,25,HR
```

- *Citirea unui fișier CSV*

Datele vor fi citite din fișierul CSV care a fost creat și vor fi afișate într-un mod ușor de înțeles.

```
import csv
# Citirea fișierului CSV
with open('angajati.csv', mode='r', encoding='utf-8') as file:
    reader = csv.reader(file)
    # Citirea și afișarea header-ului
    header = next(reader)
    print(f"Header: {header}")
    # Citirea și afișarea fiecărui rând
    for row in reader:
        print(row)
```

Iar rezultatul va fi:

```
Header: ['Nume', 'Vârstă', 'Departament']
```

```
['Ion Popescu', '34', 'Vânzări']
['Maria Ionescu', '28', 'Marketing']
['George Vasilescu', '40', 'IT']
['Elena Georgescu', '25', 'HR']
```

Notă explicativă:

1. Crearea fișierului CSV:
   - Am folosit `csv.writer` pentru a scrie datele într-un fișier CSV. `writer.writerow()` scrie un rând (header), iar `writer.writerows()` scrie multiple rânduri (datele angajaților).
2. Citirea fișierului CSV:
   - Am folosit `csv.reader` pentru a citi fișierul CSV. `next(reader)` ne ajută să obținem header-ul (prima linie), iar restul datelor sunt citite într-un loop.

Fișierele CSV sunt foarte eficiente pentru datele simple, tabulare, unde nu există structuri complexe sau ierarhii. Aceste fișiere sunt ușor de citit și procesat, dar nu sunt potrivite pentru date complexe sau pentru stocarea metadatelor detaliate.

2. JSON (JavaScript Object Notation)

JSON este un format de fișier text care reprezintă date în structuri ierarhice (obiecte și liste) și este adesea utilizat pentru API-uri web. Este mai complex decât CSV, dar mai ușor de utilizat și citit de către oameni comparativ cu XML[3].

Caracteristici și performanță:

- *Viteză de citire/scriere*: JSON este mai lent decât CSV, dar are performanțe acceptabile în majoritatea cazurilor. Parțial, aceasta se datorează necesității de a analiza și construi obiecte în memorie. În plus, comparativ cu XML, JSON este mai rapid din punct de vedere al parcurgerii datelor datorită structurii mai simple.
- *Dimensiune*: Fișierele JSON sunt mai mari decât cele CSV, deoarece includ denumirile câmpurilor și structuri ierarhice. De exemplu, o listă de obiecte va conține etichete pentru fiecare câmp.
- *Limite*: Deși JSON este flexibil și poate reprezenta structuri complexe, acesta poate deveni ineficient la stocarea unor volume mari de date, mai ales dacă datele sunt extrem de detaliate sau cu multe niveluri de imbricare.

Fișierele de acest format sunt utilizate atunci când: ai nevoie de o structură ierarhică sau de obiecte complexe; când interacționezi cu API-uri sau aplicații web care folosesc JSON.

Exemplu: Crearea și citirea unui fișier JSON

Vom crea un fișier JSON care conține informații despre angajați, incluzând un obiect pentru fiecare angajat și o listă de angajați.

- *Crearea unui fișier JSON*

Vom crea un fișier JSON care conține informații despre angajați și vom scrie datele într-un fișier folosind modulul `json`.

```
import json
# Datele pentru fișierul JSON
angajati = {
    "angajati": [
        {"nume": "Ion Popescu", "varsta": 34, "departament": "Vânzări"},
        {"nume": "Maria Ionescu", "varsta": 28, "departament":
"Marketing"},
        {"nume": "George Vasilescu", "varsta": 40, "departament": "IT"},
        {"nume": "Elena Georgescu", "varsta": 25, "departament": "HR"}
    ]
}
# Crearea fișierului JSON
with open('angajati.json', 'w', encoding='utf-8') as file:
    json.dump(angajati, file, ensure_ascii=False, indent=4)
```

Acest cod va crea un fișier JSON numit `angajati.json`, care va arăta astfel:

```
{
    "angajati": [
        {
            "nume": "Ion Popescu",
            "varsta": 34,
            "departament": "Vânzări"
        },
        {
            "nume": "Maria Ionescu",
            "varsta": 28,
            "departament": "Marketing"
        },
        {
            "nume": "George Vasilescu",
            "varsta": 40,
            "departament": "IT"
        },
        {
            "nume": "Elena Georgescu",
            "varsta": 25,
            "departament": "HR"
        }
    ]
}
```

- *Citirea unui fișier JSON*

Acum, vom citi fișierul JSON pe care tocmai l-am creat și vom parsa datele într-o variabilă Python, pentru a le utiliza.

```
import json
# Citirea fișierului JSON
with open('angajati.json', 'r', encoding='utf-8') as file:
    angajati_data = json.load(file)
# Afișarea datelor citite
print("Angajați:")
for angajat in angajati_data["angajati"]:
    print(f"{angajat['nume']}, vârsta {angajat['varsta']}, departament:
{angajat['departament']}")
```

Iar rezultatul va fi:

```
Angajați:
Ion Popescu, vârsta 34, departament: Vânzări
Maria Ionescu, vârsta 28, departament: Marketing
George Vasilescu, vârsta 40, departament: IT
Elena Georgescu, vârsta 25, departament: HR
```

Notă explicativă:

1. Crearea fișierului JSON:
   - Am folosit `json.dump()` pentru a scrie obiectul Python (`angajati`) într-un fișier JSON. Opțiunea `ensure_ascii=False` permite salvarea caracterelor speciale, iar `indent=4` formatează fișierul pentru a fi ușor de citit.
2. Citirea fișierului JSON:
   - Am folosit `json.load()` pentru a citi și a parsa fișierul JSON într-un obiect Python. Apoi, am iterat prin lista de angajați pentru a afișa informațiile într-un format prietenos.

JSON este potrivit pentru stocarea și transferul de date complexe, cu structuri ierarhice (obiecte și liste). Este un format foarte folosit în comunicațiile între aplicații web și API-uri. JSON este mai complex decât CSV, dar mult mai flexibil și mai ușor de manipulat pentru date structurate.

3. XML (Extensible Markup Language)

XML este un format text bazat pe etichete care permite stocarea datelor într-o formă ierarhică. Fiecare valoare este învelită într-o etichetă de deschidere și una de închidere. Este utilizat în mod frecvent în servicii web și aplicații care necesită o descriere detaliată a datelor [4].

Caracteristici și performanță:

- *Viteză de citire/scriere:* XML este, în general, mai lent decât CSV și JSON din cauza complexității sintaxei și necesității de a parsează etichetele. De asemenea, procesarea

fișierelor XML poate necesita mai multă memorie datorită ierarhiei și a redundanței informaționale (de exemplu, etichete repetate pentru fiecare element).

- *Dimensiune:* Fișierele XML sunt de obicei mai mari decât cele CSV și JSON, deoarece includ etichete care repetă informații pentru fiecare element, ceea ce face ca fișierele să devină ineficiente în ceea ce privește stocarea datelor voluminoase.
- *Limite:* XML este mai greu de utilizat decât JSON, în special când vine vorba de manipularea datelor într-un limbaj de programare modern. De asemenea, procesarea XML poate consuma resurse semnificative, în special pentru fișiere mari.

Fișierele de format XML sunt utilizate: când trebuie să fie asigurată interoperabilitatea între sisteme diverse (de exemplu, serviciile web bazate pe SOAP); când ai nevoie de o descriere detaliată și bine structurat a datelor (de exemplu, în domeniul medical, financiar sau de reglementare).

Exemplu: Crearea și citirea unui fișier XML

Vom crea un fișier XML care conține informații despre angajați, fiecare având un nume, vârstă și departament. Vom folosi `ElementTree` pentru a crea fișierul XML și pentru a-l citi.

- *Crearea unui fișier XML*

Vom crea un fișier XML cu informațiile despre angajați:

```
import xml.etree.ElementTree as ET
# Crearea rădăcinii documentului XML
root = ET.Element("angajati")
# Crearea datelor pentru fiecare angajat
angajat1 = ET.SubElement(root, "angajat")
ET.SubElement(angajat1, "nume").text = "Ion Popescu"
ET.SubElement(angajat1, "varsta").text = "34"
ET.SubElement(angajat1, "departament").text = "Vânzări"
angajat2 = ET.SubElement(root, "angajat")
ET.SubElement(angajat2, "nume").text = "Maria Ionescu"
ET.SubElement(angajat2, "varsta").text = "28"
ET.SubElement(angajat2, "departament").text = "Marketing"
angajat3 = ET.SubElement(root, "angajat")
ET.SubElement(angajat3, "nume").text = "George Vasilescu"
ET.SubElement(angajat3, "varsta").text = "40"
ET.SubElement(angajat3, "departament").text = "IT"
angajat4 = ET.SubElement(root, "angajat")
ET.SubElement(angajat4, "nume").text = "Elena Georgescu"
ET.SubElement(angajat4, "varsta").text = "25"
ET.SubElement(angajat4, "departament").text = "HR"
# Crearea și scrierea fișierului XML
tree = ET.ElementTree(root)
tree.write("angajati.xml", encoding="utf-8", xml_declaration=True)
print("Fișier XML creat cu succes!")
```

Acest cod va crea un fișier XML numit `angajati.xml`, care va arăta astfel:

```
<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<angajati>
  <angajat>
    <nume>Ion Popescu</nume>
    <varsta>34</varsta>
    <departament>Vânzări</departament>
  </angajat>
  <angajat>
    <nume>Maria Ionescu</nume>
    <varsta>28</varsta>
    <departament>Marketing</departament>
  </angajat>
  <angajat>
    <nume>George Vasilescu</nume>
    <varsta>40</varsta>
    <departament>IT</departament>
  </angajat>
  <angajat>
    <nume>Elena Georgescu</nume>
    <varsta>25</varsta>
    <departament>HR</departament>
  </angajat>
</angajati>
```

- *Citirea unui fișier XML*

Acum, vom citi fișierul XML pe care tocmai l-am creat și vom extrage datele pentru a le afișa într-un format ușor de înțeles.

```
import xml.etree.ElementTree as ET
# Citirea fișierului XML
tree = ET.parse("angajati.xml")
root = tree.getroot()
# Afișarea datelor citite
print("Angajați:")
for angajat in root.findall("angajat"):
    nume = angajat.find("nume").text
    varsta = angajat.find("varsta").text
    departament = angajat.find("departament").text
    print(f"{nume}, vârsta {varsta}, departament: {departament}")
```

Rezultatul va fi:

```
Angajați:
Ion Popescu, vârsta 34, departament: Vânzări
Maria Ionescu, vârsta 28, departament: Marketing
George Vasilescu, vârsta 40, departament: IT
Elena Georgescu, vârsta 25, departament: HR
```

Notă explicativă:

1. Crearea fișierului XML:
   - Am folosit `ElementTree.Element()` pentru a crea elemente XML și `ElementTree.SubElement()` pentru a adăuga subelemente (în acest caz, datele angajaților).
   - `tree.write()` salvează documentul XML într-un fișier, cu opțiunea `xml_declaration=True` pentru a adăuga declarația XML (de exemplu, `<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>`).
2. Citirea fișierului XML:
   - Am folosit `ET.parse()` pentru a citi fișierul XML și `getroot()` pentru a obține elementul rădăcină al documentului.
   - Am iterat prin fiecare angajat și am folosit `find()` pentru a extrage datele din fiecare subelement (`nume`, `varsta`, `departament`).

XML este foarte util pentru stocarea datelor structurate în ierarhii și este folosit frecvent în API-uri și aplicații care necesită o descriere detaliată a datelor. Spre deosebire de JSON, XML poate fi mai greu de manipulat din cauza etichetelor suplimentare, dar este mai flexibil și are suport puternic în aplicațiile enterprise.

4. Avro

Apache Avro este un format de fișier binar utilizat frecvent și un sistem de serializare de date utilizat frecvent în cadrul ecosistemului Hadoop, pentru stocarea și procesarea datelor mari. Avro se bazează pe o schema definită care descrie structura datelor [5].

Caracteristici și performanță:

- *Viteză de citire/scriere*: Avro este foarte eficient în citirea și scrierea datelor datorită compresiei și a schemei binare. Avro oferă performanțe excelente atunci când este utilizat într-un context de procesare a datelor mari (Big Data).
- *Dimensiune*: Fișierele Avro sunt semnificativ mai mici decât CSV sau JSON datorită compresiei eficiente. De asemenea, deoarece Avro include o schemă, nu este necesar să se stocheze informații redundante.
- *Limite*: Avro nu este ușor de citit de către oameni și nu este ideal pentru aplicatii simple sau pentru interacțiunea directă cu fișierele de date.

Sunt utilizate: când lucrezi cu Big Data și procesezi volume mari de date într-un sistem distribuit; când vrei să maximizezi eficiența în termeni de stocare și viteză de procesare.

Exemplu de lucru cu Avro în Python

Vom crea un fișier Avro, vom scrie datele într-un fișier și apoi le vom citi folosind biblioteca `fastavro`. Vom utiliza o schemă Avro pentru a defini structura datelor.

- *Instalarea bibliotecii* `fastavro`

Dacă nu este biblioteca `fastavro` instalată, se poate instala cu pip:

```
pip install fastavro
```

- *Crearea fișierului Avro și scrierea datelor*

Mai întâi, vom crea un fișier Avro care conține informații despre angajați.

```
import fastavro
from fastavro.schema import load_schema
# Definirea schemei Avro pentru fișierul nostru
schema = {
    "type": "record",
    "name": "Angajat",
    "fields": [
        {"name": "nume", "type": "string"},
        {"name": "varsta", "type": "int"},
        {"name": "departament", "type": "string"}
    ]
}
# Datele pentru fișierul Avro
angajati = [
    {"nume": "Ion Popescu", "varsta": 34, "departament": "Vânzări"},
    {"nume": "Maria Ionescu", "varsta": 28, "departament": "Marketing"},
    {"nume": "George Vasilescu", "varsta": 40, "departament": "IT"},
    {"nume": "Elena Georgescu", "varsta": 25, "departament": "HR"}
]
# Scrierea fișierului Avro
with open('angajati.avro', 'wb') as out_file:
    writer = fastavro.writer(out_file, schema, angajati)
print("Fișierul Avro a fost creat cu succes!")
```

Notă explicativă:

1. *Schema Avro:* Schema descrie structura fișierului Avro. Este un obiect JSON care definește tipul de date (de exemplu, `"string"` pentru nume și `"int"` pentru vârstă) și câmpurile care trebuie incluse în înregistrările (recorduri).
2. *Scrierea datelor:* Folosind `fastavro.writer`, putem scrie datele într-un fișier binar Avro. Funcția `writer` necesită fișierul de ieșire, schema și datele ca parametri.

- *Citirea fișierului Avro*

După ce am scris fișierul Avro, vom citi datele din el pentru a le manipula.

```
import fastavro
# Citirea fișierului Avro
with open('angajati.avro', 'rb') as in_file:
    reader = fastavro.reader(in_file)
    # Afișarea datelor citite
    for record in reader:
```

```
        print(f"Angajat: {record['nume']}, Vârsta: {record['varsta']},
Departament: {record['departament']}")
```

Notă explicativă:

1. *Citirea fișierului:* Folosind `fastavro.reader`, putem citi fișierul Avro și obține datele în formatul original.
2. *Manipularea datelor:* Apoi, putem itera prin fiecare înregistrare din fișier și accesa valorile folosind numele câmpurilor definit în schema Avro.

Rezultatul:

Dacă totul funcționează corect, la rularea codului de citire a fișierului, vei obține următorul rezultat:

```
Angajat: Ion Popescu, Vârsta: 34, Departament: Vânzări
Angajat: Maria Ionescu, Vârsta: 28, Departament: Marketing
Angajat: George Vasilescu, Vârsta: 40, Departament: IT
Angajat: Elena Georgescu, Vârsta: 25, Departament: HR
```

- *Avro* este un format binar eficient pentru stocarea și transferul de date, în special atunci când sunt necesare fișiere mari sau procese distribuite, cum ar fi cele folosite în Hadoop.
- *Schema* joacă un rol important în definirea structurii datelor, iar fișierele Avro pot include informații despre tipurile de date, ceea ce ajută la validarea și procesarea eficientă a acestora.
- *Avro* este eficient și în ceea ce privește compresia și citirea datelor, ceea ce îl face o alegere excelentă pentru stocarea datelor în medii de Big Data.

5. Parquet

Parquet este un format de fișier coloanlar utilizat de obicei în ecosistemul Hadoop și Spark, optimizat pentru citirea și scrierea eficientă a datelor structurate. Parquet permite compresia și stocarea eficientă a datelor, fiind potrivit pentru analize complexe[1,5].

Caracteristici și performanță:

- *Viteză de citire/scriere:* Parquet este extrem de eficient datorită modelului său coloanlar, care permite citirea numai a coloanelor necesare. Aceasta reduce semnificativ timpul de procesare atunci când sunt accesate doar anumite subseturi ale datelor.
- *Dimensiune:* Fișierele Parquet sunt mult mai mici decât CSV sau JSON, deoarece beneficiază de tehnici avansate de compresie.
- *Limite:* Parquet necesită mai multă complexitate în gestionare comparativ cu fișierele CSV sau JSON și nu este potrivit pentru utilizarea într-un mediu care nu lucrează cu Big Data sau sisteme de procesare distribuite.

Sunt utilizate când lucrezi cu analize complexe sau Big Data, sau când vrei performanță în procesarea și stocarea datelor.

Exemplu pentru a lucra cu fișiere Parquet în Python

Apache **Parquet** este un format de fișier colonalar**,** foarte eficient pentru stocarea și procesarea datelor mari. Parquet este optimizat pentru citirea și scrierea rapidă a datelor structurate, iar caracteristica sa de a stoca datele pe coloane îl face extrem de eficient pentru analize complexe, în special atunci când doar o subset de coloane este necesar pentru procesare.

În Python, cel mai des folosit pachet pentru a lucra cu fișiere Parquet este `pyarrow`, care oferă funcționalități bune pentru citirea, scrierea și manipularea datelor în format Parquet.

Vom crea un fișier Parquet, vom scrie date în el și apoi vom citi fișierul Parquet pentru a analiza datele.

- *Instalarea pachetului pyarrow*

Pentru a lucra cu Parquet în Python, trebuie să instalezi pachetul `pyarrow`. Poți face acest lucru folosind pip:

```
pip install pyarrow
```

- *Crearea și scrierea unui fișier Parquet*

Vom crea un fișier Parquet care conține informații despre angajați și vom salva datele într-un fișier Parquet.

```
import pyarrow as pa
import pyarrow.parquet as pq
import pandas as pd
# Datele pentru fișierul Parquet
data = {
    'nume': ['Ion Popescu', 'Maria Ionescu', 'George Vasilescu', 'Elena
Georgescu'],
    'varsta': [34, 28, 40, 25],
    'departament': ['Vânzări', 'Marketing', 'IT', 'HR']
}
# Crearea unui DataFrame Pandas din date
df = pd.DataFrame(data)
# Conversia DataFrame-ului Pandas într-un tabel Arrow
table = pa.Table.from_pandas(df)
# Scrierea datelor într-un fișier Parquet
pq.write_table(table, 'angajati.parquet')
print("Fișier Parquet creat cu succes!")
```

Acest cod creează un fișier Parquet numit `angajati.parquet`, care conține informațiile despre angajați într-un format coloanlar. Structura fișierului Parquet va fi optimizată pentru citirea rapidă a coloanelor, ceea ce înseamnă că dacă procesăm doar o coloană sau un subset de coloane, performanța va fi mult mai bună decât în cazul unui fișier CSV sau JSON.

- *Citirea fișierului Parquet*

Acum vom citi fișierul Parquet și vom afișa datele din el.

```
import pyarrow.parquet as pq
# Citirea fișierului Parquet
table = pq.read_table('angajati.parquet')
# Conversia tabelului Arrow într-un DataFrame Pandas
df = table.to_pandas()
# Afișarea datelor
print(df)
```

Rezultatul va fi:

```
       Nume                varsta        departament
0      Ion Popescu         34            Vânzări
1      Maria Ionescu       28            Marketing
2      George Vasilescu    40            IT
3      Elena Georgescu     25            HR
```

Notă explicativă:

1. Crearea fișierului Parquet:
   - *Pandas* este utilizat pentru a crea un `DataFrame` cu datele despre angajați.
   - *pyarrow.Table.from_pandas* convertește acest `DataFrame` Pandas într-un tabel Arrow, care este folosit de Apache Parquet.
   - *pq.write_table* scrie tabelul Arrow într-un fișier Parquet.
2. Citirea fișierului Parquet:
   - *pq.read_table* citește fișierul Parquet într-un tabel Arrow.
   - *table.to_pandas()* convertește tabelul Arrow într-un `DataFrame` Pandas, pentru a putea manipula datele ușor în Python.

- Parquet este foarte eficient în ceea ce privește compresia și stocarea datelor. Deoarece datele sunt stocate pe coloane, Parquet este ideal pentru analize care se concentrează pe anumite coloane dintr-un set de date mare.
- Parquet permite și stocarea de metadate adiționale (precum tipurile de date pentru fiecare coloană), ceea ce face ca procesarea să fie mai eficientă.
- Fișierele Parquet sunt extrem de utile în contextul analizei de date și al procesării pe scara largă, mai ales în ecosistemele de Big Data cum ar fi Hadoop sau Spark.

Alte beneficii ale Parquet:

1. *Performanță mare:* Parquet oferă o performanță superioară atunci când lucrezi cu seturi mari de date, deoarece poate să citească doar coloanele necesare.
2. *Compresie:* Parquet folosește tehnici avansate de compresie, reducând semnificativ dimensiunea fișierelor stocate.
3. *Compatibilitate:* Este complet compatibil cu ecosistemul Hadoop**,** Spark, și alte tehnologii de procesare distribuită, făcându-l ideal pentru aplicații la scară mare.

Concluzii

Alegerea formatului de fișier structurat depinde în mare măsură de cerințele aplicației tale, de volumul de date și de performanța dorită.

- CSV este alegerea ideală pentru date tabelare simple cu cerințe de performanță ridicate.
- JSON este recomandat pentru date ierarhice sau când interacționezi cu API-uri.
- XML poate fi necesar pentru interoperabilitate între sisteme sau pentru date foarte detaliate.
- Avro și Parquet sunt opțiuni excelente pentru Big Data și analize complexe, oferind o performanță superioară în termeni de compresie și viteză de procesare.

Fiecare format are avantaje și limitări tehnice, iar selecția corectă poate face o diferență semnificativă în performanța aplicațiilor.

Bibliografie

1. Apache Parquet Documentation. (n.d.). *Apache Parquet: A columnar storage format*. Disponibil la: https://parquet.apache.org/ Accesat pe 21 octombrie 2025.
2. Python CSV Module Documentation. (n.d.). *CSV File Reading and Writing*. Disponibil la: https://docs.python.org/3/library/csv.html Accesat pe 21 octombrie 2025.
3. Python JSON Module Documentation. (n.d.). *JSON Module in Python*. Disponibil la: https://docs.python.org/3/library/json.html Accesat pe 21 octombrie 2025.
4. Python XML Module Documentation. (n.d.). *xml.etree.ElementTree — The ElementTree XML API*. Disponibil la: https://docs.python.org/3/library/xml.etree.elementtree.html Accesat pe 21 octombrie 2025.
5. *Difference Between Avro, Parquet, and ORC Formats*. (2020). GeeksforGeeks. Disponibil la: https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-avro-parquet-and-orc-formats/ Accesat pe 21 octombrie 2025.

CZU: 51:004.43 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p309-314

EXPLICAȚII METODOLOGICE A PARADOXURILOR ÎN LIMBAJE FORMALE ȘI AUTOMATE

Olga CERBU, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-6278-7115 e-mail: olga.cerbu@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova
Maria ȘTEFÎRȚĂ, masterand
e-mail: maria.stefirta@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă"

Rezumat. Paradoxurile reprezintă o provocare majoră pentru fundamentarea logicii și a limbajelor formale. În contextul limbajelor formale și automate, acestea pot semnala limite structurale, ambiguități semantice sau incoerențe logice. Acest articol oferă o analiză metodologică a principalelor tipuri de paradoxuri, cu accent pe implicațiile lor în construcția și validarea sistemelor formale și automate, precum și pe strategiile utilizate pentru prevenirea sau rezolvarea acestora.
Cuvinte-cheie: paradoxuri logice; limbaje formale; automate; inconsistențe logice; ambiguitate semantică; sisteme automate; metodologie logică; validarea sistemelor formale.

Abstract. Paradoxes represent a major challenge for the foundation of logic and formal languages. In the context of formal and automated languages, they can indicate structural limitations, semantic ambiguities, or logical inconsistencies. This article offers a methodological analysis of the main types of paradoxes, with a focus on their implications for the construction and validation of formal and automated systems, as well as on the strategies used to prevent or resolve them.
Keywords: logical paradoxes; formal languages; automata; logical inconsistencies; semantic ambiguity; automated systems; logical methodology; validation of formal systems.

1. Introducere

Paradoxurile au jucat un rol important în evoluția logicii, matematicii și informaticii. De la celebrul paradox al mincinosului („Această propoziție este falsă") la paradoxul lui Russell, acestea au generat reflecții profunde asupra consistenței și completitudinii sistemelor formale. În era automatizării și a limbajelor formale utilizate în programare, inteligență artificială sau calcul simbolic, paradoxurile nu sunt doar probleme teoretice, ci și obstacole practice.

2. Tipuri de paradoxuri relevante în limbajele formale

I. Paradoxuri semantice

Acestea apar din auto-referință sau ambiguitate. Paradoxul mincinosului este un exemplu clasic: propoziția se autoreferă și conduce la o contradicție logică. În limbajele formale, astfel de paradoxuri pot apărea când expresiile sunt definite recursiv fără o bază clară de interpretare [1, 3].

II. Paradoxuri logico-matematice

Un exemplu notabil este paradoxul lui Russell, care arată limitele teoriei mulțimilor naive. Aplicarea directă a logicii clasice într-un sistem formal automat poate duce la inconsistențe dacă nu sunt respectate reguli stricte de formare a propozițiilor și mulțimilor [2].

3. Relevanța în limbajele automate

Limbajele automate (ex. limbaje de programare, limbaje formale pentru verificarea modelelor, etc.) se bazează pe sisteme formale stricte. Paradoxurile semnalează nevoia unei *metodologii riguroase* pentru:

- Definirea clară a sintaxei și semanticii;
- Eliminarea autoreferențelor periculoase;
- Implementarea unui sistem de tipuri care să prevină expresiile nevalide.

De exemplu, limbaje funcționale precum Haskell folosesc *tipuri puternice* și *evaluare leneșă* tocmai pentru a evita evaluările problematice, potențial paradoxale.

Exemplu Haskell: Evaluare leneșă evitând recursia infinită:

```
-- Lista infinită de numere naturale
naturals :: [Integer]
naturals = [0..]
-- Funcție care ia primele 5 elemente din lista infinită
primeleCinci :: [Integer]
primeleCinci = take 5 naturals
main :: IO ()
main = print primeleCinci
```

Notă explicativă:

- `naturals` este o listă infinită (enumerare de la 0 la infinit).
- Datorită evaluării leneșe, Haskell nu va încerca să genereze întreaga listă, ci doar primele 5 elemente, când este apelată funcția take 5.
- Astfel, programul rulează fără să intre într-un ciclu infinit sau să consume resurse nelimitat.
- În limbajele cu evaluare strictă, această definiție ar genera un blocaj sau eroare, fiindcă ar încerca să genereze întreaga listă înainte de a lua primele 5 elemente.

4. Strategii metodologice pentru tratarea paradoxurilor

- ***Restricționarea limbajului***

Prin impunerea unor reguli gramaticale stricte și a unei ierarhii între nivelurile de expresie (ex. meta-limbaj vs. limbaj obiect), se evită autoreferințele generatoare de paradoxuri.

```
expressions = [
    "2 + 2",
    "3 * 5",
```

```
    # Evităm expresii care se referă la ele însele pentru a preveni
paradoxuri
]
# Meta-limbaj - cod care evaluează expresiile fără a permite
autoreferințe
def evaluate_expression(expr):
    # Evaluăm doar expresii simple, fără a permite apeluri recursive
sau autoreferențiale
    allowed_chars = "0123456789+-*/ ()"
    if all(c in allowed_chars for c in expr):
        return eval(expr)
    else:
        raise ValueError("Expresie invalidă sau potențial
periculoasă!")
for expr in expressions:
    print(f"{expr} = {evaluate_expression(expr)}")
try:
    dangerous_expr = "evaluate_expression('dangerous_expr')"
    print(evaluate_expression(dangerous_expr))
except ValueError as e:
    print("Eroare:", e)
```

Notă explicativă:

- Limbajul obiect: expresiile sunt tratate ca simple texte, fără puterea de a se autoevalua sau autoreferi.
- Meta-limbajul: codul Python care interpretează/evaluează expresiile verifică strict ce se poate executa, prevenind autoreferențele și codul periculos.
- Astfel, se evită situațiile în care o expresie ar încerca să se evalueze pe ea însăși (autoreferență), care ar putea genera un „paradox” sau o buclă infinită.

- ***Tipuri și sisteme de clasificare***

Sistemele de tipuri pot preveni combinații de expresii invalide. De exemplu, sistemele formale precum lambda-calculul tipat oferă un cadru coerent pentru a evita paradoxurile logice.

```
class TypedValue:
    def __init__(self, value, typ):
        self.value = value
        self.typ = typ  # tipul valorii, ex: 'int', 'str'
def add(a, b):
    if a.typ == 'int' and b.typ == 'int':
        return TypedValue(a.value + b.value, 'int')
    else:
        raise TypeError("Operație invalidă între tipuri diferite")
x = TypedValue(3, 'int')
y = TypedValue(4, 'int')
```

```
result = add(x, y)
print(result.value)  # 7
z = TypedValue("hello", 'str')
try:
    add(x, z)
except TypeError as e:
    print("Eroare:", e)
```

Notă explicativă:

- Clasa TypedValue ține evidența valorii și a tipului său.
- Funcția add verifică dacă ambele argumente sunt de tip int înainte de a face adunarea.
- Dacă tipurile nu se potrivesc, se ridică o excepție, prevenind astfel operații invalide care ar putea duce la erori logice sau paradoxuri.
- Acest mecanism simplificat reflectă modul în care sistemele de tipuri, cum este lambda-calculul tipat, asigură coerența expresiilor.

- ***Teoreme de limitare și completitudine***

Teorema incompletitudinii lui Gödel este ea însăși un exemplu de paradox formalizat riguros. Recunoașterea limitelor inerente ale oricărui sistem formal este esențială în proiectarea limbajelor automate [1, 4].

```
sistem_formal = {
    "A este adevărat",
    "B este adevărat",
}
def verifica_propozitie(propozitie):
    if propozitie in sistem_formal:
        return True
    elif f"Nu {propozitie}" in sistem_formal:
        return False
    else:
        return "Indecidabil"
print(verifica_propozitie("A este adevărat"))      # True
print(verifica_propozitie("C este adevărat"))      # Indecidabil
print(verifica_propozitie("Nu B este adevărat"))   # False
```

Notă explicativă:

- Sistemul conține doar un set limitat de propoziții declarate adevărate.
- Pentru unele propoziții (ex. „C este adevărat”), sistemul nu poate decide adevărul, ilustrând o limită inerentă.
- Aceasta este o analogie simplificată a ideii lui Gödel: există afirmații adevărate în sistem care nu pot fi demonstrate folosind regulile sistemului.

5. Exemple

5.1. Paradoxuri semantice

Acest tip de paradoxuri apare din cauza autoreferinței și a ambiguității semantice. Un exemplu bine-cunoscut este *paradoxul mincinosului*: „Această propoziție este falsă.” Dacă afirmația este adevărată, rezultă că este falsă, iar dacă este falsă, atunci trebuie să fie adevărată. În limbajele formale, asemenea situații se manifestă atunci când nu există o separare clară între nivelurile de exprimare, adică între limbajul folosit pentru descriere (meta-limbaj) și limbajul descris (limbaj obiect).

Aplicație: În limbajul de programare Prolog, o regulă care se autoreferențiază fără o condiție de oprire poate intra într-o buclă infinită, similară unui paradox semantic operațional.

Exemplu Prolog – autoreferință infinită

```
cauta :- cauta.
```

Explicație:

- Fapta (cauta :- cauta.) definește regula cauta apelându-se pe ea însăși, fără niciun caz de oprire.
- Dacă interoghezi:

  ```
  ?- cauta.
  ```

Prolog va intra într-o *buclă infinită*, deoarece regula se cheamă pe sine la nesfârșit, fără o condiție de ieșire.

5.2. Paradoxuri logico-matematice

Aceste paradoxuri rezultă din conflicte interne apărute în structurile logice sau matematice. Un exemplu celebru este paradoxul lui Russell, care demonstrează că ideea unei mulțimi care cuprinde toate mulțimile ce nu se includ pe ele însele duce inevitabil la o contradicție și, deci, la imposibilitatea existenței unei astfel de mulțimi în cadrul unei teorii coerente.

Aplicație:

În limbajele de descriere ontologică, precum **OWL**, dacă o clasă este definită ca fiind complementară cu ea însăși, raționamentul logic eșuează, marcând ontologia ca inconsistentă — efect direct al unui paradox logic.

Exemplu Python: Definirea unei clase care este complementară sieși (conceptual)

```
class MyClass:
    def __init__(self):
       self.is_member = True
    def is_complement(self):
        return not self.is_member
obj = MyClass()
print("Este complementul său însuși?", obj.is_complement() ==
obj.is_member)
```

Notă explicativă:

- obj.is_member spune că obiectul aparține clasei (valoare True).
- obj.is_complement() întoarce opusul lui is_member (False).
- Condiția obj.is_complement() == obj.is_member va fi **False**, deci rezultă o contradicție conceptuală dacă am dori să afirmăm că un obiect este și complementul său în același timp.

6. Concluzii

Paradoxurile nu pot fi ignorate în limbajele formale și automate. Ele constituie semnale de alarmă care indică posibile lacune în definirea regulilor sau a structurii sistemului. O abordare metodologică riguroasă — bazată pe teoriile logice, utilizarea sistemelor de tipuri și o clară separare între nivelurile de limbaj — este esențială pentru construcția de sisteme coerente, robuste și sigure.

Bibliografie

1. FREGE, G. *Grundgesetze der Arithmetik.* Verlag von Hermann Pohle, 1893. 266 p.
2. RUSSELL, B. *Principia Mathematica* (cu A.N. Whitehead) 1926.
3. TURING, A. *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*, 1936.
4. GÖDEL, G. *On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems*, 1992.
5. BARENDREGT, H. *The Impact of the Lambda Calculus in Logic and Computer Science.* In: Bulletin of Symbolic Logic , Volume 3 , Issue 2 , June 1997 , pp. 181 – 215. DOI: https://doi.org/10.2307/421013

CZU: 519.16:004.42 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p315-321

ALGORITM CRIPTOGRAFIC CU APLICAREA IZOTOPILOR DE GRUPOIZI LATINI

Liubomir CHIRIAC, doctor habilitat, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
e-mail: chiriac.liubomir@upsc.md
David EREMEEV, masterand TII
Mihai LUNGU, masterand TII
Universitatea Pedagogica de Stat din Chișinău ”Ion Creangă”

Rezumat. În articolul respectiv **e**ste propus un algoritm nou de criptare si decriptare în baza izotopiilor de grupoizi latini. Algoritmul criptografic dat se deosebește de algoritmul propus în [1] printr-un nivel mai avansat de securitate. Se introduce noțiunea de grad de securitate.
Cuvinte cheie: grupoizi latini, izotopie, criptografie, algoritm de criptare, algoritm de decriptare, grad de securitate, structură algebrică, securitate informatică.

Abstract. In the respective article a new encryption and decrytption algorithm is proposed based on the isotopes of Latin groupoids. The given cryptographic algorithm differs from the algorithm proposed in [1] by a more advanced level of security. The notion of security degree is introduced.
Keywords: Latin groupoids, isotopy, cryptography, encryption algorithm, decryption algorithm, security level, algebraic structure, computer security.

1. Noțiuni de bază

Definiția 1. Fie $(G, *)$, $(H, \circ)$ doi grupoizi. O izotopie de la $(G, *)$ la $(H, \circ)$ este un triplet ordonat: $\phi = (f, g, h)$, al bijecțiilor de la $(G, *)$ la $(H, \circ)$, astfel încât $f(a) \circ g(b) = h(a * b)$ sau $h^{-1}(f(a) \circ g(b)) = a * b$ pentru orice $a, b \in G$.

Grupoidul $(H, \circ)$ se numește izotop al grupoidului $(G, *)$, ori $(H, \circ)$ este izotopic față de $(G, *)$ dacă există o izotopie $\phi = (f, g, h) : (G, *) \to (H, \circ)$.

Definiția 2. O pereche nevidă de mulțimi (G, Al), unde $|G| = n$ și $|Al| = s$, se numește un grupoid latin în raport cu o compoziție sau operația $(\bullet)$ care trimite oricare două elemente $a, b \in G$ către un alt element, $a \bullet b = al_i \in Al$, unde $i = \{1, ..., s\}$ și numărul tuturor elementelor de tipul $al_i \in Al$, dintre care unele pot fi repetate de mai multe ori pe rânduri sau coloane, este egal cu n^2 [1].

O altă versiune a algoritmului criptografic *cu aplicarea izotopilor de grupoizi latini este examinată în* [1].

Exemplu. Fie $Q = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ și $Al = \{-, A, C, E, L, N, O, P, T, R, Z, I, U, ?, !\}$.

Definim compoziția $(\bullet)$ prin intermediul tabelei Cayley:

•	1	2	3	4	5
1	E	-	P	E	P
2	A	C	T	-	N

3| O A P T E

4| A - T I R

5| I Z U ! ?

Atunci, $(Q, Al, \bullet)$ este un grupoid latin.

Astfel, un grupoid latin de ordinul n este un tablou $n \times n$ completat cu s- simboluri distincte (prin convenție Al = $\{al1, ..., als\}$), unde $s \leq n^2$. Trebuie menționat faptul că un ***grupoid latin*** este un ***pătrat latin*** de ordinul n, dacă există un tablou $n \times n$ completat în exclusivitate cu simboluri distincte $n = s$, astfel încât niciun simbol nu se repetă de două ori pe nici un rând sau coloană.

Noțiunea de ***izotopie*** poate fi extinsă și asupra grupoizilor latini. Doi grupoizi latini sunt izotopi dacă fiecare poate fi transformat în celălalt prin permutarea rândurilor și coloanelor. Această relație de izotopie este o relație de echivalență; clasele de echivalență sunt clasele de izotopie.

Alte aspecte ale algoritmilor privind procesul de criptare și decriptare sunt examinate în [2-6].

2. Descrierea algoritmului cu aplicarea izotopilor de grupoizi latini

Să descriem implementarea algoritmului respectiv în criptografie.

Definirea alfabetului și a gradelor de siguranță pentru fiecare caracter ale alfabetului

1. Se definește alfabetul **Al** = {$\mathbf{al}_1$, $\mathbf{al}_2$, ... , $\mathbf{al}_l$} cu un număr de caractere arbitrar ori în funcție de mesajul care trebuie criptat. Fie $\boldsymbol{l \in N}$.
2. Se definesc ***g-grade*** de securitate pentru fiecare simbol al alfabetului, atribuind fiecărui caracter din Al, g-simboluri distincte. Gradele de securitate se definesc arbitrar.

Deci, se definește alfabetul **Al** = {$\mathbf{al}_1$, $\mathbf{al}_2$, ... , $\mathbf{al}_l$} cu numărul de caractere arbitrar, unde $\boldsymbol{l \in N}$ și pentru fiecare caracter $\boldsymbol{al}_i$, $i \in \{1, 2, \dots , l\}$, se stabilesc g-grade de securitate. Altfel spus, fiecare simbol al alfabetului i se atribuie un șir din g-numere care vor fi utilizate la criptarea mesajului.

Exemplu. Fie alfabetul **Al** = {-, A, C, E, L, N, O, P, T, R, Z, I, U, ?, !}, deci **l** = 25. Fie pentru fiecare simbol al alfabetului se stabilește gradul de securitate g = 3. În situația noastră, de exemplu, avem:

A: 793, 251, 330	O: 806, 154, 389	C: 103, 901, 726
- : 513, 259, 764	R: 768, 902, 294	T: 333, 358, 339
P: 132, 715, 767	Z: 798, 579, 973	N: 383, 785, 387
L: 865, 268, 118	I: 317, 520, 306	?: 719, 996, 621
E: 869, 477, 197	U: 376, 373, 332	!: 349, 350, 491

Astfel, în mesajul criptat, deoarece g = 3, simbolul A poate fi exprimat prin numere: *793, 251, 330.*

3. Se definește o mulțime de **n** elemente ordonate **Q** = {1, 2, …, **n**}, unde **n** ∈ **N** și $\boldsymbol{n^2} \geq \boldsymbol{l}$. Mulțimea respectivă va fi necesară pentru definirea unei tabel Cayley de dimensiunea ***n x n*** necesară pentru criptarea mesajului.

Exemplu. Fie **Q** = {1, 2, 3, 4, 5, 6}, deci **n** = 6 și $\mathbf{n}^2 = 6^2 = 36$ este mai mare decât **l** = 25.

4. Se definesc substituțiile **α**, **β,** pe mulțimea **Q.** De regulă vom considera **α** = **β**:

$$\boldsymbol{\alpha} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \mathbf{q}_1 & \mathbf{q}_2 & \cdots & \mathbf{q}_n \end{pmatrix}$$

unde $\boldsymbol{q_1}, \boldsymbol{q_2}, \dots, \boldsymbol{q_n}$ sunt elemente ale mulțimii **Q**.

Exemplu. Fie **Q** = {1, 2, 3, 4} atunci α de exemplu poate fi:

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

Criptarea mesajului. Cheia secretă pentru criptare este alfabetul definit cu *n-grade de securitate* și substituția α. Admitem că interlocutorul A criptează mesajul în felul următor.

5. Interlocutorul A scrie textul secret **M**= {$\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, ..., $\mathbf{a}_m$}, unde **m** este dimensiunea mesajului și $\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, ..., $\mathbf{a}_m$ ∈ **Al**.

Exemplu. Mesajul secret este **M**= {A, -, P, L, E, C, A, T, -, N, O, A, P, T, E, A, -, T, Â, R, Z, I, U,?, ! }, **m** = 25.

Notă. Dacă $m \leq \mathbf{n^2}$ atunci tabelul ar putea fi completat cu diferite simboluri până la dimensiunea $m = \mathbf{n^2}$.

6. Interlocutorul A alcătuiește grupoidul latin, incluzând mesajul secret în tabelul Cayley de dimensiunea **n x n**, și $\mathbf{m} \leq \mathbf{n^2}$.

   Astfel, definim operația „ • ” pe **Q** după cum urmează:

•	1	2	3	4	5
1	A	-	P	L	E
2	C	A	T	-	N
3	O	A	P	T	E
4	A	-	T	I	R
5	Z	I	U	!	?

7. În grupoidul latin (**Q**, •), interlocutorul A substituie fiecare caracter al mesajului secret cu unul din numerele din șirul de numere secrete atribuit caracterului respectiv.

Exemplu. Am codificat mesajul din (**Q**, •) alegând un număr din șirul de numere secrete atribuit caracterului respectiv, conform punctului 2.

•	1	2	3	4	5
1	793	513	132	865	869
2	103	251	333	259	383
3	806	330	132	358	869
4	251	764	339	317	768
5	798	520	376	349	719

8. Textul secret, cu elemente din (**Q**, •), va fi supus criptării duble, prin aplicarea substituției α asupra grupoidului latin (**Q**, •).

Interlocutorul A aplică substituția α asupra grupoidului (**Q**, •), conform regulilor stabilite la acțiunea izotopiilor. Permutările se realizează la primul pas pe linii iar al doilea pas pe coloane.

Exemplu. Fie **Q** = {1, 2, 3, 4, 5} și $\boldsymbol{\alpha} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$.

Atunci:

- linia 5 din (**Q**, •) se transferă în linia 1 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 4 din (**Q**, •) se transferă în linia 3 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 3 din (**Q**, •) se transferă în linia 2 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 2 din (**Q**, •) se transferă în linia 4 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 1 din (**Q**, •) se transferă în linia 5 din (**Q**, $\circ_\alpha$);

În felul acesta a fost construit un nou izotop, grupoidul latin, (**Q**, $\circ_\alpha$).

$\circ_\alpha$	1	2	3	4	5
1	798	520	376	349	719
2	806	330	132	358	869
3	251	764	339	317	768
4	103	251	333	259	383
5	793	513	132	865	869

9. Interlocutorul A aplică substituția **β** asupra grupoidului (**Q**, $\circ_\alpha$):

Permutările se realizează pe coloane.

Exemplu. Fie $\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$

Atunci:

- coloana 5 din (**Q**, •) se transferă în coloana 1 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 4 din (**Q**, •) se transferă în coloana 3 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 3 din (**Q**, •) se transferă în coloana 2 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 2 din (**Q**, •) se transferă în coloana 4 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 1 din (**Q**, •) se transferă în coloana 5 din (**Q**, $\circ_\beta$).

$\circ_\beta$	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	719	376	349	520	798
2	869	132	358	330	806
3	768	339	317	764	251
4	383	333	259	251	103
5	869	132	865	513	793

S-a obținut grupoidul latin (**Q**, $\circ_\beta$).

10. Textul criptat, cu elemente din (**Q**, •), este grupoidul latin (**Q**, $\circ_\beta$). Textul criptat și substituția **α** se transmite public interlocutorului B.

Cheia secretă pentru decriptare este *alfabetul definit și grupoidul latin* în raport cu compoziția „ • ” plus substituția α.

Interlocutorul B primește mesajul criptat (Q, $\circ_\beta$). Având la dispoziție g-gradele de securitate pentru alfabet și calculând $\alpha^{-1} = \beta^{-1}$ poate să decripteze mesajul secret.

11. Interlocutorul B calculează substituția $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$, luând în considerare că $\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \boldsymbol{\alpha}^{-1} \circ \boldsymbol{\alpha} = \mathbf{e}$, unde **e** - substituția identică.

Exemplu. Să se determine α^{-1} pentru substituția α din exemplul precedent.

Deoarece $\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ x & y & z & t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$

este clar că t=2, z=4, y=3, x=1. În așa mod:

$$\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

și $\boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$.

12. Deoarece $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\beta}$, atunci $\boldsymbol{\alpha}^{-1} = \boldsymbol{\beta}^{-1}$, interlocutorul B aplică substituția $\boldsymbol{\beta}^{-1}$ asupra grupoidului latin (**Q**, $\circ_\beta$):

Permutările se realizează pe coloane și ulterior pe linie.

Exemplu. Fie $\boldsymbol{\alpha}^{-1} = \boldsymbol{\beta}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$. Atunci:

- coloana 5 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în coloana 1 din (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$);
- coloana 4 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în coloana 2 din (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$);
- coloana 3 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în coloana 4 din (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$);
- coloana 2 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în coloana 3 din (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$);
- coloana 1 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în coloana 5 din (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$).

$\circ_{\beta^{-1}}$	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	798	520	376	349	719
2	806	330	132	358	869
3	251	764	339	317	768
4	103	251	333	259	383
5	793	513	132	865	869

Am obținut grupoidul latin (Q,$\circ_{\beta^{-1}}$) = (**Q**, $\circ_{\alpha}$).

13. Interlocutorul B aplică substituția α^{-1} asupra grupoidului $(Q,\circ_{\beta^{-1}})$ = (**Q**, $\circ_{\alpha}$): Permutările se realizează pe rânduri aplicând substituția α^{-1}.

Exemplu. Fie $\boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

Atunci:

- rândul 5 din (**Q**, $\circ_{\alpha}$) se transferă în rândul 1 din (Q,•);
- rândul 4 din (**Q**, $\circ_{\beta}$) se transferă în rândul 2 din (Q,•);
- rândul 3 din (**Q**, $\circ_{\beta}$) se transferă în rândul 4 din (Q,•);
- rândul 2 din (**Q**, $\circ_{\beta}$) se transferă în rândul 3 din (Q,•);
- rândul 1 din (**Q**, $\circ_{\beta}$) se transferă în rândul 5 din (Q,•).

Am obținut ($Q,\circ_{\alpha^{-1}}$) = (Q,•).

($\circ_{\alpha^{-1}}$)= (•)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	793	513	132	865	869
2	103	251	333	259	383
3	806	330	132	358	869
4	251	764	339	317	768
5	798	520	376	349	719

14. Mesajul decriptat, coincide cu elementele și structura din (**Q**, •) = $(Q,\circ_{\alpha^{-1}})$.
15. Interlocutorul B restabilește mesajul secret atribuind caracterele respective grupoidului latin $(\mathbf{Q_1},\circ_{\alpha^{-1}})$.

Exemplu. Folosind alfabetul Al cu gradele de securitate definite restabilim mesajul din exemplul precedent și obținem grupoidul latin (**Q**, •).

• | 1 2 3 4 5
--+----------
1| A - P L E
2| C A T - N
3| O A P T E
4| A - T I R
5| Z I U ! ?

Astfel, s-a obținut grupoidul latin (**Q**, •) cu mesajul secret **M**= {A, -, P, L, E, C, A, T, -, N, O, A, P, T, E, A, -, T, Î, R, Z, I, U,?, ! }.

Bibliografie

1. CHIRIAC, L., DANILOV, A., BOGDANOVA, V. Encryption and decryption algorithm based on the Latin groupoid isotopes. In: *Acta et Commentationes, Exact*

and Natural Sciences. Volume 2(14), 2022, pp. 117–131. ISSN: 2537-6284. E-ISSN: 2587-3644.

2. CHIRIAC, L.; DANILOV, A. Abordari metodice privind aplicarea quasigrupurilor la dezvoltarea unor metode de criptografie. In: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, 2020, vol. 22, no. 4, pp. 7–17.
3. DANILOV, A.; CHIRIAC, L. Studierea sistemului criptografic asimetric ElGamal, SIPAMI. In: *International Symposium "Actual Problems of Mathematics and Informatics", dedicated to the 90th birthday anniversary of professor Ion Valuta*, November 27-28, 2020, TUM, Chisinau, p. 113.
4. CHIRIAC, L.; DANILOV, A. Abordari metodice in studierea sistemului criptografic asimetric MerkleHellman. In: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 7–23.
5. CHIRIAC, L.; DANILOV, A. Aspecte didactice privind studierea algoritmului de criptare RSA, functiilor hash si semnaturii digitale. In: *Proceedings of the 29-th Conference on Applied and Industrial Mathematics (CAIM2022), dedicated to the memory of Academician Mitrofan M. Choban,* August 25-27, 2022, Chisinau. Communications in Education, pp. 125–134.
6. CHIRIAC, L.; DANILOV, A. Metodologia implementarii izotopiilor de grupoizi la criptarea/decriptarea textelor. In: *A doua Conferinta stiintifica Internationala "Abordari inter/transdisplinare in predarea stiintelor reale,* (Concept STEAM)", 28 - 29 octombrie, 2022, Chisinau, p. 20.

CZU: 37.091:62:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p322-331

METODOLOGIA PROIECTĂRII INGINEREȘTI A PROTOTIPULUI DIN PERSPECTIVA REZOLVĂRII PROBLEMELOR STEAM

Liubomir CHIRIAC, doctor habilitat, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828 e-mail: chiriac.liubomir@upsc.md
Natalia LUPAȘCO, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-3854-2521 e-mail: lupasco.natalia@upsc.md
Maria PAVEL, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-4803-6398 e-mail: pavel.maria@upsc.md
Simona GAVRILĂ, drd.
Universitatea Pedagogică de Stat din Chișinău „Ion Creangă”

Rezumat. Educația în cheia STEAM are drept scop și motivarea elevilor pentru ca să-și dezvolte înțelegerea științifică și competențele de rezolvare a problemelor din lumea reală prin implicarea lor într-un proces de proiectare inginerească. Proiectarea inginerească din perspectiva STEAM este una dintre strategiile utilizate pentru implementarea educației STEAM. În articol este realizată o analiză teoretică și practică a experimentului pedagogic desfășurat în cadrul proiectului ***„Predarea STEAM orientată pe probleme globale pentru crearea unui viitor mai durabil”***. Totodată sunt introduse concepte noi, precum: conceptul formării unei echipei STEAM, conceptul studierii eficiente a problemei STEAM, conceptul proiectării inginerești „înguste” din perspectiva STEAM care completează conceptul proiectării inginerești „extinse” propusă de Hynes și colaboratorii.
Cuvinte cheie: educație STEAM, proiectare inginerească, prototipare educațională, rezolvarea problemelor reale, formarea echipei STEAM, proiectare inginerească „îngustă” și „extinsă”, competențe tehnologice, inovație pedagogică, dezvoltare durabilă, experiment pedagogic STEAM.

Abstract. STEAM education also aims to motivate students to develop their scientific understanding and real-world problem-solving skills by involving them in an engineering design process. Engineering design from a STEAM perspective is one of the strategies used to implement STEAM education. The article presents a theoretical and practical analysis of the pedagogical experiment carried out within the project “***Global Issue-Oriented STEAM Teaching to Create a more Sustainable Future***”. At the same time, new concepts are introduced, such as: the concept of forming a STEAM team, the concept of effectively studying the STEAM problem, the concept of „narrow” engineering design from a STEAM perspective that complements the concept of “broad” engineering design proposed by Hynes and colleagues.
Keywords: STEAM education, engineering design, educational prototyping, real-world problem solving, STEAM team formation, “narrow” and “broad” engineering design, technological competencies, pedagogical innovation, sustainable development, STEAM pedagogical experiment.

1. Probleme și necesități în implementarea conceptului STEAM

Există diverse modalități, instrumente și abordări privind identificarea problemelor și necesităților care țin de procesul de implementare a conceptului STEAM în școli. În acest context vom face referință la rezultatele unui focus-grup organizat cu profesorii din Gimnaziul din Antonești, raionul Cantemir. Opiniile și răspunsurile obținute coincid în

mare parte cu părerile și rezultatele altor focus-grupuri organizate în alte școli din Republica Moldova.

La activitatea respectivă au participat 8 profesori: informatică, matematică, fizică, biologie, geografie, literatura și limba română, limba engleză. În cadrul focus-grupului respectiv profesorilor prezenți li s-au adresat întrebări care țin de implementarea conceptului STEAM și desfășurarea activităților/proiectelor STE(A)M în cadrul instituției de învățământ. Astfel, la întrebarea „Cunoașteți ce înseamnă implementarea conceptului STE(A)M în educație?", toți profesorii prezenți au răspuns afirmativ. Răspunsul era unul previzibil. Despre conceptul STEAM se discută și se vorbește de mulți ani în Republica Moldova, chiar dacă nu există documente oficiale care să reglementeze acest proces.

La întrebarea „Care sunt dificultățile majore în implementarea activităților / proiectelor STEAM în cadrul școlii" au fost primite diverse răspunsuri, dintre care menționăm:

- „Nu este foarte clară metodologia de implementare a activităților/proiectelor STEAM" (F1).
- „Cooperarea insuficientă în cadrul activităților/proiectelor STEAM dintre profesorii de diferite discipline" (M2).
- „Nu avem acces la modele de activități/proiecte STEAM care ne-ar ajuta să ne inspirăm și să le reaplicăm împreună cu elevii noștri " (B1).
- „Nu există ghiduri metodologice practice pe subiecte STEAM care ne-ar orienta, ghida, direcționa activitățile STEAM" (F1).
- „În aria rurală ajung mai încet, mai greu tehnologiile de ultimă oră care ar putea fi utilizate la activitățile/proiectele de tip STEAM. Mă refer la roboți educaționali, dispozitive, echipamente care sunt deja în alte școli " (M2).

La întrebarea „Ce credeți că ar trebui de realizat pentru ca situația să se îmbunătățească în privința procesului de implementare a conceptului STEAM?", răspunsurile ce pot fi menționate sunt:

- „Ar fi bine să fie organizate seminare/traininguri practice, de specialiști cu experiență în domeniu, ca să examinăm activități/proiecte concrete, care și-au demonstrat deja eficacitatea și au avut un impact pozitiv asupra procesului educațional" (F1).
- „Am fi dorit să studiem experiența școlilor care au obținut rezultate concrete la implementarea conceptului STEAM" (G1).
- „Ar fi bine, la etapa inițială, să fim ghidați de cineva cu experiență în implementarea activităților/proiectelor STEM. În felul acesta se învață mai bine" (M2).

- „Este important să înțelegem cum este organizată implicarea și cooperarea profesorilor de la diferite discipline în procesul de implementare a conceptului STEAM” (B1).
- „Ghidurile practice pe subiecte STEAM reprezintă o necesitate stringentă pentru profesori” (C2).
- „Considerăm că ar fi necesar să fim informați și despre temele actuale, problemele, subiectele studiate și șlefuite deja din perspectiva inter/transdisciplinarității, abordabile din punct de vedere metodologic a conceptului STEAM” (F1).

Ideile, cerințele, problemele evidențiate și punctate mai sus, în mare parte, sunt similare și se suprapun cu opiniile exprimate de profesorii din alte școli. Din această perspectivă metodologia, instrumentele propuse pentru rezolvarea lor, în opinia noastră, conțin soluții comune, similare la problemele menționate.

2. Predarea integrată a științelor și conexiunile cu conceptul STEAM

Se cunoaște că obiectivul central în abordările de tip STEAM este de a constitui așa un mediu de învățare încât elevul să fie încurajat, stimulat, predispus să se implice prin efort propriu, aplicând propriile cunoștințe și abilități, în parteneriat cu colegii săi, în soluționarea unor probleme reale.

Este necesar de menționat că activitățile/proiectele de tip STEAM de multe ori depășesc procesul educativ non-formal și creează situații „aproape” de cele reale, de mediu ambiant, în care elevul nimerind este nevoit să acționeze cu responsabilitate, aplicând cunoștințele acumulate, stimulând imaginația și curiozitatea, interacționând cu alți colegi și profesorii. În felul acesta elevul soluționează problema, realizează sarcinile învățând activ, descoperindu-se pe sine însuși și dezvoltându-și pasiunile.

În prezent se promovează intens conceptul de *predare integrată a științelor,* care din anumite perspective, favorizează și abordarea subiectelor de tip STEAM. Implementarea conceptului de *predare integrată a științelor* impune reconsiderări radicale privind alcătuirea și organizarea conținuturilor, inclusiv metodele de predare-învățare. Abordarea integrată în procesul de predare-învățare presupune stabilirea unor diverse grade de integrare la nivelul conținuturilor și conceptelor științifice, orientându-se spre atingerea obiectivelor care este dificil de atins în cazul cadrelor specializate pe o singură disciplină. Astfel, în acest sens, impactul pozitiv al abordării integrate se referă la [1-5]:

- *Concentrarea nemijlocită pe implementarea activităților/proiectelor de tip STEAM;*
- *Interacțiunea subiectelor și examinarea teoretică și practică a lor din perspectiva diverselor discipline;*
- *Evidențierea conexiunilor intre conceptele din diverse științe;*

- *Identificarea și soluționarea de probleme practice, corelate cu mediu cotidian și axate pe viața reală și care reprezintă testul principal al abordării integrate.*

Chiar dacă abordarea integrată scoate din izolare domeniile de studiu și contribuie la stabilirea conexiunilor intre conceptele diverselor domenii științifice producând efecte pozitive, în același timp, sunt opinii care ne previn să nu exagerăm în această privință, motivând că *„în anumite situații înțelegerea și studiul conceptelor științifice prin intermediul abordării respective se face, volens-nolens, superficial”*.

În cazul matematicii, de exemplu, aplicarea formulei care se referă la volumul sferei ori volumul conului, la rezolvarea unei probleme practice, poate fi preluată și utilizată fără demonstrație de către elevi. Da, scopul poate fi atins. Problema practică se rezolvă. Dar, această abordare, nu este favorabilă elevilor care au aptitudini deosebite pentru matematică, care vor să studieze matematica în profunzime. Aceste observații sunt juste și pentru cazul altor domenii. În contextul dat, argumentele și formula folosită de profesor în cazul abordării integrate, *„Vă rog să mă credeți că relația matematică utilizată este corectă”*, nu întotdeauna este benefică pentru elevii talentați la matematică.

În continuare, nu vom insista pe identificarea avantajelor și dezavantajelor acestui concept, cu toate că examinarea *predării integrate a științelor* din mai multe perspective, prezintă un interes științifico-metodic major pentru cercetători.

3. Conceptul formării unei echipe STEAM și rolul ei în procesul de implementare a activităților/proiectelor

Proiecte/activități de tip STEAM țin de diferite sfere de activitate ale omului, precum: economie, protecția mediului, arhitectură, construcție, transport, interculturalitate, informatizare etc. Toate proiectele/activitățile respective revendică o abordare integrată și studierea integrată a științelor.

Proiectele/activitățile de tip STEAM reprezintă unul din factorii centrali în studierea științelor reale și modalitatea prin care se verifică modul și gradul în care s-au asimilat noțiunile și conceptele teoretice din matematică, fizică, chimie, biologie, geografie, informatică etc. Proiectele/activitățile de tip STEAM au un rol informativ semnificativ, cu ajutorul lor se evidențiază rolul științelor reale în viața reală.

Subiectul unui proiect/activitate de tip STEAM este un enunț clar, logic și argumentat, prin care se oferă anumite informații elevilor/studenților și în care se cere de la elevii din ECHIPĂ, să manifeste inițiativă, să activeze în grup, să colaboreze și interacționeze eficient, să consulte experți din diverse domenii, să argumenteze/demonstreze/soluționeze o problemă inter/transdisciplinară din viața reală.

Din această perspectivă implementarea unui proiect de tip STEAM, poate fi realizată cu succes numai în ECHIPĂ, necesită gândire creatoare și reprezintă o activitate cognitivă complexă, datorită implicării cognitive în situații diverse cu multe necunoscute

și care solicită eforturi intelectuale și fizice speciale din partea întregii ECHIPE. Implementarea proiectelor respective necesită din partea ECHIPEI de elevi deprinderi și priceperi privind realizarea investigațiilor euristice cât și folosirea metodelor cunoscute, procedeelor știute, algoritmilor cunoscuți pentru rezolvarea problemelor complexe.

Echipa care va fi implicată în procesul de implementare a proiectelor/activităților STEAM, trebuie să respecte anumite valori și principii. În acest context menționăm:

- *Stabilirea obiectivelor comune*. Toți membrii echipei de implementare a proiectului STEAM trebuie să cadă de comun acord asupra obiectivelor și a modalităților de realizare a obiectivelor.
- *Împărtășirea valorilor comune*. Membrii echipei manifestă deschidere, încredere, respect reciproc și umor.
- *Crearea unui mediu de încredere și siguranță*. Un astfel de mediu contribuie la exprimarea liberă a ideilor și stimulează activitățile și dialogul între elevi, dezvoltând o cultură a încrederii.
- *Norme de comportament*. Stabilirea unor reguli interne, scrise sau nescrise, care să definească comportamentul acceptabil în cadrul echipei.
- *Repartizarea clară a rolurilor în procesul de implementare a proiectului STEAM*. Liderul echipei trebuie să ofere instrucțiuni clare, să definească rolurile, sarcinile și responsabilitățile fiecărui membru al echipei. Totodată, membri echipei cu abilități și perspective diferite, trebuie să se completeze reciproc pentru a rezolva problemele într-un mod mai eficient.

4. Cum se examinează o problemă de tip STEAM? Conceptul proiectării inginerești „înguste” din perspectiva STEAM

În primul rând, înainte de a formula problema STEAM pentru rezolvare, este necesară îndeplinirea unor condiții psiho-pedagogice premergătoare. Astfel, menționăm:

- Elevii sunt informați și cunosc despre problemele și dezastrele ecologice din lume. Sunt la curent cu problemele ecologice care țin de răspândirea necontrolată a plasticului (discipline: Biologia, Ecologia, Geografia).
- Elevii sunt la curent cu elementele de bază care țin de programarea *C/C++*, *Scratch* (discipline: Informatica).
- Elevii cunosc și știu care este rolul *navelor multifuncționale autopropulsate* de depoluare și colectare a deșeurilor solide și lichide din râuri, lacuri, mări și oceane (discipline: Ecologia, Geografia).
- Elevii cunosc și știu cum se poate calcula *traiectoria mișcării, deplasării* unui obiect pe o suprafață plată (discipline: Matematică, fizică).

- Elevii au cunoștințe tehnice, fizice și *pot proiecta, asambla, confecționa diverse obiecte, dispozitive, roboți educaționali* folosind plăci dezvoltatoare și module electronice (discipline: Educație Tehnologică, Fizică).

Problema ecologică formulată pentru echipele de elevi: *Proiectarea și construcția a unui prototip, a unei mini-nave multifuncționale autopropulsate de depoluare și colectare a deșeurilor din plastic care navighează într-un vas cu apă.*

Scopul principal al procesului de proiectare este de a rezolva problema de inginerie, construcția mini-navei multifuncționale autopropulsate. Problemele de inginerie sunt în mare parte probleme nestructurate. În acest context imaginația elevilor joacă un rol important în proiectarea mini-navei autopropulsate. După formă ori design modelele de prototip pot fi diferite dar rolul lor va fi același – colectarea plasticului din vase. În acest context, se poate spune că ingineria este în general asociată cu concepte precum design și creativitate. Cu alte cuvinte, ingineria este exprimată ca știința ce posedă cunoștințe despre procesul de rezolvare a problemelor prin proiectarea de produse artificiale.

Organizarea echipelor. Având la dispoziție echipamentul tehnic necesar elevii au fost organizați în felul următor:

- Toți elevii prezenți sunt divizați în câteva echipe, câte 4-5 elevi în fiecare echipă.
- Fiecare echipă își alege un lider, care gestionează echipa și urmărește ca obiectivele să fie îndeplinite în perioada de timp stabilită de organizatori.
- Un elev-fizician are abilități și cunoaște bine partea experimentală a fizicii, și are rolul de inginer.
- Un elev-informatician posedă competențe privind programarea în Scratch.
- Un elev-matematician ar putea efectua calcule matematice exacte privind traiectoria mișcării într-un vas cu apă a bărcii construite.
- Un elev-biolog cunoaște bine biologia și știe despre efectele negative ale plasticului în apele lacurilor, râurilor ori a Mării Negre.

5. Conceptul studierii eficiente a problemei STEAM

Lucrul în echipă, în procesul de implementare a unui proiect STEAM, presupune noi abordări. În acest sens, se propune conceptul studierii eficiente a problemei STEAM. La citirea, clarificarea și propunerea metodelor de rezolvare a unei probleme de tip STEAM, pentru echipa de elevi constituită, se recomandă parcurgerea următorilor pași:

P1. Citirea enunțului problemei STEAM cu atenție. Examinarea atentă a condițiilor problemei și a materialelor, dispozitivelor care sunt la dispoziție pentru a fi utilizate.

P2. Clarificarea exactă atât a datelor problemei și a conexiunilor dintre ele cât și a obiectivelor care trebuie atinse. În cadrul echipei elevii-fizicieni, elevii-informaticieni, elevii-matematicieni, elevii-ingineri, elevii-biologi etc., vin cu propriile explicații și interpretări în raport cu problema examinată.

P3. Evidențierea, metodelor și procedeelor cunoscute pentru rezolvarea problemei STEAM. Echipa decide care ar trebui să fie cea mai potrivită metodă teoretică, practică și tehnică pentru rezolvarea problemei STEAM. Elevul-inginer are un rol decisiv la realizarea acestei etape.

P4. Generarea în cadrul echipei a raționamentelor, abordărilor noi în baza conceptelor și noțiunilor din diverse discipline învățate anterior. Raționamentele și completările membrilor echipei vin din diverse perspective, iar liderul echipei ar trebui să facă o sinteză și să promoveze abordările corecte. Nu este exclusă și propunerea unei metode noi de rezolvare a problemei STEAM.

P5. Discuția problemei STEAM și a metodelor propuse pentru rezolvare. Procesul de rezolvarea a problemei nu ar trebui să finalizeze odată cu rezolvarea ei. Echipa ar trebui să analizeze și alte metode, procedee de rezolvare. Trebuie examinată posibilitatea dacă s-ar putea de generalizat situația și problema, propunându-se o soluție generală.

P6. Efectuarea de către echipa de elevi a testării și verificării de către echipă a soluției problemei STEAM. Mai jos este descris acest pas.

Organizare spațiului de lucru. Masă la care lucrează elevii și unde se află echipamentul este stabilă și poate conține cel puțin:

- O trusă cu șurubelnițe;
- Breadboard-uri de diferite dimensiuni;
- Cabluri și multimetrul digital;
- Baterii;
- Banda izolatoare care va proteja componentele împotriva scurtcircuitelor.

Proiectarea „îngustă" a prototipului din perspectiva didactică. Etapele parcurse de echipele de elevi privind proiectarea „îngustă" a prototipului din perspectiva didactică (termen introdus de autori) sunt:

***Etapa* 1**. Sunt stabilite obiectivele care trebuie îndeplinite și principalele funcții ale prototipului, viitoarei mini-nave de colectare a plasticului.

- ✓ Este stabilit exact cum ar trebui să navigheze mini-nava, ce traiectorie ar trebui să urmeze în vasul cu apă.
- ✓ Este necesar de utilizat două motoare mici și câțiva senzori.
- ✓ Totodată, se cere să evite ciocnirea cu pereții vasului și să aprindă un LED la semnalul unui senzor.

***Etapa* 2**. În dependență de obiectivele și funcțiile stabilite este selectată placa de dezvoltare și modulele electronice. Astfel:

- ✓ Placa de bază va reprezenta elementul central al mini-navei. În acest sens elevilor li s-a recomandat placa de model Arduino Uno, care este simplu de programat și totodată are ca sprijin multe tutoriale on line. La fel pot fi utilizate și modelele ESP32 ori Raspberry Pi.

- ✓ Modulele electronice ar trebui să includă: senzori de proximitate pentru a detecta obstacolele; servo-motoare pentru mișcare precisă; module Bluetooth ori WiFi pentru control la distanță, senzori de temperatură și umiditate pentru a monitoriza mediul.

***Etapa* 3**. Pentru echipele de elevi, *proiectarea și montarea circuitului*, este una dintre cele mai importante etape în soluționarea problemei STEAM:

- ✓ Echipele (inginerii) proiectează schema de conexiuni, care are drept scop evitarea erorilor de asamblare.
- ✓ Ulterior, conform schemei desenate, elevii aranjează pe breadboarduri plăcile electronice, motoarele și senzorii.
- ✓ Elevii conectează firele, respectând polaritatea, pentru a preveni scurtcircuitele.
- ✓ Sunt montate servo-motoarele pe șasiul mini-navei și sunt montați senzorii care țin de evitarea obstacolelor.
- ✓ Elevul-inginer, aplicând multimetrul, verifică, testează continuitatea conexiunilor. După aceasta se poate trece la alimentarea circuitului.

***Etapa* 4**. *Elaborarea programului pentru funcțiile de bază stabilite*. Codul este scris pentru a controla mișcările și funcțiile mini-navei, pentru a fi îndeplinite diverse comenzi, în funcție de obiectivul propus:

- ✓ Pornește mini-nava, oprește mini-nava, schimbă direcția;
- ✓ Pornește motoarele și direcționează mini-nava după traiectoriile stabilite;
- ✓ Oprește motoarele atunci când este detectat un obstacol;
- ✓ Redirecționează mini-nava pentru a evita ciocnirea cu pereții vasului.

Aceste funcții sunt realizate de elevul-programator și elevul-matematician. În felul acesta toată echipa învață cum funcționează interacțiunea între componente.

***Etapa* 5**. *Testarea, verificarea și ajustarea comportamentului mini-navei*. Mini-nava se pune în vasul cu apă și se testează comportamentul ei, felul cum navighează și colectează deșeurile. Dacă mini-nava nu reacționează corect, elevii:

- ✓ Verifică dacă conexiunile sunt fixate corect;
- ✓ Testează și îmbunătățesc codul sursă;
- ✓ Ajustează parametrii din cod privind: viteza motoarelor, sensibilitatea senzorilor;
- ✓ Ajustează reacția LED-urilor la aprinderea ori stingerea senzorilor.

***Etapa* 6**. *Perfecționează și îmbunătățesc performanțele tehnice ale mini-navei*. Dacă sunt configurate deja funcțiile de bază, performanțele tehnice ale mini-navei privind navigarea și colectarea deșeurilor pot fi îmbunătățite. Astfel, elevii:

- ✓ Pot adaugă un modul pentru a comunica cu alte dispozitive;
- ✓ Pot conecta un modul WiFi pentru a controla mini-nava prin telefon;
- ✓ Pot instala camera pentru monitorizare video;
- ✓ Pot îmbunătăți algoritmii de navigare a mini-navei.

În felul acesta, experimentând cu diverse module, învață să lucreze în echipe și să îmbunătățească performanțele și comportamentul mini-navei privind colectarea deșeurilor.

Luând în considerare cele menționate mai sus ajungem la aceleași concluzii, similare celor formulate de Hynes şi colab. (2011) [6], privind etapele care țin de procesul de proiectarea inginerească. Acest tip de proiectare îl vom numi proiectarea inginerească „extinsă" din perspectiva didactică și a conceptului STEAM. De altfel, proiectarea inginerească „îngustă", propusă anterior, completează proiectarea inginerească „extinsă".

În acest sens, sunt evidențiate, conform Hynes şi colab., nouă etape principale, parcurse de elevii implicați în experiment, de la identificarea problemei până la realizarea obiectivelor și funcționarea prototipului, conform scopului stabilit:

1. ***Identificarea nevoii sau a problemei***. Datorită industrializării și atitudinii nepăsătoare a omului problema plasticului este acută pe tot globul pământesc. Problema răspândirii plasticului pe sol și ape rămâne nesoluționată.
2. ***Cercetarea nevoii sau a problemei***. Cantități uriașe de plastic influențează negativ mediul ambiant, sănătatea omului și a viețuitoarelor. Descompunerea plasticului durează zeci de ani.
3. ***Dezvoltarea soluțiilor posibile***. Atenționarea opiniei publice. Educarea tinerii generații. Elaborarea metodelor privind colectarea plasticului, prelucrarea și depozitarea lui.
4. ***Selectarea celei mai bune soluții posibile***. Pentru colectarea plasticului din ape, inclusiv din apele Mării Negre, este necesară construcția, de către elevi, a unui prototip, a unei mini-nave multifuncționale autopropulsate de depoluare și colectare a deșeurilor.
5. ***Construirea unui prototip***. Construcția prototipului, mini-navei de colectare a deșeurilor, de către elevi, este descrisă mai sus, etapele 1-4.
6. ***Testarea și evaluarea soluției***. Testarea prototipului și verificarea funcționării principalelor caracteristici, cât și îmbunătățirea lor se face la etapa 5.
7. ***Comunicarea soluției***. Comunicarea soluției se face public fie în cadrul școlii în fața elevilor, profesorilor, fie în fața experților. Chiar dacă sunt formulate observații, sugestii și recomandări în raport cu prototipul construit, inițiativa respectivă trebuie apreciată și promovată în rândul noii generații.
8. ***Reproiectarea***. Luând în considerare recomandările, observațiile și aspectele tehnice care necesită îmbunătățiri, echipele de elevi își propun reproiectarea prototipului cu performanțe tehnice mai avansate, etapa 6.
9. ***Finalizarea activităților și realizarea obiectivelor***. Finalizarea activităților presupune încheierea construcției prototipului. Astfel, funcționarea prototipului

privind colectarea plasticului își înregistrează eficiență maximă din această perspectivă. Rezultatul final demonstrează o reușită convingătoare a echipelor de elevi care au fost implicați în aceste activități nobile.

6. Concluzii

Rezultatele cercetării experimentale efectuate cu 20 de elevi au arătat că aplicațiile bazate pe activități STEAM, inclusiv din perspectiva proiectării inginerești, sunt eficiente privind conștientizarea, responsabilizarea și motivarea elevilor pentru învățarea în profunzime a conceptelor ecologice, fizice, tehnice, matematice, în genere științifice, pentru creșterea interesului elevilor pentru domeniile STEM. În așa mod, se produce încurajarea elevilor privind implicarea lor în soluționarea problemelor globale cu care se confruntă omenirea în prezent.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetare științifică „Global Issue-Oriented STEAM Teaching to Create a more Sustainable Future", cod 24.80013.0807.2TR, din cadrul proiectelor bilaterale moldo-turce (2024-2025), prioritatea strategică IV „Provocări Societale", cu sprijinul financiar oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. (coord.) et al. *Reconceptualizarea procesului de studiere a științelor reale din perspectiva inter/transdisciplinarității și valorificării educației STEAM*. Chișinău: Bons Offices, 2023. 80 p. ISBN 978-5-36241-116-9.
2. CHIRIAC, L., CHIRIAC, E., LUPAȘCO, N., PAVEL, M. *Itinerar Elementar în Inteligența Artificială și Algoritmi Genetici*. Chișinău: CEP UPSC, 2023. 109 p. ISBN 978-9975-46-818-3.
3. CHIRIAC, L., MIHALACHE, L., COZMA, D. et al. *Elaborarea și Rezolvarea Modelelor Matematice*. Chișinău: UPSC, 2023. 94 p. ISBN 978-9975-46-808-4.
4. GREMALSCHI, A., CHIRIAC, L. Conceptul de școli STEAM. În: Materialele Conferinței Științifice Internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)" ed. a 3-a, Chisinau, October 27-28, 2023. 484 p. ISBN 978-9975-46-813-8 (PDF), pp. 14-22. https://drive.google.com/file/d/1907C0anboCwqHrQotBJ7dLu1-y6_HLIf/view?pli=1
5. CHIRIAC, L., CHIRIAC, E., LUPAȘCO, N., PAVEL, M. Paradigme moderne în dezvoltarea și învățarea Inteligenței Artificiale. In: *The 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2022*. 25-27 august 2022. Chișinău: UST, 2022. pp. 116-124. ISBN 978-9975-76-401-8. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/116-124_6.pdf
6. HYNES, M. et al. Infusing engineering design into high school STEM courses. NCETE Publications, 2011. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165

CZU: 37.091.3:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p332-341

RESURSELE DIGITALE DE ÎNVĂȚARE – CATALIZATORI AI TRANSFORMĂRII PEDAGOGICE ȘI AI DEZVOLTĂRII COMPETENȚELOR CHEIE ÎN EDUCAȚIA CONTEMPORANĂ

Tatiana CHIRIAC, doctor, conferențiar univesitar
https://orcid.org/0000-0002-6122-1937
e-mail: chiriac.tatiana@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. Prezenta lucrare examinează rolul esențial al resurselor digitale educaționale ca vectori ai transformării pedagogice, sprijinind în mod direct dezvoltarea competențelor cheie necesare în societatea digitală. Analiza teoretică și epistemică evidențiază interdependența dintre progresul tehnologic și inovația didactică, subliniind faptul că eficiența resurselor digitale nu rezidă doar în valoarea lor instrumentală, ci mai ales în capacitatea de a facilita utilizarea unor practici didactice interactive, adaptate nevoilor individuale. Concluziile studiului ajută la stabilirea unui cadru pedagogic coerent pentru utilizarea resurselor digitale ca instrumente formative și transformatoare, capabile să susțină trecerea către un sistem educațional orientat pe dobândirea de competențe și pe învățarea proactivă.
Cuvinte-cheie: resurse digitale educaționale, inovație pedagogică, digitalizarea educației.

Abstract. This paper examines the essential role of digital educational resources as vectors of pedagogical transformation, directly supporting the development of key competences needed in the digital society. Theoretical and epistemic analysis highlights the interdependence between technological progress and didactic innovation, emphasizing that the effectiveness of digital resources lies not only in their instrumental value, but especially in their ability to facilitate the use of interactive and individualized teaching practices. The conclusions of the study help to establish a coherent pedagogical framework for the use of digital resources as formative and transformative tools, capable of supporting the transition to an educational system oriented towards the acquisition of competences and proactive learning.
Keywords: digital learning resources, pedagogical innovation, digitalization of education.

Introducere

În prezent, integrarea tehnologiilor digitale în sistemul educațional este percepută ca o direcție strategică esențială pentru pregătirea cursanților să activeze și să exceleze într-o societate tot mai digitalizată. Noua orientare vizează dezvoltarea competențelor cheie necesare adaptării continue, gândirii critice și participării active în contexte sociale și profesionale dinamice. În acest sens, resursele digitale de învățare devin nu doar instrumente de suport al procesului didactic, ci adevărați catalizatori ai inovației pedagogice, facilitând personalizarea experiențelor de învățare și promovând abordări centrate pe competențe și pe învățarea autonomă.

Abordarea europeană privind digitalizarea educației și integrarea resurselor educaționale digitale este specificată, în linii mari, prin prevederile principalului document strategic al Comisiei Europene – *Planul de acțiune pentru educația digitală (2021-2027)* [1] –, fiind susținut de o serie de cadruri de competențe digitale specifice (DigComp,

DigComp 2.2, DigCompEdu [2]). Astfel, Planul se concentrează pe două domenii de acțiune: (1) promovarea dezvoltării unui ecosistem de educație digitală de înaltă performanță și (2) îmbunătățirea aptitudinilor și competențelor digitale pentru transformarea digitală. Aceste domenii asigură, în esență, dezvoltarea de platforme digitale, infrastructuri și echipamente de înaltă calitate, promovează incluziunea resurselor educaționale digitale și sprijină cetățenii să dobândească competențele digitale de bază, cât și competențe avansate, în special în domenii precum Inteligența Artificială (IA), securitatea cibernetică și analiza datelor [1.]. Aceste inițiative stabilesc viziunea strategică a Uniunii Europene pentru o educație de calitate, incluzivă și adaptată erei digitale.

Cadrele Europene de competență digitală reprezintă instrumente științifice elaborate de Comisia Europeană pentru a defini și descrie ce înseamnă să fii competent digital, adresându-se diferitelor grupuri de cetățeni. Cadrul DigCompEdu este cel mai relevant pentru profesori și pentru integrarea resurselor digitale în predare. Acesta a servit drept bază pentru adoptarea *Cadrului de competențe digitale pentru cadrele didactice din educație* (Ordinul MEC nr. 1110 din 04.09.2023, [3]) în Republica Moldova, introducând un set de competențe digitale necesare profesorilor pentru a-și organiza activitatea didactică eficient.

În consecință, atât în țările europene, cât și în Republica Moldova, la toate nivelurile de învățământ, începând cu educația timpurie, până la liceu și învățământ superior, programele de studii includ cerința dobândirii și dezvoltării competențelor digitale. Toate disciplinele pot mobiliza instrumente și resurse digitale care contribuie la construirea competențelor digitale (cât și a altor competențe cheie). De asemenea, utilizarea resurselor educaționale digitale în procesul educațional implică activități de concepere, proiectare, elaborare și promovare a resurselor digitale, care se bazează pe competența digitală a cadrului didactic și experiență privind implementarea metodelor moderne în contextul utilizării tehnologiei informației în educație.

Scopul și contextul cercetării

Obiectivul central al acestei lucrări este de a elabora un cadru pedagogic coerent și fundamentat teoretic pentru integrarea eficientă a resurselor digitale educaționale (RDE) în procesul didactic, demonstrând modul în care acestea devin vectori esențiali ai inovației didactice și susțin trecerea către un model de învățare centrat pe competențe.

Analiza se realizează în cadrul subprogramului de cercetare *Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în contextul solicitărilor pieței muncii* (cod 040102), direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, implementat în perioada 2024–2027 la Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău.

Resurse digitale educaționale și inovație pedagogică: perspective teoretice

Resursele digitale educaționale (RDE) pot fi definite ca fiind orice conținut digital conceput pentru a fi utilizat în procesul de învățământ, formare sau cercetare. Deși nu există o definiție universală, conceptul este abordat în mod similar de diverse surse bibliografice. În plus, RDE pot apărea în literatura de specialitate sub diverse denumiri, precum „material e-learning", „resursă educațională deschisă (OER)", „resursă multimedia" sau „conținut digital".

Conform IGI Global Scientific Publishing House „resursele didactice digitale includ materiale educaționale formatate digital, cum ar fi: grafică, imagini sau fotografii, audio și video, simulări și tehnologii de animație, care sunt utilizate pentru a sprijini instruiții să-și atingă obiectivele de învățare" [4]. Autorul Trang (2024), precizează că „materialul didactic digital, cunoscut și sub denumirea de „material de e-learning", se referă la resurse educaționale și materiale de studiu care au fost digitalizate, convertite în format digital și distribuite prin intermediul platformelor online sau al software-ului electronic cu conectivitate la internet" [5].

Tipologia aplicațiilor educaționale a fost propusă pentru utilizare didactică încă din 2004 de către NCCA (National Council for Curriculum and Assessment, Irlanda) [6], care a stabilit că instrumentele digitale pot fi clasificate în două categorii principale: aplicații fără conținut specific (content-free) și aplicații bogate în conținut educațional (content-rich). Primul tip de aplicații, numit și software de productivitate, include aplicații transversale care pot fi folosite pentru sarcini variate, la realizarea sarcinii sau la organizarea informației, fără a furniza material didactic predefinit. De exemplu: procesoare de text, software de prezentare multimedia, aplicații de cartografiere conceptuală sau software de editare audio/video. Al doilea tip – aplicației care conțin material specific didactic și oferă elevului ocazia de a interacționa cu acest conținut prin diferite metode. De exemplu: materiale de consolidare (pentru revizuirea conceptelor), sau aplicații de explorare/simulare (pentru experimente științifice).

Spre deosebire de conținuturile tradiționale, materialele didactice digitale pot fi accesate cu ușurință de pe computere, telefoane și dispozitive smart, optimizând experiența de învățare pentru utilizatori. Domeniul RDE include, dar nu se limitează la: texte digitale, prelegeri video, prelegeri online, imagini, manuale digitale, simulări virtuale, module interactive, cărți electronice, documente PDF, chestionare online sau aplicații de învățare, și altele. Prin urmare, utilizarea resurselor digitale educaționale devine un catalizator al inovației pedagogice, transformând modul în care se proiectează și se realizează procesul de predare-învățare.

Aceste definiții subliniază complexitatea domeniului RDE, care include numeroase tipologii de resurse. Pentru a distinge între aceste categorii, ceea ce privește caracteristicile,

funcționalitatea și potențialul lor de adaptare pedagogică, Tabelul 1 prezintă o sinteză a principalelor noțiuni întâlnite în literatura de specialitate.

Tabelul 1. Tipuri de resurse digitale educaționale (RDE): caracteristici

Noțiune	Definiție / caracter principal	Limitări
Manual digital	Conținut structurabil, similar manualului tipărit, dar în formă digitală; poate include text, imagini, multimedia; orientat spre acoperirea curriculară fixă.	Nu întotdeauna adaptabil/redactabil; nu are licență deschisă; nu include neapărat instrumente interactive sau personalizare.
Platformă educațională	Infrastructură digitală care găzduiește conținut, permite interacțiune, comunicare, colaborare, management de cursuri; de exemplu LMS, MOOC, portaluri educaționale.	Nu toate platformele sunt surse de conținut inaugurale; pot servi doar ca suport de distribuție; nu toate oferă libertăți de adaptare/licențiere.
Resursă multimedia / resursă digitală	Conținut digital care combină mai multe medii: audio, video, animații, grafice, simulări – destinat să completeze sau să extindă explicația teoretică.	O resursă multimedia nu este automat adaptabilă sau licențiată liber; poate fi doar suport vizual sau auxiliar, fără rol pedagogic activ.
Resurse educaționale deschise (RED)	Resurse educaționale deschise (digital sau alt format) în domeniul public sau sub licențe deschise, cu permisiuni de acces, reutilizare, redistribuire; sprijină deschiderea, adaptabilitatea, echitatea. (UNESCO, 2019, [7])	OER presupune libertăți de modificare și distribuire; nu toate resursele „gratuit accesibile” sunt OER; costul zero nu este singurul criteriu – licența deschisă și drepturile de adaptare sunt esențiale.

La rândul său, „inovația pedagogică” se află într-o relație strânsă cu transformările digitale care se manifestă la nivel societal și, în mod particular, în domeniul educațional. Ea constituie totodată o sursă de dezvoltare profesională pentru cadrele didactice și formatori, fiind percepută atât ca obiect de studiu – o formă de cunoaștere de învățat, cât și ca resursă strategică pentru viitor – o cunoaștere orientată spre acțiune și progres (OECD, 2016) [8]. Modul în care inovația pedagogică stimulează apariția unor practici didactice bazate pe valorificarea progresului tehnologic, reprezintă drept element esențial al adaptabilității și rezilienței sistemului educațional în fața transformărilor accelerate ale societății digitale.

În acest context, autorii Fullan & Langworthy (2014) evidențiază că inovația pedagogică nu este doar o consecință a digitalizării educației, ci și un mecanism de regenerare a paradigmelor didactice, promovând învățarea colaborativă, reflexivă și centrată pe competențe [9].

Un cadru conceptual relevant pentru înțelegerea proceselor de inovare pedagogică este „Cadrul celor Cinci C”, elaborat de Paniagua & Istance (2018), care propune o viziune holistică asupra practicii pedagogice și oferă o alternativă la abordările fragmentate din cercetarea educațională (Figura 1).

1. *Combinații de pedagogii* (Combinations) – aceasta specifică o abordare alcătuită din mai multe metode specifice combinate în moduri sistematice, mai degrabă decât defalcate în practici și tehnici separate. Se cunoaște că profesorii nu folosesc o metodă izolată, iar pedagogia trebuie înțeleasă în mod holistic, ca un ansamblu de practici

interconectate. Autorii menționează că există două niveluri ale acestei combinări, *la nivel micro*, când profesorul îmbină diverse practici și tehnici în cadrul unei abordări pedagogice unitare, și *la nivel macro*, când instituțiile educaționale combină mai multe abordări pedagogice pentru a atinge obiective educaționale pe termen lung. Această cadru sporește colaborarea între cadrele didactice, continuitatea formativă a elevilor și transferul competențelor între discipline și niveluri de studiu.

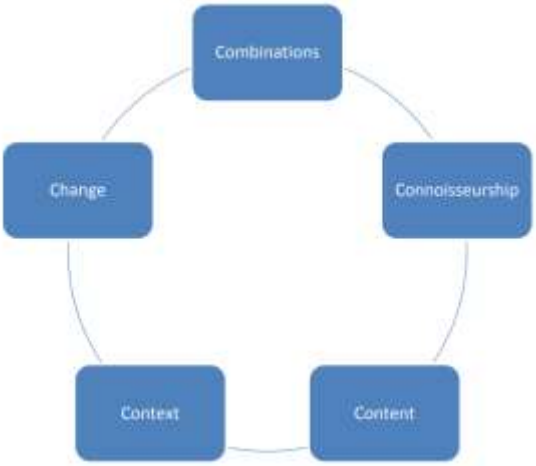


Figura 1. Cadrul celor cinci C [după Paniagua & Istance (2018), [10]]

2. *Expertiza* (profesorilor cu experiență și a comunităților de învățare) (Connoisseurship) – aceasta reflectă abilitatea unui profesor de a utiliza cunoștințe și implementa strategii complexe, asigurând astfel o interacțiune de înaltă calitate și rezultate superioare în învățare. Un exemplu în care cunoștințele profesorului contează este abordarea metodei „clasa inversată", un model bazat pe cunoștințe tehnologice, pedagogice și de conținut.

3. *Conținutul* (Content) reprezintă elementul central al oricărui proces de predare și învățare, deoarece elevii și profesorii nu învață în mod abstract, ci întotdeauna despre ceva concret. Și, în acest caz, diferite tipuri de cunoștințe și competențe necesită pedagogii specifice, adecvate fiecărui domeniu. Inovația pedagogică este întotdeauna dependentă de conținut și, uneori, se bazează pe conținuturi noi, cum ar fi robotica, designul sau programarea.

4. *Contextul* (Context) are un rol esențial în determinarea eficienței procesului de predare și învățare. Mediul de învățare, sistemul educațional și contextul social și cultural al cursanților reprezintă factori contextuali majori care influențează semnificativ rezultatele procesului educațional. În acest cadru, profesorii trebuie să dispună de competențe pedagogice complexe, capabile să asigure gestionarea diversității și adaptarea strategiilor didactice la nevoile variate ale grupului de învățare. Un alt factor contextual esențial este *mediul digital*, care redefinește modul de organizare și de mediere a învățării. Utilizarea eficientă a tehnologiilor informaționale și de comunicare (TIC) în scopuri

pedagogice presupune competențe specifice și o integrare conștientă în demersul didactic, evitând aplicarea tehnologiei ca scop în sine, fără valoare adăugată reală pentru procesul de învățare.

5. *Schimbarea în educație* (Change) se produce prin învățarea continuă și colaborativă a cadrelor didactice, orientată spre acțiune și bazată pe proiectare comună (co-design). Inovația pedagogică nu se impune din exterior, ci se dezvoltă progresiv și creativ prin implicarea profesorilor care își valorifică experiențele proprii în procesele de implementare De asemenea, rețelele educaționale și parteneriatele cu familiile, angajatorii și comunitatea au un rol crucial în susținerea schimbării, prin crearea unui climat de încredere și cooperare.

În ultima instanță, subliniem rolul central al pedagogiei în inovarea educațională. O înțelegere profundă a principiilor pedagogice și a condițiilor de dezvoltare a acestora este esențială pentru îmbunătățirea competențelor profesionale ale cadrelor didactice și pentru consolidarea calității actului educațional. Extinderea și actualizarea competențelor profesorilor reprezintă o condiție intrinsecă pentru atingerea obiectivelor sistemelor educaționale moderne. Formarea cursanților capabili de înțelegere profundă și interacțiune socială complexă depinde direct de profesionalismul cadrelor didactice și de modul în care acestea valorifică aceste principii. Pentru a realiza o schimbare durabilă la nivel de sistem, este crucial ca practicile cadrelor didactice să fie aliniate cu curriculumurile contemporane și designurile pedagogice inovatoare, depășind o abordare limitată la un set restrâns de cunoștințe și competențe.

Modele și strategii de integrare a resurselor digitale în activitatea pedagogică

Integrarea resurselor digitale educaționale în mediul de învățare reprezintă una dintre cele mai mari provocări ale educației contemporane. În condițiile transformării digitale accelerate, utilizarea eficientă a tehnologiei devine o necesitate strategică pentru asigurarea calității și relevanței procesului de învățare. Cu toate acestea, simpla introducere a instrumentelor digitale în activitatea didactică nu garantează inovația sau eficiența. Ceea ce face diferența, este modul în care profesorul proiectează, combină și valorifică resursele digitale pentru a facilita învățarea activă, colaborativă și reflexivă.

În practica educațională, sunt conturate mai multe modele pedagogice de integrare digitală care oferă un cadru conceptual solid. Ele nu se limitează la aspecte tehnice, ci includ dimensiuni cognitive, sociale și etice ale învățării. Integrarea tehnologiei trebuie să susțină dezvoltarea competențelor cheie precum gândirea critică, creativitatea, colaborarea, competențele digitale și metacognitive, elemente fundamentale în noua cultură educațională.

Unul dintre cele mai populare modele pedagogice de integrare digitală este modelul TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), dezvoltat de Mishra & Koehler

(2006) [11], care subliniază interdependența dintre cunoașterea tehnologică, pedagogică și de conținut.

Un alt model frecvent utilizat este modelul SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition), elaborat de Puentedura (2006) cu referire la autorii Hamilton și alții [12]. Deși popular printre profesorii practicieni în domeniul pedagogiei digitale, modelul SAMR nu este reprezentat în prezent în literatura existentă, menționează autorii. Acest model descrie patru niveluri progresive de integrare a tehnologiei:

1. *Substituirea* – tehnologia înlocuiește un instrument tradițional (de exemplu, o fișă tipărită poate fi transformată într-un formular online);
2. *Augmentarea* – tehnologia adaugă funcționalități care îmbunătățesc activitatea (de exemplu, un test digital oferă feedback automat);
3. *Modificarea* – procesul didactic este restructurat prin tehnologie (de exemplu, colaborare în timp real pe o platformă comună);
4. *Redefinirea* – apar forme complet noi de învățare imposibil de realizat fără tehnologie (de exemplu, proiecte online, realitate augmentată sau simulări 3D).

Modelul de acceptare a tehnologiei (Technology Acceptance Model – TAM), dezvoltat de Fred Davis (1989), preluat și adaptat de grupul de autori Venkatesh și alții [13], este unul dintre cele mai utilizate cadre teoretice pentru a explica modul în care utilizatorii individuali adoptă o nouă tehnologie sau un sistem informatic. Modelul TAM susține că atitudinea utilizatorului față de utilizarea unui sistem, precum și intenția sa comportamentală de a-l utiliza, sunt influențate de doi factori cognitivi:

1. *utilitatea perceptibilă* (Perceived Usefulness – PU), care specifică gradul în care o persoană crede că utilizarea tehnologiei îi va îmbunătăți performanța (de ex., profesorul crede că un RDE îi va simplifica planificarea lecțiilor sau va crește rezultatele elevilor);

2. *ușurința de utilizare perceptibilă* (Perceived Ease of Use – PEOU), reprezintă gradul în care o persoană crede că utilizarea sistemului nu va necesita efort (de exemplu: profesorul consideră că interfața RDE-ului este intuitivă și ușor de navigat) [ib].

Deși modelul TAM oferă un cadru teoretic clar și ușor de aplicat pentru analiza procesului de acceptare a tehnologiilor educaționale, acesta se concentrează mai mult pe percepțiile individuale ale utilizatorilor și mai puțin pe factori contextuali, instituționali sau culturali. Prin urmare, aplicarea modelului în sfera educației necesită o extindere interpretativă care să includă dimensiuni organizaționale și pedagogice.

Eficiența integrării resurselor digitale depinde, de asemenea, de strategiile aplicate și adaptate la nivel de învățământ, profilul cursantului și obiectivele curriculare. În practicile educaționale moderne, cele mai populare strategii pedagogice sunt:

1. *învățarea mixtă* – combină activitățile față în față cu cele online, permițând personalizarea ritmului și stilului de învățare și utilizarea resurselor multimedia, a sarcinilor interactive și a comunicării asincrone;

2. *clasa inversată* – propune cursanților să parcurgă conținutul digital acasă (videouri, manuale interactive, simulări etc.), iar timpul din clasă să fie folosit pentru discuții, aplicații și rezolvarea problemelor;

3. *învățarea bazată pe proiecte digitale* – implică cursanții în activități de analiză și creație digitală (prezentări multimedia, bloguri, mindmap-uri interactive, podcasturi), stimulând competențele transversale și colaborarea;

4. *gamificarea* – utilizează jocuri digitale pentru a crește motivația intrinsecă a cursanților, prin platforme digitale care susțin un mediu ludic și competitiv de învățare;

5. *învățarea bazată pe date* – analiza datelor generate de platformele digitale permite profesorului monitorizarea progresului și personalizarea intervențiilor educaționale, facilitând evaluarea continuă și formativă.

6. *colaborarea în medii digitale* – utilizarea instrumentelor de colaborare (de exemplu, Google Workspace, Microsoft Teams) sprijină învățarea colaborativă și partajarea ideilor în spiritul constructivismului și conectivismului.

Prin urmare, integrarea resurselor digitale în practica didactică necesită o abordare complexă, care să îmbine modele teoretice precum TPACK, SAMR și TAM cu strategii pedagogice adaptate specificului educațional, profilului cursanților și cerințelor curriculare. Reușita acestei integrări este condiționată de capacitatea profesorilor de a proiecta și valorifica resursele digitale în scopul stimulării învățării active, colaborative și reflexive, cultivând, astfel, competențele cheie indispensabile educației contemporane. În acest fel, resursele digitale devin motoare ale inovației pedagogice și ai transformării fundamentale a procesului educațional.

Conform raportului OECD (2023), printre numeroșii factori care trebuie luați în considerare la evaluarea contextului pedagogic digital se numără abilități de gândire, gestionarea informațiilor și interacțiuni dintre elevi, profesori și conținut [14].

În acest context, evidențiem necesitatea implementării unui cadru pedagogic coerent și bine definit, care va oferi direcția, criteriile și principiile pentru ca profesorii să poată integra resursele digitale în mod semnificativ, nu întâmplător. Fără un asemenea cadru normativ, utilizarea digitalului riscă să rămână superficială, adică „folosim digitalul, dar nu schimbăm pedagogia”.

La nivel strategic, cadrele europene de competență, în special DigCompEdu, oferă această direcție normativă, stabilind setul de competențe pe care profesorii trebuie să le dezvolte pentru a implementa eficient tehnologia în procesul didactic. În acest sent, DigCompEdu acționează ca o „hartă de orientare pedagogică”, conectând obiectivele macro-strategice ale transformării digitale din educație (obiective trasate în Planul de acțiune digitală) cu dimensiunea micro-didactică (activitatea în sala de studiu).

Pornind de la aceste premise, un „model pedagogic axat pe integrarea resurselor digitale” evidențiază logica unui curriculum centrat pe competențe. În anesct cadru

profesorul își asumă rolul de arhitect al experienței de învățare. Ca urmare, învățarea devine un proces proactiv, reflexiv și personalizat, iar tehnologia – un instrument al dezvoltării personale și profesionale.

Prin funcțiile lor formative, resursele digitale au capacitatea de a susține dezvoltarea competențelor cheie definite de cadrul european (Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning, 2018) [15]: gândirea critică, creativitatea, competențele digitale, capacitatea de învățare autonomă și spiritul de inițiativă. Utilizarea transformatoare a acestora implică proiectarea strategică a unor situații de învățare care combină conținutul disciplinar cu activități interactive. Astfel, instrumente precum platformele digitale, simulările, aplicațiile educaționale, mediile de colaborare online și resursele multimedia facilitează învățarea personalizată și colaborativă, oferind contexte autentice pentru aplicarea cunoștințelor.

Concluzii

Transformarea digitală a educației generează o schimbare profundă a paradigmelor de predare-învățare și a rolului cadrelor didactice în societatea informațională. Modelele și strategiile de integrare a resurselor digitale definesc o nouă paradigmă pedagogică, centrată pe competențe, colaborare și creativitate. Ele transformă rolul profesorului din transmițător de informații în designer al experiențelor de învățare, iar rolul elevului din receptor pasiv în participant activ și reflexiv. În esență, integrarea resurselor digitale nu reprezintă doar o schimbare tehnologică, ci o transformare de profunzime în cultura educațională, în modul de a gândi, de a învăța și de a construi cunoaștere în societatea digitală.

Bibliografie

1. European Union. *Planul de acțiune privind educația digitală (2021-2027)* [citat 15.09.2025]. Disponibil: http://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/summary/digital-education-action-plan-2021-2027.html.
2. UNESCO. Digital competence frameworks for teachers, learners and citizens. Disponibil: https://unevoc.unesco.org/home/Digital+Competence+Frameworks.
3. Ordinul MEC nr. 1110 din 04.09.2023. *Cadrul de competențe digitale pentru cadrele didactice din educație*. https://mecc.gov.md/sites/default/files/ordin_competente_digcompedu_compressed_1.pdf.
4. IGI Global Scientific Publishing House. *What is Digital Learning Resources* [citat 17.09.2025]. Disponibil: https://www.igi-global.com/dictionary/digital-learning-resources/86385
5. TRANG, H. *What is Digital Learning Material? A Comprehensive Guide for Education*, 2024. [citat 18.09.2025]. Disponibil: https://tokyotechlab.com/blogs/what-is-digital-learning-material.

6. NCCA. *Information and Communications Technology ICT in the Primary School Curriculum*. Guidelines for Teachers, 2004. [citat 22.09.2025]. Disponibil: https://www.curriculumonline.ie/getmedia/4adfbc22-f972-45a1-a0ba-d1864c69dff2/ICT-Guidelines-Primary-Teachers.pdf.
7. UNESCO. Open Educational Resources. 2019. Disponibil: https://www.unesco.org/en/open-educational-resources
8. OECD. *Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills*. Paris: Educational Research and Innovation, OECD Publishing, 2016. [citat 18.09.2025]. Disponibil: https://doi.org/10.1787/9789264265097-en.
9. FULLAN. M.; LANGWORTHY, M. *A Rich Seam How New Pedagogies Find Deep Learning*. Pearson, 2014. ISBN: 9780992422035. [citat 24.09.2025]. https://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf.
10. PANIAGUA, A.; ISTANCE, D. *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies, Educational Research and Innovation*. Paris: OECD Publishing, 2018. http://dx.doi.org/10.1787/9789264085374-en. [citat 28.09.2025].
11. MISHRA, P.; KOEHLER, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. In: *Teachers College Record*. vol. 108, no. 6, June 2006, pp. 1017–1054. [citat 20.09.2025]. Disponibil: https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf.
12. HAMILTON, E.; ROSENBERG, J.; AKCAOGLU, M. The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. In: *TechTrends*, 2016. no. 60(5). Pp. 433-441. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-016-0091-y
13. VENKATESH, V. et al. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In: *MIS Quarterly*, 2003. no. 27(3). pp. 425-478. [citat 21.09.2025] Disponibil: https://www.jstor.org/stable/30036540
14. OECD. *Professional Development Framework for Digital Learning*. 2018. [citat 22.09.2025]. Disponibil: https://cdn-assets.inwink.com/b0269dea-af7b-4460-b29a-c40b9941c4c5/5e381fdc-dbdb-4158-a1cc-599b4ee26e5a .
15. European Union. *Key competences for lifelong learning*. Publications Office, 2019. [citat 19.09.2025]. Disponibil: https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540.

CZU: 004.8:005.5+7 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p342-344

MANAGEMENT OF AN IT PROJECT TEAM

Tetiana FILATOVA, senior lecturer
https://orcid.org/0000-0001-9373-4756
e-mail: t.v.filatova@op.edu.ua
Department of economic cybernetics and information technologies
Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine

Abstract. The research focuses on the development of a team management system for an IT project aimed at implementing an internal corporate ERP system using artificial intelligence technologies. The system ensures the optimal selection of internal and outsourced specialists, analyzes their workload and competencies, and automates task allocation. The proposed model enhances team efficiency, minimizes overload risks, and ensures stable project execution through an integrated approach to resource management.

Keywords: artificial intelligence, team management, ERP system, resource optimization, IT projects.

Rezumat. Cercetarea este dedicată creării unui sistem de management al echipei proiectului IT pentru implementarea unui sistem ERP corporativ intern, utilizând tehnologii de inteligență artificială. Sistemul asigură selectarea optimă a specialiștilor interni și externi, analiza gradului lor de ocupare și a competențelor, precum și distribuirea automată a sarcinilor. Modelul propus permite creșterea eficienței muncii în echipă, minimizarea riscurilor de supraîncărcare și asigurarea unei execuții stabile a proiectelor datorită unei abordări integrate a managementului resurselor.

Cuvinte cheie: inteligență artificială, managementul echipei, sistem ERP, optimizarea resurselor, proiecte IT.

Introduction

The research focuses on developing a team management system for an IT project aimed at implementing an internal corporate ERP system using artificial intelligence technologies. The system ensures the optimal selection of internal and outsourced specialists, analyzes their workload and competencies, and automates task distribution. The proposed model enhances team efficiency, minimizes overload risks, and ensures stable project execution through an integrated approach to resource management.

Methods and Materials

The issue of team management in IT projects related to the development of internal corporate ERP systems is interdisciplinary, as it combines approaches to evaluating the success of information systems, methods for measuring team performance, the use of artificial intelligence technologies in resource management, as well as classical and modern methodologies for organizing project teams. In the study by Arajão [1], a comprehensive review of models and methods for assessing the success of information systems was conducted. The author emphasizes the importance of integrating technical indicators (stability, performance, functionality) with business-oriented metrics, which

allows for the creation of a comprehensive evaluation framework for IT project outcomes. This direction is expanded by Pavez [2], who performed a systematic review of methods for measuring team effectiveness. The author concludes that there are no universal indicators and recommends combining quantitative and qualitative metrics.

Recent studies pay significant attention to the role of artificial intelligence in project management. Felicetti [3] explores the potential of AI-based systems and large language models for automating routine processes, supporting decision-making, and generating reports.

Intelligent methods and AI models enable decision-making automation and the selection of optimal task allocation strategies. These include machine learning algorithms for analyzing employee competencies and performance, optimization algorithms for team formation considering resources and constraints, as well as self-learning systems that continuously improve recommendations for future projects based on feedback. Team selection is carried out using an objective function, which can be formalized as an optimization problem.

Results

The main challenges are associated with the fact that most employees are already engaged in ongoing tasks, there is no mechanism for real-time resource allocation across projects, failures occur due to overload or duplication of responsibilities, and there is no centralized tool for monitoring team performance and responding promptly to issues.

To address these problems, the creation of an AI-based team management system is proposed. This system enables real-time analysis of employee workload, forecasting their participation across projects, automatic selection of an optimal team (first using internal staff and, if necessary, outsourcing), task allocation according to competencies and performance, monitoring of task execution, identification of risks of delays, and generating recommendations for project managers regarding role redistribution or additional resource allocation.

A systematic approach to risk management is implemented to ensure stable project execution, which includes: securing necessary competencies through internal resources or outsourcing, monitoring employee workload to avoid priority conflicts between projects, organizing regular communication and using transparent tools for timely information exchange, as well as planning reserve resources and measures to cover key roles in case of staff turnover.

The team management system model for ERP project development includes project input and output data, as well as the components of the team management model itself.

Figure 1 presents the scheme of the ERP project team management system model, from input data through the planning, selection, management, control, and feedback modules to the output results.

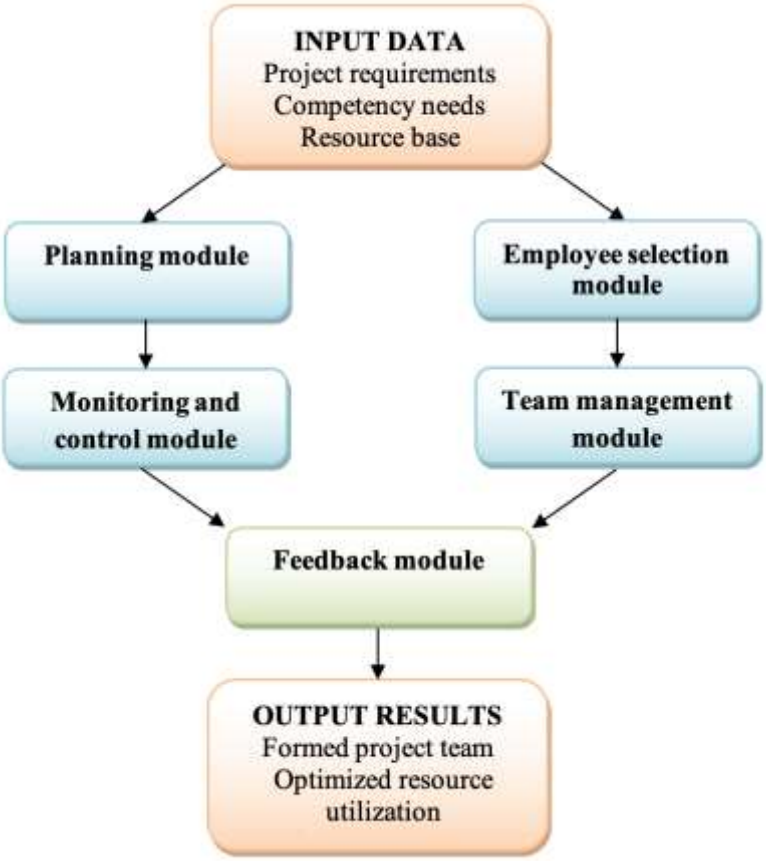


Figure 1. Key components of the ERP project team management system model

Conclusions

The research on team management for the development of an internal corporate ERP system represents a comprehensive, innovative, and economically justified solution that fully achieves its goal—forming an effective and balanced team through resource optimization. The key innovation is the developed internal online selection system, integrated with artificial intelligence (AI), which provides proactive resource management in a multi-project environment.

References

1. ARAJÃO, R. Information Systems Success Models: A Review. In: *Journal of Information Technology*, 2020, vol. 35, no. 2, pp. 123–145.
2. PAVEZ, G. Measuring Team Performance in IT Projects: Systematic Review. In: *International Journal of Project Management*, 2019, vol. 37, no. 6, pp. 1012–1025.
3. FELICETTI, A. Artificial Intelligence in Project Management: Automation and Decision Support. In: Computers in Industry, 2021, vol. 130, pp. 103–115.

CZU: 004.056.5:004.85 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p345-349

MODEL CONCEPTUAL ȘI ARHITECTURĂ TEHNOLOGICĂ PENTRU SISTEME DE RECUNOAȘTERE AUTOMATĂ A ȘTIRILOR FALSE

Ala GASNAŞ, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-7174-7027 e-mail: gasnas.ala@upsc.md
Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-2653-0320 e-mail: globa.angela@upsc.md,
Dumitru ANDONI, masterand, TII
e-mail: andonidumitru1@gmail.com
Nicu ENI, masterand, TII
e-mail: eni.nicu99@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Răspândirea accelerată a știrilor false în mediul digital reprezintă o amenințare serioasă la adresa încrederii publice și a stabilității sociale. Acest articol prezintă un cadru conceptual și o arhitectură tehnologică pentru dezvoltarea sistemelor automate de detectare a știrilor false. Modelul propus integrează componente esențiale precum achiziția de date, procesarea limbajului natural (NLP), clasificarea automată și mecanismele de evaluare a credibilității. Obiectivul principal este de a oferi o bază teoretică și practică solidă pentru proiectarea unor instrumente scalabile și eficiente, menite să identifice și să reducă răspândirea dezinformării.
Cuvinte cheie: știri false, dezinformare, deepfake, rețele sociale, mass-media, sistem informatic de detectare a știrilor false, detectare automată, arhitectură tehnologică, învățare automată.

Abstract. The accelerated dissemination of fake news in digital environments represents a serious threat to public trust and social stability. This paper presents a conceptual framework and technological architecture for the development of automated fake news detection systems. The proposed model integrates essential components such as data acquisition, natural language processing (NLP), automated classification, and credibility scoring mechanisms. The primary objective is to establish a robust theoretical and practical foundation for designing scalable and effective tools aimed at identifying and mitigating the spread of disinformation.
Keywords: fake news, disinformation, deepfake, social media, mass media, fake news detection system, automated detection, technological architecture, machine learning.

Introducere

În mediu digital actual, în care informațiile se propagă tot mai repede și într-un volum tot mai mare, iar știrile false se răspândesc cu ușurință, devine esențial să creăm sisteme inteligente care pot identifica automat astfel de informații false. Dezinformarea nu afectează doar mediul online sau mass-media, ci are consecințe directe asupra societății în ansamblu influențând relațiile dintre oameni, încrederea în instituțiile publice, sănătatea populației și calitatea educației. Rețelele de socializare joacă un rol esențial în amplificarea

și diseminarea dezinformării, datorită accesului larg și ritmului accelerat de circulație a informației [1].

Lumea creată de pseudo știri și teoriile conspirației servește adesea convingerilor noastre mai eficient și este mai atrăgătoare, mai palpitantă și mai confortabilă decât realitatea. Prejudecățile puternice ne fac pe toți impresionabili și ușor de manipulat – chiar dacă nu în aceeași măsură [2].

Așadar, la fel cum nu este ușor să lupți împotriva știrilor false, mai ales în lumea de azi influențată de mass-media, nu este nici ușor să le recunoști. Mai multe studii au arătat că persoanele care consumă media au dificultăți mari în a distinge între știrile legitime, cele false și cele sponsorizate online [3].

Pentru consumatorul obișnuit de știri, buletinul informativ [4] SANS Security Awareness din octombrie 2020 recomandă verificarea fiabilității știrilor. Pentru a face acest lucru, este important să se analizeze aspectele legate de știrile în sine cum ar fi sursa, data publicării, tonul utilizat și coerența informației, dar și aspecte ce țin de propriile reacții ale cititorului, precum emoțiile generate sau tendința de a accepta automat informațiile care confirmă convingerile personale [5].

În acest context, se impune dezvoltarea unor modele conceptuale și tehnologice inovatoare, capabile să sprijine alfabetizarea informațională și media prin soluții bazate pe inteligență artificială, care să ajute utilizatorii să distingă informațiile veridice de cele false, să evalueze în mod critic sursele de informație și să-și formeze competențe digitale esențiale pentru navigarea sigură și responsabilă în spațiul online.

Prin integrarea acestui model într-un cadru educațional și de cercetare aplicată, se urmărește dezvoltarea unei metodologii de alfabetizare informațională și media bazată pe utilizarea tehnologiilor emergente. Aceasta va contribui la formarea competențelor digitale critice și la crearea unor instrumente pedagogice inovatoare, adaptate mediului informațional național și diverselor categorii demografice.

Structura tehnică a sistemul informatic de detectare a știrilor false

Sistemul RealInfo reprezintă un ecosistem informatic integrat, conceput pentru detectarea știrilor false și a conținutului tendențios din mediul mass-media al Republicii Moldova. Arhitectura sa este organizată în cinci straturi funcționale interconectate, fiecare având un rol bine definit în procesul de analiză și procesare a informațiilor (figura 1): (1) *Frontend Layer* unește interfețele destinate utilizatorilor, cu aplicația web realizată în React fiind supusă unor optimizări pentru a avea acces direct de pe desktop, plus extensia de browser care va permite de a realiza analiza în timp real; (2) *API Gateway* este punctul de acces de bază al sistemului RealInfo; (3) *Microserviciile Backend* include: serviciul de autentificare; serviciul de analiză centrat pe procesarea de conținut media; serviciul de raportare care monitorizează feedback-ul cu utilizatorii; *serviciul educațional*; (4) *Motor*

AI/ML realizează analiza automată a informației detectând limbile română și rusă activând, ulterior, modelele de învățare profundă BERT RO sau RU; (5) *Stratul de stocare a datelor* include baze de date care includ datele structurate, metadate media prelucrate cu scopul identificării semantice și căutării conținutului similar.

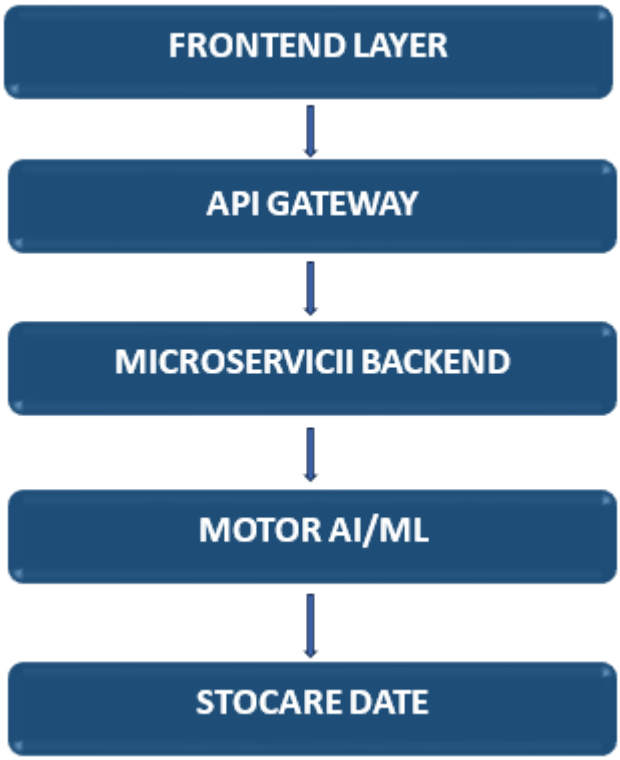


Figura 1. Structura conceptuală a sistemului RealInfo

Așa cum, sistemul este preconizat pentru a interacționa cu elevi, studenți și persoane vârstnice, acesta trebuie să includă: (1) o interfață intuitivă și accesibilă; (2) un limbaj prietenos; (3) sugestii și explicații adaptate nivelului de competență digitală a utilizatorilor. Simplitatea în utilizare nu semnifică reducerea funcțiilor, ci organizarea lor clară și intuitivă, astfel încât utilizatorul să înțeleagă rapid scopul fiecărei acțiuni și să obțină rezultate eficient.

Componenta Educațională

Componenta educațională a sistemului RealInfo, inclusă în stratul trei - *Microserviciile Backend*, reprezintă dimensiunea formativă a proiectului, prin care tehnologia este pusă în serviciul alfabetizării informaționale și media (figura 2). Această parte a sistemului are scopul de a transforma interacțiunea utilizatorilor cu platforma într-un proces de învățare continuă, contribuind la dezvoltarea gândirii critice, competențelor digitale și a capacității de recunoaștere a conținuturilor manipulative.

- ✓ *Niveluri de instruire*

Procesul de formare în cadrul componentei educaționale a sistemului RealInfo este organizat progresiv, în funcție de gradul de competență digitală și media al utilizatorului. Această abordare permite personalizarea parcursului educațional și asigură o învățare adaptivă, în care fiecare utilizator progresează în ritmul propriu, pe baza performanțelor și a gradului de înțelegere demonstrat**.**

✓ *Tipuri de exerciții*

Pentru a menține un grad optim de implicare și pentru a acoperi diferite stiluri de învățare, sistemul integrează o varietate de exerciții, adaptate fiecărui nivel:

- Recunoaștere și selecție vizuală – pentru nivelul începător;
- Analiză comparativă și argumentare – pentru nivelul intermediar;
- Studii de caz, jocuri de rol și scenarii simulate – pentru nivelul avansat.

Complexitatea exercițiilor crește treptat, oferind o tranziție naturală de la învățarea pasivă la aplicarea activă și reflexivă a cunoștințelor.

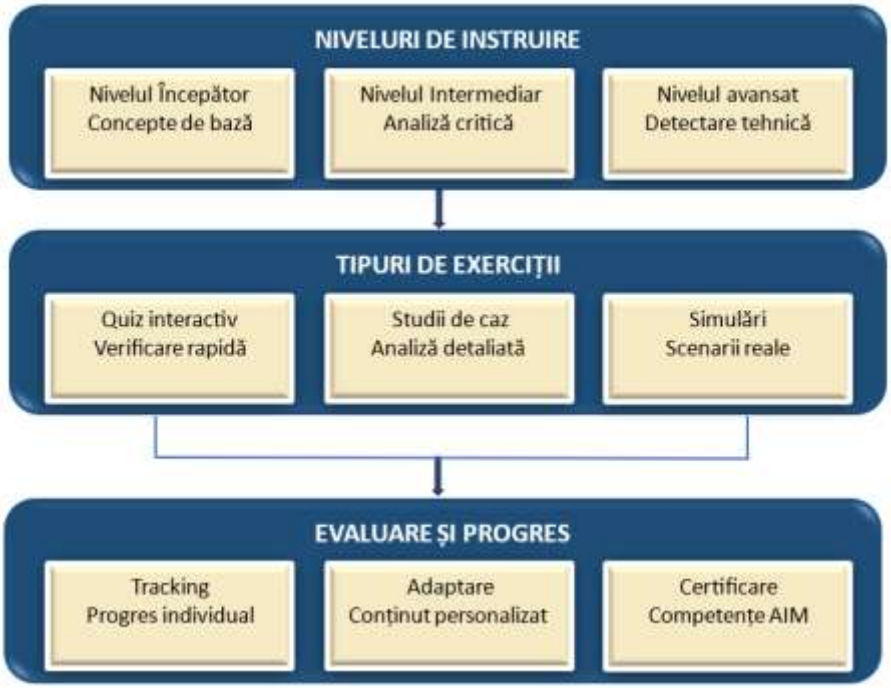


Figura 2. Componenta educațională

✓ *Evaluare și progres*

Evaluarea performanței este realizată printr-un mecanism de tracking individual, care monitorizează progresul fiecărui utilizator și adaptează conținutul educațional în funcție de rezultatele anterioare.

Acest sistem utilizează indicatori precum rata de răspuns corect, timpul de reacție, tipurile de erori frecvente și preferințele de interacțiune, generând un profil educațional dinamic.

Prin această componentă, sistemul RealInfo depășește statutul de instrument tehnologic de analiză, devenind o platformă educațională inteligentă, capabilă să contribuie

la consolidarea gândirii critice și la formarea unei culturi informaționale responsabile în societate.

Concluzii

În contextul proliferării rapide a știrilor false și a dezinformării în mediul digital, dezvoltarea unor sisteme automate eficiente de recunoaștere a acestora devine o necesitate stringentă. În acest articol am propus un model conceptual și o arhitectură tehnologică care integrează componente esențiale precum colectarea datelor, procesarea limbajului natural, clasificarea automată și evaluarea credibilității informațiilor. Această soluție oferă un cadru scalabil și flexibil, capabil să răspundă complexității și diversității fenomenului dezinformării. Implementarea acestui model poate contribui semnificativ la îmbunătățirea calității informațiilor accesate de public și la consolidarea rezilienței informaționale a societății. Mai mult, cadrul propus deschide oportunități pentru extinderea cercetărilor și aplicațiilor în domenii conexe, susținând astfel eforturile naționale și internaționale de combatere a fenomenului fake news.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia dezvoltării unui model integrat de detectare și combatere a dezinformării în Republica Moldova: abordare tehnologică și socio-educațională”, concursul național ”Stimularea excelenței cercetărilor științifice pentru anii 2025-2026”, Prioritatea strategică IV: Provocări societale, cu cifrul 25.80012.0807.65SE.

Bibliografie

1. NORMAN, V. et al., Fake News: National Security in the Post-truth Era. In: *Policy Report*, January 2018, S. Rajaratnam School of International Studies and Nanyang Technological University, Singapore, 5. https://www.rsis.edu.sg/wp-content/uploads/2018/01/PR180313_Fake-News_WEB.pdf
2. A Multi-Dimensional Approach to Disinformation. Report of the Independent High Level Group on Fake News and Disinformation. https://op.europa.eu/en/publicationdetail/-/publication/6ef4df8b-4cea-11e8-be1d-01aa75ed71a1/language-en
3. Final Report of the High Level Expert Group on Fake News and Online Disinformation. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/final-report-high-level-expertgroup-fake-news-and-online-disinformation
4. JASON, J. “Fake News”, OUCH! Newsletter, SANS Security Awareness, SANS Institute, October 7, 2020. https://www.sans.org/newsletters/ouch/fake-news/
5. EMERENCIA, K. “What is the truth?” the problem of fake news. Studia UBB Theologia Catholica Latina. LXX, 1, Published by Babeş-Bolyai University 2025, pp. 44–68. Doi: 10.24193/theol.cath.latina.2025.LXX.1.03

CZU: 37.018.43:004.056.5 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p350-357

INTERVENȚII EDUCAȚIONALE ÎN CREȘTEREA REZILIENȚEI LA DEZINFORMARE A CELOR MAI VULNERABILE CATEGORII DE CETĂȚENI

Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-2653-0320 e-mail: globa.angela@upsc.md,
Ala GASNAŞ, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-7174-7027 e-mail: gasnas.ala@upsc.md
Dumitru ANDONI, masterand, TII
e-mail: andonidumitru1@gmail.com
Nicu ENI, masterand, TII
e-mail: eni.nicu99@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Cercetarea expusă în acest articol are la bază scopul de a dezvolta sistemul educațional și de a completa ecosistemul de protecție informațională a cetățenilor dintr-o perspectivă dual: tehnologică și socio-educațională, specifică Republicii Moldova, prin realizarea unui model pedagogic de formare/dezvoltare a competenței informaționale și media printr-un sistem de detectare și combatere a dezinformării conceput pentru educarea celor mai vulnerabile categorii de cetățeni, tinerii și vârstnicii, asigurând, astfel, securitatea națională reglementată de Strategia securității naționale a Republicii Moldova. În articol sunt evidențiate compenentele și caracteristicile principale ale modelului pedagogic menționat.
Cuvinte cheie: știri false, dezinformare, deepfake, rețele sociale, mass-media, alfabetizare informațională și media, model pedagogic, sistem informatic de detectare a știrilor false.

Abstract. The research presented in this article is based on the objective of developing the educational system and complementing the information protection ecosystem for citizens from a dual perspective - technological and socio-educational - specific to the Republic of Moldova. This is achieved through the implementation of a pedagogical model for the formation and development of information and media literacy competencies via a detection and disinformation counteraction system designed to educate the most vulnerable categories of citizens, namely youth and the elderly, thereby ensuring national security as regulated by the National Security Strategy of the Republic of Moldova. The article highlights the main components and characteristics of the mentioned pedagogical model.
Keywords: fake news, disinformation, deepfake, social networks, mass media, information and media literacy, pedagogical model, computer system for detecting fake news.

Introducere

Dezinformarea afectează în mod diferit grupurile sociale: expunerea, vulnerabilitatea cognitivă și consecințele (sănătate publică, participare civică, polarizare) variază după vârstă, nivel educațional și profil mediatic [1]. În Republica Moldova problema este accentuată de campanii regionale de manipulare (operațiuni FIMI - Foreign Information Manipulation and Interference) și de slaba încrederere în mass-media, polarizarea societății - ceea ce crește riscul de penetrație a narativelor false în electorat și comunități vulnerabile

[2]. Răspunsul eficient la această problemă combină alfabetizarea media țintită (școli/universități/vârstnici) și reglementarea plus colaborare între platforme/autorități și mecanisme de alertă/monitorizare [3]. Autoritățile și organizațiile locale (Consiliul Audiovizualului, ONG-uri de media, diverse proiecte, inclusiv europene) au demarat mai multe inițiative de contracarare a dezinformării care includ: monitorizare fluxului media, diverse metodologii de detectare a știrilor false și proiecte de alfabetizare informațională și media (AIM [4,5,6,7].

Analizând categoriile specifice de cetățeni (în baza criteriilor de vârstă: elevi, studenți, vârstnici) din Republica Moldova putem scoate în evidență următoarele detalii din tabelul 1.

Tabelul 1. Portretul informational al diferitor categorii de cetățeni în funcție de vârstă

Categorii de cetățeni/vârstă	Comportament	Consecințe	Recomandări
Elevi din clasele liceale	- folosesc intens platforme sociale (TikTok, Instagram, Facebook, YouTube) în calitate de sursă primară de informare; - formarea gândirii critice este încă în proces; - receptivitate sporită la mesaje simple, emoționale și virale;	- dezinformarea pe teme de sănătate (vaccinuri, Covid etc.) poate produce refuzuri sau comportamente instabile (refuz la vaccinuri etc.), chiar cu risc sporit pentru viață; - normalizarea unor narative false poate influența atitudini antidemocratice sau intolerante în rândul tinerilor, afectând coeziunea socială pe termen lung;	- integrarea modulelor practice de AIM în curricula națională (fact-checking, verificarea surselor, logica argumentării etc.); - transformarea disciplinei opționale *Educație pentru media* în disciplină obligatorie;
Studenți	- sunt, în general, mai capabili să verifice informația, dar pot fi ținta dezinformărilor politice (campanii electorale, manipulare ideologică) sau a deepfake-urilor în mediul academic și civic; - consumă un conținut mai variat de informații (presa online, social media, bloguri etc.) și, adesea, distribuie informații fără verificare pentru că-și doresc implicare/recunoaștere socială;	- impact asupra participării civice unde dezinformarea bine direcționată poate altera percepții referitor la integritatea votului, inclusiv a instituțiilor de stat, ducând la scăderea încrederii sau la concentrarea pe baze de informații false provocând, în primul rând, neparticiparea la vot; - în mediul universitar, dezinformarea poate afecta cercetarea (propagarea de pseudostiință, urmare a utilizării unor site-uri vicioase, prădătoare) și reputația instituțiilor;	- cursuri/ module universitare axate pe combaterea dezinformării; - colaborări cu jurnaliști pentru ateliere practice de fact-checking; - promovarea responsabilității digitale în grupele/ asociațiile studențești; - susținerea jurnalismului de investigație local; parteneriate universitate - redacții pentru stagii de fact-checking;
Vârstnici (peste 60 de ani)	- vârstnicii sunt mai vulnerabili referitor la	- riscuri directe: fraude, pierderi financiare, decizii	- organizarea de campanii locale ofline

	competențele digitale, astfel tind să consume și să creadă mesaje de pe rețele de socializare și canalele media (Facebook, WhatsApp, Viber, TV local etc.), care, de cele mai multe ori, sunt distribuite de prieteni; - la fel, ca și elevii, vârstnicii sunt vulnerabili la fake news-uri virale și la scam-uri (financiare și de sănătate);	de sănătate periculoase (refuzul tratamentelor, adoptarea unor „tratamente mnine" false); - impactul civic constă în diseminarea extinsă a unor narațiuni false în rețelele familiale, care este un amplificator social major;	(postere, radio, programe TV), cursuri practice de formare a competențelor digitale în centre pentru seniori; - implicarea administrației publice locale a organizațiilor comunitare pentru a transmite mesaje corecte în rândul populației vârsnice;

Studii și campanii (UNESCO, Uniunea Europeană) arată că persoanele în vârstă sunt unul dintre cele mai afectate de dezinformare grupuri. Comparativ (la nivel european și global), rapoartele oficiale periodice arată o creștere a operațiunilor FIMI și diversificarea tacticilor (deepfak-uri, impersonări, bot-networks). Răspunsul european referitor la combaterea acțiunilor de dezinformare îmbină Codul de bune practici privind dezinformarea [3], Digital Services Act (DSA[1]) [8,9,10] și mecanisme de alertă rapidă. Organizațiile globale pentru prevenirea și combaterea dezinformării pun accent pe AIM ca soluție preventivă, plus stabilirea de parteneriate multi-actor dintre școli, administrația publică locală, platforme, ONG-uri, mass-media etc. În acest sens, proiectele demarate la nivel european și global arată un impact pozitiv al programelor de implicare a tinerilor în combaterea știrilor false [11]. Auditorii externi - Curtea de Conturi Europeană recomandă o mai bună coordonare și monitorizare a acțiunilor antidezinformare la nivelul european, iar concluziile făcute în baza raportului sunt relevante și pentru Republica Moldova ca stat în tranziție informațională și media [12].

Model pedagogic pentru alfabetizarea informațională și media

Promovarea alfabetizării informaționale și media (AIM) în rândul tinerilor și vârstnicilor este o necesitate stringentă, deoarece le oferă instrumentele necesare pentru a identifica și respinge conținutul manipulator. Un pas concret pentru asigurarea securității naționale reglementate prin Strategia securității naționale a Republicii Moldova ar fi dezvoltarea sistemului educațional și completarea ecosistemului de protecție informațională a cetățenilor dintr-o perspectivă dual: tehnologică și socio-educațională, specifică Republicii Moldova, prin realizarea unui model pedagogic de formare și

[1] DSA este un Regulament al Uniunii Europene, adoptat în 2022, care stabilește reguli clare pentru platformele online (precum Facebook, YouTube, TikTok etc.) privind: (1) combaterea dezinformării și a conținutului illegal; (2) transparența algoritmilor de detectare; (3) protecția utilizatorilor și a drepturilor fundamentale ale cetățenilor; (4) obligații speciale pentru platformele foarte mari (VLOPs) în gestionarea riscurilor sistemice (inclusiv dezinformarea, manipularea informațională, deepfake-urile etc).

dezvoltare a competenței informaționale și media (CIM), care include un sistem informatic de detectare și combatere a dezinformării, conceput pentru educarea celor mai vulnerabile categorii de cetățeni: tinerii și vârstnicii și care va contribui la dezvoltarea unei societăți cu o gândire critică avansată și rezistente la fluxul de dezinformare.

Astfel, două dintre obiectivele principale ale cercetării sunt: (1) elaborarea unui model pedagogic și a metodologiei de alfabetizare informațională și media; (2) validarea eficienței intervențiilor educaționale în creșterea rezilienței la știri false a celor mai vulnerabile categorii de cetățeni. Această cercetare sprijină eforturile instituțiilor statului Republica Moldova, centrate pe asigurarea securității naționale a cetățenilor.

Blended Learning / Flipped Classroom

Model imbină învățarea online cu activitățile față-în-față. *Avantaje*: scalabilitate, permite personalizare și utilizarea instrumentelor de verificare în timpul lecțiilor practice. *Limite*: necesită acces la resurse digitale și competențe digitale mai avansate, care poate fi o problema pentru unele categorii de vârstă, de exemplu - vârstnicii.

Constructivist Media Decoding (Project Look Sharp)

Modelul presupune că instruiții își construiesc cunoașterea prin analiză activă a conținutului media (descompunere, examinare). Tehnologia permite acces la arhivele video, instrumente de analiză a imaginii și colaborare. Potrivit pentru elevi și studenți.

Inquiry Based Learning and Problem Based Learning

Instruiții sunt provocați să rezolve probleme reale (de exemplu, demararea unei investigații cu privire la dezinformare). Tehnologia oferă instrumente de cercetare, baze de date și instrumente de verificare; încurajează gândirea critică.

Game Based Learning și Simulări

Modelul permite folosirea simulărilor (de exemplu, scenarii de distribuire a unei știri devenite virale) sau jocurilor de tip *serious games* pentru a realiza verificarea știrilor. Este un model recomandat pentru elevi și vârstnici grație unor activități ușor de asimilat, care, la rândul lor cresc gradul de implicare a instruiților în procesul de formare a cunoașterii.

Connectivism and Social Learning (peer learning, fact-checking communities)

Modelul presupune încurajarea rețelelor de fact-checkeri (studențești, comunitare) care utilizează instrumente digitale (sisteme informatice, IA etc.) pentru a colabora la identificarea și monitorizarea apariției știrilor false.

Human-in-the-loop (HITL) în educație

Modelul sprijină integrarea TIC în activitatea didactică, însă intervenția umană rămâne esențială în procesul de predare, evaluare sau decizie. Este un model recomandat pentru detectarea deepfake-urilor (aplicațiile de detectore a știrilor false necesită verificare umană).

Figura 1. Modele pedagogice axate pe integrarea TIC în procesul didactic de formare a competențelor și atitudinilor

Noutatea și originalitatea cercetării propuse este definită de (1) modelul și metodologia de alfabetizare informațională și media prin intermediul unui sistem tehnologic integrat de detectare și combatere a știrilor false, specific mediul informațional național, flexibil pentru diferite categorii de vârstă (MIDECOD) și (2) completarea spectrului de resurse axate pe creșterea rezilienței la știri false a celor mai vulnerabile categorii de cetățeni: tinerii și vârstnicii.

Pentru elaborarea modelului pedagogic MIDECOD au fost analizate mai multe modele concentrate pe utilizarea tehnologiilor informaționale în procesul de formare a competențelor și atitudinilor. Au fost identificate avantajele, dezavantajele modelelor și cum pot fi adaptate pentru diferite categorii de cetățeni: elevi, studenți și vârstnici [13] (fig. 1).

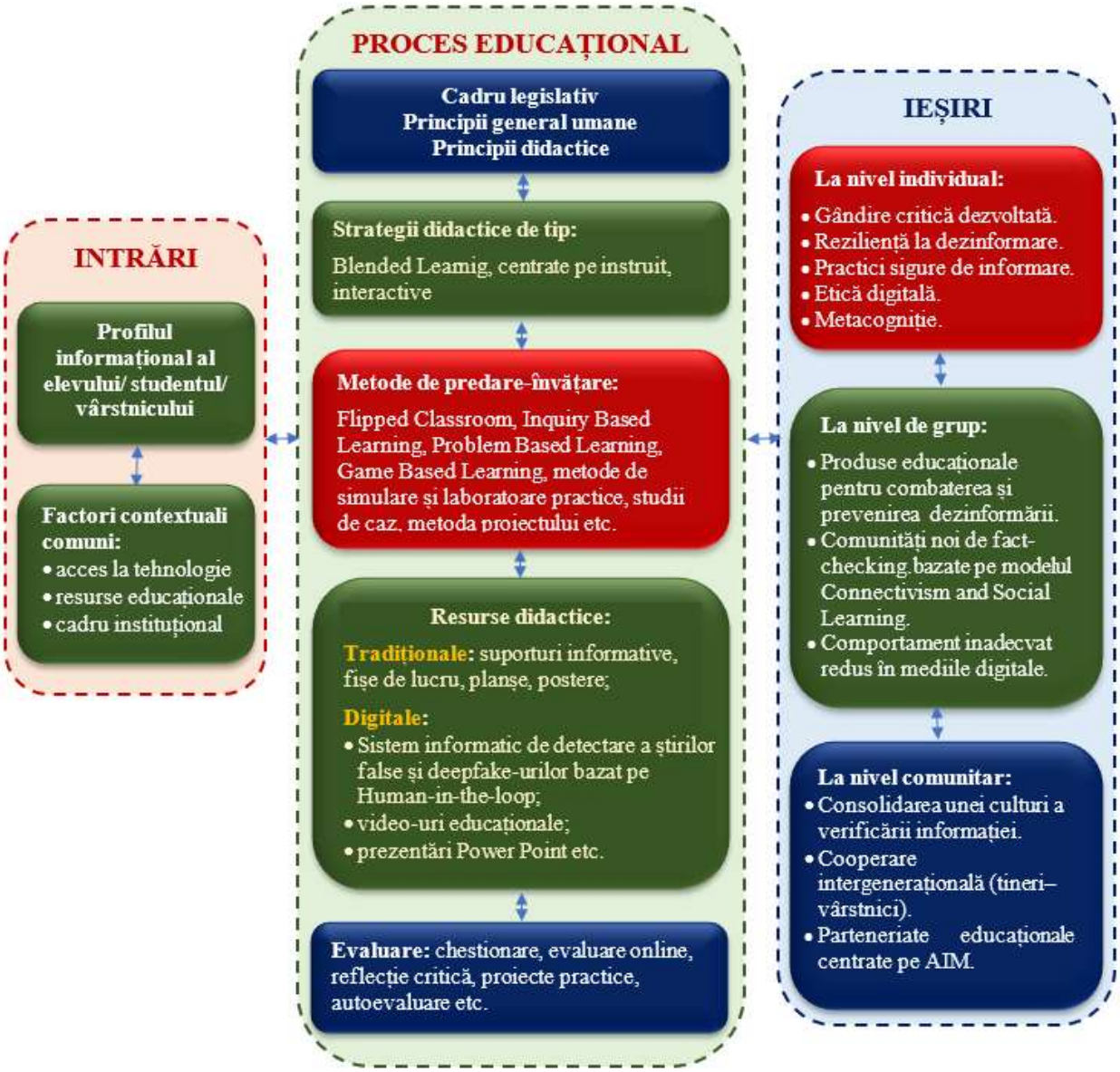


Figura 2. Modelul pedagogic MIDECOD

Astfel, propunem un model pedagogic pentru alfabetizarea informațională și media - MIDECOD, care îmbină în sine modele pedagogice axate pe integrarea TIC în procesul

didactic de formare a competențelor și atitudinilor analizate în figura 1 (fig.2). Acest model pedagogic este conceput pentru a dezvolta competențele AIM pentru trei categorii cheie de vârstă: elevi, studenți și vârstnici. Modelul este axat pe trei categorii de vârstă principale: elevi, studenți, vârstnici, și pentru fiecare categorie sunt specificate componentele cheie: competențe, metode de predare-învățare-evaluare, resurse.

Caracteristicile de bază ale modelului MIDECOD sunt:

- ✓ *Metacogniția* – conștientizarea de către instruiți a modului în care sunt procesate informațiile.
- ✓ *Contextualizarea* – sistemul informatic integrat bazat pe inteligența artificială RealInfo va fi antrenat pe narative și exemple de dezinformare locale și relevante cultural.
- ✓ *Scaffolding* – instruiții vor primi sprijin și ghidare gradual, iar competențele de alfabetizare informațională și media se vor forma pe principiul de la simplu la complex.
- ✓ *Participare activă și creativă* – învățarea se va realiza prin utilizarea sistemului RealInfo și analiză umană.
- ✓ *Intergeneraționalitate* – colaborare între tineri și vârstnici.
- ✓ *Evaluare continuă* – adaptarea constantă a strategiilor și metodelor didactice în funcție de progresul instruiților.

Modelul pedagogic propus este unul flexibil, unde fiecare categorie de vârstă formează un segment distinct, iar în centru se află competențele comune: gândirea critică, verificarea surselor prin metode digitale de tip human-in-the-loop, etica digitală.

O latură importantă a modelului propus rezidă în faptul că, modelul MIDECOD rezolvă o problemă reală cu impact direct asupra securității informaționale cu un potențial înalt de colaborare inter-instituțională și intergenerațională.

Concluzii

1. Pe plan *social*, modelul MIDECOD își propune să contribuie la îmbunătățirea politicilor naționale privind securitatea informațională, cu efecte directe asupra protecției cetățenilor și a securității naționale. Această dimensiune are o dublă semnificație: pe de o parte, implică o modernizare a cadrului normativ și strategic, iar pe de altă parte, susține dezvoltarea durabilă a societății prin consolidarea unei culturi informaționale bazate pe responsabilitate și discernământ. De asemenea, modelului vine în sprijinirea instituțiilor statului în lupta împotriva dezinformării, ceea ce indică o orientare practică și aplicativă a acestuia.
2. Dimensiunea *academică* reflectă intenția de a transforma sistemul educațional într-un spațiu de formare a competențelor informaționale și digitale necesare pentru detectarea și combaterea dezinformării. Modelul propune nu doar actualizarea

strategiilor educaționale, ci și integrarea inteligentă și etică a inteligenței artificiale, în special pentru protejarea grupurilor vulnerabile – tinerii și vârstnicii. Totodată, acesta poate fi folosit pentru dezvoltarea de noi modele și metodologii centrate pe gândirea critică, care promovează o educație reflexivă, capabilă să transforme cetățenii în participanți activi și conștienți ai mediului digital.

3. În ceea ce privește *securitatea*, modelul vizează consolidarea rezilienței naționale în fața atacurilor informaționale externe, accentuând importanța prevenirii și a protecției proactive. Acest aspect completează armonios celelalte două dimensiuni, subliniind interdependența dintre educație, societate și securitate în gestionarea riscurilor informaționale.
4. Modelul propus nu doar răspunde nevoilor actuale, ci și anticipează provocările viitorului, promovând o cultură a securității informaționale bazată pe educație, cooperare și gândire critică.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia dezvoltării unui model integrat de detectare și combatere a dezinformării în Republica Moldova: abordare tehnologică și socio-educațională”, concursul național ”Stimularea excelenței cercetărilor științifice pentru anii 2025-2026”, Prioritatea strategică IV: Provocări societale, cu cifrul 25.80012.0807.65SE.

Bibliografie

1. 3rd EEAS Report on Foreign Information Manipulation and Interference Threats. Online: https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/2025/EEAS-3nd-ThreatReport-March-2025-05-Digital-HD.pdf
2. EUvsDisinfo. Online: https://euvsdisinfo.eu/ro/moldova-ro/
3. Consolidarea Codului de bune practici privind dezinformarea. Online: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/new-push-european-democracy/protecting-democracy/strengthened-eu-code-practice-disinformation_ro
4. Consiliul Audiovizualului prezintă eforturile Republicii Moldova privind combaterea dezinformării la Conferința internațională EuroDIG. Online: https://www.coe.int/ro/web/chisinau/-/the-audiovisual-council-addresses-moldova-s-efforts-towards-countering-disinformation-at-the-international-eurodig-conference?utm_source=chatgpt.com
5. Analysis and strategy for increasing resilience to disinformation in the Republic of Moldova. Online: https://iep-berlin.de/site/assets/files/2083/informd_study_against_disinformation_in_moldova.pdf
6. Centrul pentru Jurnalism Independent. Online: https://cji.md/educatie-media/

7. Advancing media freedom in the Republic of Moldova. Online: https://www.coe.int/en/web/freedom-expression/advancing-media-freedom-in-the-republic-of-moldova
8. Regulamentul (UE) 2022/2065 al Parlamentului European și al Consiliului din 19 octombrie 2022 privind o piață unică pentru serviciile digitale și de modificare a Directivei 2000/31/CE (Regulamentul privind serviciile digitale). Online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32022R2065
9. Pachetul legislativ privind serviciile digitale. Online: https://digital-strategy.ec.europa.eu/ro/policies/digital-services-act-package?utm_source=chatgpt.com
10. Digital Services Act - a handbook for public service media. Online: https://www.ebu.ch/files/live/sites/ebu/files/Publications/Reports/open/10022023-Digital-Services-Act-Handbook%E2%80%93Public-Version.pdf?utm_source=chatgpt.com
11. UNESCO - EU Partnership Grows: Tackling Disinformation and Hate Speech Globally. Online: https://www.unesco.org/en/articles/unesco-eu-partnership-grows-tackling-disinformation-and-hate-speech-globally
12. Curtea de Conturi Europeană. Raport special: Dezinformarea care afectează UE: un fenomen sub supraveghere, dar nu încă sub control. Online: https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/disinformation-9-2021/ro/index.html
13. Shaping Digital Education: Enabling Factors for Quality, Equity and Efficiency, OECD Publishing, Paris, 2023. Online: https://doi.org/10.1787/bac4dc9f-en

CZU: 378:519.83:004.42 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p358-363

INTEGRAREA GEOGEBRA ÎN ANALIZA JOCURILOR DE DIMENSIUNEA $2 \times n$ ($m \times 2$) – O ABORDARE STEAM ÎN PREDAREA TEORIEI JOCURILOR

Natalia JOSU, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-3687-5437
e-mail: josu.natalia@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Lucrarea propune o abordare interdisciplinară a Teoriei jocurilor în contextul educației STEAM. Prin utilizarea aplicației GeoGebra, jocurile de dimensiunea $2 \times n$ și $m \times 2$ sunt analizate vizual și interactiv, facilitând înțelegerea echilibrului Nash și a procesului decizional.
Cuvinte-cheie: Teoria jocurilor, joc matriceal; joc cu sumă nulă; strategie optimă; preț superior al jocului, preț inferior al jocului, Educație STEAM, GeoGebra.

Abstract. The paper presents an interdisciplinary approach to Game Theory within the STEAM education framework. Using GeoGebra, $2 \times n$ and $m \times 2$ games are analyzed visually and interactively, enabling a better understanding of the Nash equilibrium and decision-making processes.
Keywords: Game theory; matrix game; zero-sum game; optimal strategy; upper value of the game; lower value of the game, STEAM education, GeoGebra.

Introducere

Educația modernă se orientează tot mai mult spre abordări interdisciplinare, în care competențele cognitive, digitale și creative se dezvoltă simultan. În acest context, paradigma STEAM oferă un cadru complex care integrează știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica, promovând o învățare activă și aplicată. Utilizarea instrumentelor digitale precum GeoGebra, Desmos, SMath Solver în soluționarea problemelor ce țin de Teoria jocurilor, permit reprezentarea vizuală și explorarea interactivă a conceptelor teoretice, facilitând trecerea de la abstract la concret. În special, jocurile de dimensiunea 2×2, $2 \times n$ și $m \times 2$ prin structura lor simplificată, pot fi utilizate eficient în activități didactice pentru a dezvolta gândirea logică, capacitatea de analiză și competențele de rezolvare de probleme.

Elementele fundamentale ale conceptului STEAM – știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica – își găsesc aplicare și în Teoria jocurilor, care le reunește într-un cadru integrat, permițând o analiză detaliată a strategiilor, optimizarea proceselor decizionale și reprezentarea vizual-creativă a rezultatelor.

- ✓ ***Știință*** – aplicarea metodelor științifice în modelarea situațiilor de decizie și interpretarea rezultatelor obținute pe baza datelor experimentale.
- ✓ ***Matematică*** – investigarea strategiilor optime și a funcțiilor de câștig prin intermediul analizei logico-matematice.
- ✓ ***Tehnologie*** – utilizarea aplicației GeoGebra pentru vizualizarea, explorarea și simularea interactivă a jocurilor.

- ✓ ***Inginerie*** **–** optimizarea proceselor decizionale și dezvoltarea strategiilor eficiente în condiții de constrângeri multiple.
- ✓ ***Artă*** **–** reprezentarea vizuală creativă a relațiilor strategice și funcțiilor de câștig, fapt ce contribuie la o înțelegere mai bună a conceptelor.

Astfel, în context educațional, analiza jocurilor de dimensiunea $2 \times n$ și $m \times 2$ prin intermediul GeoGebra favorizează înțelegerea conceptelor matematice abstracte printr-o abordare practică și vizuală. În contextul dat, conținutul teoretic nu mai este perceput ca o colecție de formule, ci ca un proces de gândire strategică, bazat pe analiză, experimentare și luare de decizii, într-un mod atractiv și motivant.

Fundamente teoretice ale jocurilor de dimensiunea $2 \times n$ și $m \times 2$

Un joc strategic cu doi jucători este definit de o matrice de câștiguri $A_{ij} = a[i, j]$, unde fiecare element $a[i, j]$ reprezintă câștigul jucătorului A (pierderea jucătorului B) în raport cu strategiile alese de ambii jucători.

- ✓ Într-un joc de dimensiunea $2 \times n$, jucătorul A are două strategii, iar jucătorul B are n strategii.
- ✓ Într-un joc de dimensiunea $m \times 2$, jucătorul A are m strategii, iar jucătorul B are două strategii.

În continuare sunt descrise jocurile de dimensiunea $2 \times n$, cele de dimensiunea $m \times 2$ se rezolvă în mod analog.

Reprezentarea grafică a jocului se poate realiza în funcție de probabilitatea primei strategii a jucătorului A, notată de exemplu cu x_1, iar probabilitatea celei de a doua strategii se calculează conform relației $x_2 = 1 - x_1$. În acest caz, prima strategie a jucătorului A este reprezentată pe dreapta $x = 1$, paralelă cu axa ordonatelor, situată la distanță de o unitate de aceasta, distanță care reflectă faptul că suma probabilităților strategiilor trebuie să fie egală cu unu, iar a doua strategie este reprezentată pe axa ordonatelor. Punctele corespunzătoare valorilor câștigurilor sunt apoi unite prin drepte, ce exprimă funcțiile de câștig ale primului jucător, în raport cu probabilitatea primei strategii a jucătorului A și fiecare strategie pură a celui de al doilea jucător.

Alternativ, se poate lucra cu probabilitatea celei de-a doua strategii, adică x_2, caz în care $x_1 = 1 - x_2$ și în această situație, prima strategie se reprezintă pe axa ordonatelor, iar a doua pe dreapta $x = 1$ paralelă cu axa ordonatelor [1, 2]. În acest caz, funcțiile de câștig ale primului jucător, sunt construite în raport cu probabilitatea celei de a doua strategii a jucătorului A și fiecare strategie pură a celui de al doilea jucător [3].

Această reprezentare grafică facilitează analiza vizuală a jocului, permițând identificarea punctului de intersecție al dreptelor, care corespunde punctului de echilibru. Astfel, se pot observa direct relațiile dintre strategiile posibile, fără a fi necesară o rezolvare exclusiv algebrică, ceea ce face procesul de învățare mai intuitiv și mai interactiv.

Aplicație practică

Pentru a ilustra metoda descrisă, considerăm următorul exemplu concret de joc matriceal de dimensiunea $2 \times n$. Valorile câștigurilor pentru fiecare combinație de strategii ale jucătorilor sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Matricea jocului

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	$\alpha_i = \min_j(a_{ij})$	$\alpha = \max_i(\alpha_i)$	
A_1	2	2	3	-1	-1	2	Nu există strategie optimă a jucătorului A în strategii pure
A_2	4	3	2	6	2		
$\beta_j = \max_i(a_{ij})$	4	3	3	6		Prețul inferior al jocului	
$\beta = \min_j(\beta_j)$	3				Prețul superior al jocului	$\alpha \neq \beta$	
Nu există strategie optimă a jucătorului B strategii pure						$\alpha \leq v \leq \beta \rightarrow 2 \leq v \leq 3$	

Matricea plăților corespunzătoare strategiilor mixte ale primului jucător și strategiilor pure ale jucătorului al doilea în raport cu probabilitatea primei strategii a jucătorului A ia forma:

	Probabilitatea primei strategii a jucătorului A	Strategiile pure ale jucătorului B			
		B_1	B_2	B_3	B_4
Strategiile mixte ale jucătorului A	x_1	2	2	3	-1
	$x_2 = 1 - x_1$	4	3	2	6

Așa cum jucătorul B poate acționa cu fiecare din strategiile sale pure, câștigul așteptat de jucătorul A poate fi reprezentat prin patru dependențe liniare de forma:

$$v = k \cdot x_1 + b; 0 \leq x_1 \leq 1$$

în raport cu probabilitatea primei strategii x_1.

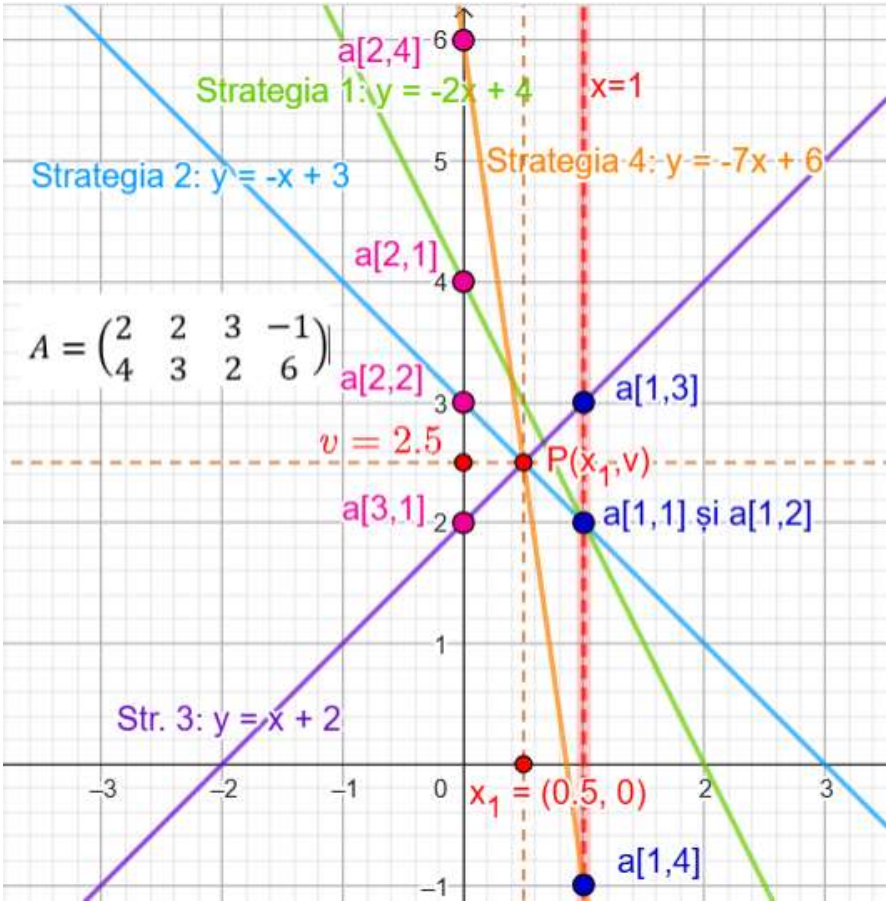
B_1: $2x_1 + 4x_2 = 2x_1 + 4(1 - x_1)$: $v_1 = -2x_1 + 4$;

B_2: $2x_1 + 3x_2 = 2x_1 + 3(1 - x_1)$: $v_2 = -x_1 + 3$;

B_3: $3x_1 + 2x_2 = 3x_1 + 2 \cdot (1 - x_1)$: $v_3 = x_1 + 2$;

B_4: $-x_1 + 6x_2 = -x_1 + 6(1 - x_1)$: $v_4 = -7x_1 + 6$.

În continuare se vor ilustra grafic funcțiile de câștig ale primului jucător v_1, v_2, v_3, v_4. Prima strategie a primului jucător $A_1 = (2, 2, 3, -1)$ este reprezentată pe dreapta $x = 1$, paralelă cu axa ordonatelor, iar a doua strategie $A_2 = (4, 3, 2, 6)$ este reprezentată pe axa ordonatelor. Punctele corespunzătoare $a[1,1] - a[2,1]$; $a[1,2] - a[2,2]$; $a[1,3] - a[3,1]$ și $a[1,4] - a[4,1]$ sunt unite prin drepte pentru a ilustra grafic funcțiile de câștig.



Imaginea 1. Reprezentarea grafică a funcțiilor de câștig ale jucătorului *A*

Pe grafic, punctul corespunzător strategiei *maxmin*, $P[x_1, v]$, se identifică la intersecția dreptelor: $v_2 = -x_1 + 3$ și $v_3 = x_1 + 2$ sau $v_2 = -x_1 + 3$ și $v_4 = -7x_1 + 6$ sau $v_3 = x_1 + 2$ și $v_4 = -7x_1 + 6$, care determină cel mai mare dintre câștigurile minime ale jucătorului A, reprezentând valoarea probabilității primei strategii x_1, ce maximizează acest câștig minim. Strategia optimă a jucătorului A va fi în acest caz $S_A = \left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$, iar prețul jocului $v = \frac{5}{2}$.

În continuare se vor examina strategiile posibile ale jucătorului al doilea. Acesta poate selecta oricare două dintre strategiile care conduc la obținerea punctului optim deja determinat pentru primul jucător, toate oferind același rezultat al jocului. Se va determina strategia optimă mixtă pentru jucătorul B, pentru cazul când acesta optează pentru strategiile pure B_3 și B_4 ce corespund dreptelor $x_1 + 2$ și $-7x_1 + 6$.

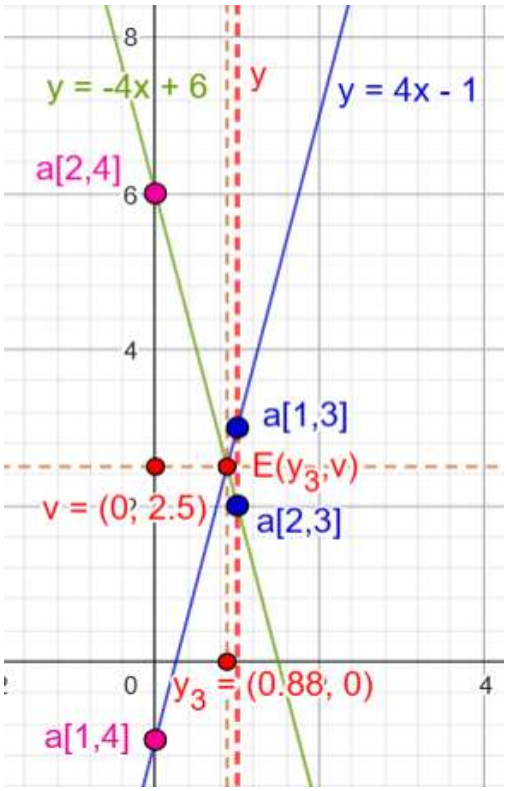
Astfel matricea plăților ia forma:

		Strategiile mixte ale jucătorului B	
Probabilitatea strategiei a treia		B_3	B_4
		y_3	$y_4 = 1 - y_3$
Strategiile pure ale jucătorului A	A_1	3	-1
	A_2	2	6

Acest lucru înseamnă că jucătorul B nu va utiliza strategiile B_1 și B_2 (probabilitățile acestora sunt egale cu zero), dar strategiile B_3 și B_4 vor fi aplicate cu anumite probabilități diferite de zero.

Așa cum jucătorul A poate acționa cu fiecare din strategiile sale pure, pierderea așteptată de jucătorul B poate fi reprezentată prin două dependențe liniare de forma $v = k \cdot y_3 + b; 0 \le y_3 \le 1$ în raport cu probabilitatea strategiei a treia y_3. A_1: $3y_3 - y_4 = 3y_3 - (1 - y_3)$: $v_1 = 4y_3 - 1$; A_2: $2y_3 + 6y_4 = 2y_3 + 6(1 - y_3)$: $v_2 = -4y_3 + 6$.

În continuare se vor ilustra grafic funcțiile de câștig ale jucătorului B: v_1, v_2. Prima strategie a jucătorului al doilea $B_3 = (3, 2)$ este reprezentată pe dreapta y, paralelă cu axa ordonatelor, situată la distanță de o unitate de aceasta, iar a doua strategie $B_4 = (-1, 6)$ este reprezentată pe axa ordonatelor. Punctele corespunzătoare $a[1,3] - a[1,4]$ și $a[2,3] - a[2,4]$ sunt unite prin drepte pentru a ilustra grafic funcțiile de câștig.



Imaginea 2. Reprezentarea grafică a funcțiilor de câștig ale jucătorului B

Pe grafic, punctul corespunzător strategiei *minmax*, $E[y_3, v]$, se identifică la intersecția funcțiilor de câștig: $4y_3 - 1$ și $-4y_3 + 6$, care determină cel mai mic dintre câștigurile maxime ale jucătorului B, reprezentând valoarea probabilității strategiei a treia y_3, ce minimizează acest câștig maxim. Strategia optimă a jucătorului B va fi în acest caz este $S_B = \left(\frac{7}{8}; \frac{1}{8}\right)$, iar prețul jocului $v = \frac{5}{2}$. Soluția jocului în strategii mixte va avea forma $S = (S_A, S_B, v) = \left(\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right), \left(0; 0; \frac{7}{8}; \frac{1}{8}\right), \frac{5}{2}\right)$.

Pentru validarea rezultatului obținut grafic, se va efectua verificarea din perspectiva primului jucător, care acționează cu strategii pure, în timp ce jucătorul al doilea adoptă strategii mixte, urmând ca analiza să fie reluată ulterior în mod simetric și pentru al doilea jucător.

✓ ***A* - strategii pure; *B* - strategii mixte**

$$v_A(A_1, y_j) = (a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + a_{13}y_3 + a_{14}y_4) = \left(2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot \frac{7}{8} - 1 \cdot \frac{1}{8}\right) = \frac{5}{2}$$

$$v_A(A_2, y_j) = (a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + a_{23}y_3 + a_{24}y_4) == \left(4 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 2 \cdot \frac{7}{8} + 6 \cdot \frac{1}{8}\right) = \frac{5}{2}$$

✓ ***A* - strategii mixte; *B* - strategii pure**

$v_B(x_i, B_1) = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 = 2x_1 + 4x_2 = 2 \cdot \frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{1}{2} = 3;$ $v_B(x_i, B_1) = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 = 2x_1 + 3x_2 = 2 \cdot \frac{1}{2} + 3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{2};$ $v_B(x_i, B_1) = a_{13}x_1 + a_{23}x_2 = 3x_1 + 2x_2 = 3 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{2};$ $v_B(x_i, B_1) = a_{14}x_1 + a_{24}x_2 = -x_1 + 6x_2 = -\frac{1}{2} + 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{2}.$

Abaterea de la aceste strategii poate aduce un câștig mai mic pentru jucătorul A sau o pierdere mai mare pentru jucătorul B. În exemplul analizat, strategia B_1 este nefavorabilă pentru jucătorul al doilea, deoarece generează o valoare a jocului mai mare decât valoarea optimă v.

Concluzii

Analiza jocurilor de dimensiunea $2 \times n$ și $m \times 2$ cu ajutorul GeoGebra ilustrează modul în care tehnologia poate transforma învățarea într-un proces activ și creativ. Într-un cadru educațional STEAM, nu se rezolvă doar exerciții, ci se modelează, se experimentează și se interpretează fenomene matematice, dezvoltând competențe complexe. GeoGebra devine, astfel, un instrument educațional complet, care unește matematica și arta, teoria și practica, analiza și vizualizarea.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. ROMAN, M., MARIN, D., STANCU, S. *Teoria jocurilor pentru economiști*. București: Edutura ASE, 2005. ISBN 973-594-598-3.
2. MÂNDRU, L., BEGU, L.-S. Optimizarea deciziilor în condiţii de risc şi incertitudine. Universitatea „George Bariţiu” Braşov, Academia de Studii Economice Bucureşti. In: *Meridian Ingineresc*, 2009. nr. 2, pp. 78-81. ISSN 1683-853X.
3. LOZAN, V. Teoria jocurilor şi relaţiile sociale. In: *Studia Universitatis (Seria Ştiinţe Exacte şi Economice)*. 2013, nr. 2(69), pp. 23-27. ISSN 1857 – 2073.

CZU: 371.3:004.42 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p364-367

METODOLOGIA ELABORĂRII CONȚINUTULUI EDUCAȚIONAL DIGITAL

Pavel MAXIAN, profesor de informatică
https://orcid.org/0009-0001-3280-5650
e-mail: maxian.pavel@singerei.edu.md
Liceul Teoretic „A. Agapie" din s. Pepeni, r. Sîngerei

Rezumat. Metodologia de elaborare a conținutului educațional digital urmărește îmbunătățirea competențelor digitale ale profesorilor. În metodologia prezentată sunt descrise 7 etape recomandate de respectat pentru obținerea unui produs educațional digital de calitate. Prin aplicarea acestor pași și principii, conținutul educațional digital devine mai eficient și mai atractiv pentru elevi, facilitând astfel învățarea și dezvoltarea abilităților digitale.
Cuvinte cheie: metodologie, conținut digital, principii.

Abstract. The methodology for developing digital educational content aims to improve the digital skills of teachers. In the presented methodology, 7 recommended steps are described to be followed in order to obtain a quality digital educational product. By applying these steps and principles, digital educational content becomes more effective and engaging for students, thereby facilitating learning and developing digital skills.
Keywords: methodology, digital content, principles.

Introducere

Diversitatea resurselor educaționale digitale constituie o oportunitate enormă pentru profesori în activitatea profesională, O problemă esențială în domeniu este asigurarea calității acestor resurse. Resursele educaționale digitale de calitate sunt esențiale pentru educabili în a înțelege pe deplin sensul unui anumit subiect.

În elaborarea conținutului educațional digital se recomandă cunoașterea și implementarea principiilor celor mai importante teorii ale învățării [3], cum ar fi:

- Teoria cognitivă a învățării multimedia de Richard Mayer [6].
- Teoria încărcării cognitive de John Sweller [7, p. 257-285].
- Teoria proiectării motivaționale a învățării de John Keller [4].

Pentru îmbunătățirea performanțelor și realizarea pro-schimbării în domeniul dezvoltării competenței digitale a profesorilor se propune următoarea metodologie de elaborare a conținutului educațional digital.

Metodologia de elaborare a conținutului educațional digital presupune realizarea următoarelor etape în implementare:

I. Evaluarea contingentului

Primul pas în planificarea unei lecții bazată pe TIC este identificarea în mod specific a contingentului de educabili:

- Caracteristici generale a elevilor (clasa, vârsta, genul, statut socio-economic, provocări mentale, emoționale și fizice).

- Competențe specifice inițiale (cunoștințe demonstrate la evaluarea inițială, abilități demonstrate printr-un experiment practic, atitudine exprimată față de disciplina predată).
- Stiluri de învățare (pot fi determinate urmare administrării chestionarelor special elaborate).

Înțelegerea stilurilor de învățare este doar un prim pas în maximizarea potențialului și depășirea diferențelor de învățare.

II. Definirea obiectivelor instruirii

La definirea obiectivelor se precizează ceea ce va face elevul în procesului de predare-învățare. În elaborarea obiectivelor operaționale sunt recomandate următoarele cerințe:

- să fie formulate în termeni expliciți care să vizeze o singură acțiune;
- sarcinile didactice să fie variate;
- să se evite numărul exagerat de obiective operaționale pentru o lecție.

III. Selectarea strategiei didactice

Strategia didactică exprimă modul de combinare si organizare cronologică a metodelor, procedeelor, mijloacelor de învățământ şi a modurilor de organizare a învățării, în derularea lor secvențială pentru atingerea obiectivelor.

Principalele componente ale strategiei didactice sunt:

- sistemul formelor de organizare și desfășurare a activității educaționale;
- sistemul metodelor și procedeelor didactice;
- sistemul mijloacelor de învățământ, respectiv a resurselor utilizate;
- sistemul obiectivelor operaționale.

IV. Dezvoltarea conținutului educațional digital

Conținutul educațional digital de calitate se poate dezvolta prin aplicarea următoarelor principii:

1. *Principiul multimedia*

Conținutul de tip multimedia ne oferă diferite combinații de text, imagini, sunet, animație, video. Principiul multimedia presupune respectarea următoarelor recomandări:

1.1. Respectați regulile de tehnoredactare pentru texte [5]:

1.2. Utilizați culorile corespunzător recomandărilor din teoria acțiunii psihologice a culorilor.

1.3. Folosiți imaginile corespunzător tipului de grafică (decorativă, reprezentativă, mnemonică, organizațională, relațională, transformațională, interpretativă).

1.4. Utilizați organizatori grafici corespunzător etapei din procesul educațional [1].

2. *Principiul contiguității*

2.1. Integrați textul cu grafica în mod avantajos, astfel se poate de câștigat circa 70% din atenție.

2.2. Plasați textul lângă grafică corespunzătoare (continuitate spațială).

2.3. Sincronizați textul vorbit cu grafica corespunzătoare.

3. *Principiul modalității*

Modalitatea este o formă de a produce expresia umană și este compusă dintr-o combinație de percepție și memorie. Prezentați textul ca discurs (narațiune), decât text afișat la monitor, pentru a separa spre cele două canale de cogniție: cuvintele spre canalul auditiv, iar imaginile spre canalul vizual.

4. *Principiul redundanței*

Principiul redundanței este relevant numai atunci când textul explică o grafică. Pentru respectarea principiului redundanței:

4.1. Explicați elementele vizuale în format audio sau text, nu ambele.

4.2. Adăugați text pe ecran la narațiune doar în situații speciale.

5. *Principiul coerenței*

Pentru a respecta principiul coerenței:

5.1. Evitați conținut care include un sunet inutil (muzica de fundal);

5.2. Evitați conținut care include grafică neesențială (fără de sens);

5.3. Evitați conținut cu cuvinte „interesante” însă neesențiale.

6. *Principiul personalizării*

6.1. Utilizați stilul conversațional în schimbul celui formal.

6.2. Puneți întrebări și comentarii directe către educabili.

6.3. Folosiți voci umane pentru narațiune.

6.4. Utilizați agenți de predare (personaje pe ecran) eficienți, care ajută la ghidarea procesului de învățare. Agenții pot fi personaje de desene animate, avatar-i din realitatea virtuală sau persoane reale.

V. Testarea conținutului educațional

În etapa de testare se propune să urmați procesul celor *5P*-uri:

1) **P**revizualizați tehnologia, mijloacele și materialele – scopul fiind de a selecta porțiunile care se aliniază direct cu lecția.
2) **P**regătiți tehnologia, mijloacele și materialele.
3) **P**regătiți mediul de desfășurare – acomodați facilitățile conform tipului de local (sală de clasă, laborator, centru media etc.)
4) **P**regătiți contingentul de elevi – presupune ”încălzirea” din punct de vedere didactic.
5) **P**etreceți lecția efectiv, urmărind realizarea planului elaborat.

VI. Implicarea educabililor și realizarea feedback-ului

Oricare ar fi strategia de predare, permiteți-le educabililor să construiască cunoștințe spre deosebire de a încerca să le ”predați” cunoștințe. Este esențial să solicitați participarea elevilor prin practică directă cu noile cunoștințe și abilități.

Feedback-ul descriptiv este singurul care corespunde într-adevăr noțiunii de feedback

autentic. Feedback-ul este constructiv când face referire numai la acțiunea în sine şi nimic altceva.

VII. Evaluarea conținutului educațional

Această evaluare trebuie să examineze întregul proces instructiv și impactul utilizării tehnologiei și mijloacelor: reflectați asupra lecției, obiectivelor formulate, strategiei, materialelor instructive și să stabiliți dacă aceste elemente au fost eficiente sau trebuie modificate.

Concluzii generale şi recomandări

De multe ori, noile tehnologii oferă nimic mai mult decât o simplă digitizare a conținutului, fără o valoare substanțială adăugată.

Un design educațional presupune parcurgerea următorilor pași [2]:

1) Studiați teoriile, strategiile și modelele de design educaționale.
2) Explorați psihologia din perspectiva comportamentelor de învățare.
3) Alegeți instrumentul corect pentru utilizarea curentă și specifică.
4) Creați propriul portofoliu și învățați din experiențele altora.

Bibliografie

1. ATHURALIYA, A. *20 Types of Graphic Organizers for Teachers and Students + Free Templates*. Disponibil: https://creately.com/blog/ diagrams/types-of-graphic-organizers/#Writing.
2. COLMAN, H. *How to Become an Instructional Designer: A Comprehensive Guide*. Disponibil: https://www.ispringsolutions.com/ blog/how-to-become-an-instructional-designer.
3. *DokuWiki* [accesat 2025-03-01]. Disponibil: https://www.learning-theories.org/doku.php?id=learning_theories:list.
4. KELLER, J. Motivational design for learning and performance: The ARCS Model Approach. In: *Springer Science & Business Media*. 2010. ISBN 978-1-4419-1250-3.
5. KINDER, H. *How to use typography to improve your E-learning*. Articulate Global, Inc., 2015.
6. MAYER, R. *Multimedia learning*. Cambridge University Press, 2009. E-ISBN 978-0511-811-67-8.
7. SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. In: *Cognitive Science*. 1988, vol. 12, pp. 257 – 285. ISSN 0364-0213.

CZU: 372.8:004.946 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p368-375

DRONA EDUCAȚIONALĂ CA INSTRUMENT STEAM: O ANALIZĂ A EXPERIENȚELOR DE INSTRUIRE A PROFESORILOR ȘI RECOMANDĂRI PENTRU IMPLEMENTAREA CURRICULARĂ

Alexandru OBADĂ, doctorand, formator TIC
https://orcid.org/0000-0003-3279-870X
e-mail: obada.alexandru@clasaviitorului.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. În ultimele două decenii, transformările digitale au redefinit fundamental modul în care învățarea are loc, iar tehnologiile emergente au devenit elemente-cheie ale proceselor educaționale centrate pe competențe. Integrarea instrumentelor digitale în educație a dus la apariția unui nou cadru de abordare interdisciplinară. Articolul de față își propune să analizeze experiența formării cadrelor didactice din rețeaua Clasa Viitorului privind integrarea dronelor în procesul educațional, printr-o abordare care îmbină reflecția teoretică asupra cercetărilor internaționale cu studiul practic realizat în Republica Moldova.
Cuvinte cheie: Drone, Clasa Viitorului, Educație inovatoare.

Abstract. Over the past two decades, digital transformations have fundamentally redefined the way learning takes place, and emerging technologies have become key elements of competence-based educational processes. The integration of digital tools in education has led to the emergence of a new interdisciplinary approach framework. This article aims to analyze the experience of teacher training within the Future Classroom network regarding the integration of drones into the educational process, through an approach that combines theoretical reflection on international research with the practical study conducted in the Republic of Moldova.
Keywords: Drones, Future Classroom Lab Moldova, Innovative education.

Introducere

În ultimele două decenii, transformările digitale au redefinit fundamental modul în care învățarea are loc, iar tehnologiile emergente au devenit elemente-cheie ale proceselor educaționale centrate pe competențe. Integrarea instrumentelor digitale în educație a dus la apariția unui nou cadru de abordare interdisciplinară – STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) – care promovează învățarea prin explorare, colaborare și rezolvare de probleme reale. În acest context, dronele educaționale reprezintă una dintre cele mai inovatoare tehnologii aplicate în formarea competențelor digitale și algoritmice ale elevilor și cadrelor didactice, oferind un potențial ridicat pentru învățarea activă și interdisciplinară [1].

La nivel internațional, numeroase cercetări au demonstrat impactul pozitiv al utilizării dronelor în procesul educațional, în special prin creșterea motivației elevilor pentru disciplinele științifice și prin stimularea gândirii computaționale. Proiecte precum DRONES@STEAM (Erasmus+, 2022–2024) și Drone Technology Enabled STEM Curriculum (Hong Kong, 2025) evidențiază faptul că integrarea acestor tehnologii contribuie la formarea competențelor secolului XXI și la dezvoltarea unui cadru pedagogic

emergent numit dronagogie – un model educațional ce integrează conceptele de programare, zbor și explorare vizuală [2].

În Republica Moldova, inițiativele recente de digitalizare a procesului educațional au fost sprijinite prin rețeaua „Clasa Viitorului”, coordonată de Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău. Această rețea promovează utilizarea tehnologiilor educaționale interactive și a echipamentelor STEAM, printre care și dronele educaționale, ca instrumente de modernizare a procesului de predare-învățare. Articolul de față analizează experiența formării cadrelor didactice din această rețea privind integrarea dronelor în activitățile educaționale, printr-o abordare care îmbină reflecția teoretică asupra cercetărilor internaționale cu studiul practic realizat în Republica Moldova.

Cadrul teoretic, stadiul cercetărilor internaționale și corelarea cu experiența Republicii Moldova

Utilizarea dronelor în educație s-a dezvoltat semnificativ în ultimul deceniu, devenind un domeniu de interes major pentru cercetători, practicieni și factori de decizie. Numeroase studii subliniază că dronele, prin natura lor interdisciplinară, facilitează abordarea integrată a științei, tehnologiei, ingineriei, artelor și matematicii – componentele fundamentale ale educației STEAM. Ele permit o tranziție de la învățarea pasivă la învățarea activă, bazată pe proiecte, explorare și experimentare practică [3].

La nivel internațional, dronele sunt recunoscute ca instrumente educaționale inovatoare, care stimulează motivația elevilor și consolidează competențele de gândire critică, rezolvare de probleme și colaborare [4]. Studiile efectuate în Statele Unite și Asia demonstrează că implicarea elevilor în activități de construcție, programare și pilotare a dronelor contribuie la creșterea performanțelor școlare și la formarea abilităților digitale necesare societății cunoașterii. De exemplu, Balogun și Miller (2022) au prezentat modelul Drone Club, un program extrașcolar care a dezvoltat competențele de gândire inginerească și de angajabilitate ale elevilor din ciclul secundar, consolidând totodată legătura dintre educație și piața muncii [5].

În Europa, proiecte precum DRONES@STEAM (Erasmus+, 2022–2024) au contribuit la crearea unui cadru curricular interdisciplinar în care dronele sunt utilizate ca mijloace pentru formarea competențelor secolului XXI. Acest proiect a demonstrat că integrarea dronelor în educația profesională și tehnică poate îmbina cunoștințele din domeniul științei și tehnologiei cu abilități transversale precum creativitatea, colaborarea și gândirea critică [6]. În mod similar, Chou et al. (2018) au evidențiat că instruirea elevilor în „zborul și asamblarea dronelor” crește semnificativ motivația pentru disciplinele STEM, iar procesul de învățare devine mai atractiv și mai orientat spre rezolvarea de probleme reale [7].

Un alt exemplu notabil provine din Asia, unde Yeung, Sun și Yeung (2025) au dezvoltat Drone Technology Enabled STEM Curriculum (DTESC) – un cadru pedagogic denumit dronagogie, care definește utilizarea dronelor ca mijloc de predare-învățare interdisciplinar. Rezultatele studiului arată o creștere semnificativă a implicării elevilor și a competențelor psiho-motorii, dar și necesitatea optimizării componentelor cognitive pentru a asigura un echilibru între activitatea practică și achizițiile teoretice [2].

Totodată, literatura de specialitate evidențiază o dimensiune esențială: rolul formării profesorilor. Integrarea eficientă a dronelor în educație presupune nu doar competențe tehnice, ci și abilități pedagogice și metodologice. Studiul realizat de Ng și Cheng (2019) a arătat că profesorii aflați în formare dețin abilitățile tehnologice de bază pentru a utiliza dronele, însă necesită sprijin în proiectarea lecțiilor și în adaptarea conținuturilor curriculare la specificul acestei tehnologii [8]. De aceea, numeroși autori recomandă dezvoltarea unui cadru pedagogic coerent, care să ghideze formarea și mentoratul cadrelor didactice în utilizarea dronelor ca instrumente educaționale.

Analiza lucrărilor recente indică o tendință clară: dronele pot deveni instrumente catalizatoare ale educației STEAM, cu condiția ca implementarea lor să fie însoțită de un proces sistematic de formare, suport metodologic și evaluare continuă a impactului asupra învățării. În acest sens, Republica Moldova, prin rețeaua Clasa Viitorului, se aliniază tendințelor internaționale, contribuind la extinderea practicilor educaționale bazate pe drone și la dezvoltarea unei perspective pedagogice proprii asupra „dronagogiei”.

În raport cu aceste tendințe internaționale, experiența Republicii Moldova se înscrie pe aceeași traiectorie de inovație educațională, având particularitatea de a dezvolta formarea profesorilor într-o rețea instituțională dedicată – „Clasa Viitorului”, coordonată de Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău. Lansată inițial ca platformă națională pentru integrarea tehnologiilor educaționale moderne, rețeaua a devenit în ultimii ani un spațiu experimental pentru implementarea abordărilor STEAM și pentru testarea echipamentelor digitale avansate, inclusiv a dronelor educaționale.

Până în anul 2025, peste 50 din cele 123 de școli membre ale rețelei Clasa Viitorului au fost dotate cu drone educaționale, iar aproximativ 80% dintre cadrele didactice participante au fost instruite să piloteze și să programeze dronele pentru scopuri didactice. În comparație cu modelele internaționale, abordarea Republicii Moldova are o componentă puternică de formare practică aplicată, orientată spre familiarizarea cadrelor didactice din multiple domenii — fizică, matematică, geografie, limba română — cu tehnologiile de pilotare și programare.

Similar cu concluziile studiilor internaționale, profesorii moldoveni au întâmpinat dificultăți la trecerea de la programarea vizuală (Scratch, DroneBlocks) la programarea avansată în Python, unde logica algoritmică și interpretarea erorilor au reprezentat principalele provocări. Cu toate acestea, includerea instrumentelor de inteligență artificială

în procesul de formare (ChatGPT, Google Teachable Machine) a crescut gradul de înțelegere și de implicare a participanților, demonstrând eficiența unei abordări hibride de tip AI-assisted learning. Astfel, experiența națională confirmă tendințele observate la nivel global: dronele pot funcționa ca instrumente STEAM de învățare activă, capabile să dezvolte competențe digitale, algoritmice și colaborative, cu condiția ca procesul de formare a profesorilor să fie bine structurat, gradual și susținut prin mentorat continuu. Prin rețeaua Clasa Viitorului, Republica Moldova oferă un model practic de integrare a tehnologiilor educaționale, comparabil cu inițiativele internaționale de referință, consolidând astfel poziția sa în mișcarea globală pentru inovarea pedagogică bazată pe tehnologie.

Programul de formare a cadrelor didactice pentru integrarea dronelor educaționale în procesul didactic (metoda practică)

În cadrul rețelei Clasa Viitorului, integrarea dronelor educaționale a fost realizată printr-un program de formare conceput special pentru cadrele didactice din diferite domenii, având drept scop dezvoltarea competențelor digitale și algoritmice și promovarea pedagogiilor active prin tehnologii STEAM. Activitatea de formare a fost coordonată de Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, în parteneriat cu instituțiile pilot din rețea.

Programul s-a desfășurat în mai multe etape, combinând instruirea teoretică, demonstrațiile practice și aplicațiile interdisciplinare. În prima fază, participanții au fost familiarizați cu tipurile și arhitectura dronelor educaționale, diferențele dintre dronele de zbor autonom și cele de control direct, precum și cu principiile de calibrare, siguranță și activare. S-a pus accent pe înțelegerea modului în care dronele pot fi diferențiate în funcție de scopul educațional, performanță și nivelul de programabilitate.

După etapa introductivă, profesorii au fost ghidați să utilizeze aplicațiile Scratch Tello și DroneBlocks, platforme care facilitează programarea vizuală prin blocuri logice. Această etapă a vizat crearea unor traiectorii de zbor simple, în care participanții au exersat comenzi precum decolare, rotire, deplasare pe axele X-Y-Z, aterizare controlată sau revenirea la punctul inițial. În mod natural, aceste exerciții au permis profesorilor de matematică și fizică să asocieze activitățile cu noțiuni de coordonate spațiale, vectori și unghiuri, iar celor de geografie să coreleze mișcările cu orientarea în spațiu și reprezentarea hărților.

Următoarea etapă a introdus programarea în Python, ca trecere spre concepte avansate de algoritmică și control automatizat. Profesorii au învățat să scrie coduri de zbor prin terminal, să ajusteze parametrii de viteză, să utilizeze bucle repetitive și să definească secvențe condiționale. Această etapă s-a dovedit a fi provocatoare, în special pentru cadrele

fără experiență de programare, care au întâmpinat dificultăți în înțelegerea logicii secvențiale și în interpretarea mesajelor de eroare.

Pentru a reduce aceste bariere, în cadrul formării au fost integrate instrumente de inteligență artificială. Prin intermediul platformelor ChatGPT și Google Teachable Machine, profesorii au învățat să genereze coduri Python explicând intenția în limbaj natural, ceea ce a facilitat înțelegerea relației dintre algoritm și comportamentul dronei. Totodată, s-au creat modele simple de recunoaștere a imaginilor (de exemplu, identificarea obiectelor colorate sau a simbolurilor vizuale) care au fost ulterior integrate în coduri Python ce dirijau reacțiile dronei la stimuli vizuali.

Această metodologie mixtă – om + AI-assisted programming – a demonstrat eficiență crescută în rândul profesorilor, oferind un model de formare adaptat diferitelor niveluri de competență tehnologică. De asemenea, abordarea a contribuit la creșterea încrederii cadrelor didactice în utilizarea tehnologiilor emergente și la dezvoltarea unei mentalități de tip „învățare continuă prin experimentare".

În finalul cursului, participanții au fost invitați să elaboreze scenarii didactice interdisciplinare în care dronele erau utilizate ca instrumente educaționale. Printre exemplele de activități create se numără:

- simularea mișcării planetelor (fizică și astronomie);
- cartografierea curții școlii cu ajutorul coordonatelor GPS (geografie și TIC);
- analiza traiectoriilor de zbor prin funcții trigonometrice (matematică);
- realizarea unor materiale video tematice despre protecția mediului (limba română și arte);
- jocuri educaționale de tip drone challenge cu obstacole controlate prin algoritmi.

Aceste activități au evidențiat potențialul ridicat al dronelor de a uni disciplinele într-un scop comun de explorare și rezolvare de probleme. În cadrul sesiunilor de feedback, peste 80% dintre participanți au declarat că intenționează să integreze activ dronele în orele proprii, iar o parte dintre ei au început deja să elaboreze planificări tematice STEAM pentru implementare locală. Ca rezultat, programul de formare a contribuit la dezvoltarea unei comunități de practică între profesori, axată pe schimb de experiență, mentorat și inovație pedagogică. Se conturează astfel premisele pentru crearea unui cadru metodologic național dedicat utilizării dronelor în educație, inspirat din modelele internaționale, dar adaptat specificului curriculei din Republica Moldova.

Analiza impactului și a rezultatelor formării

Evaluarea impactului cursului de formare continuă „*Utilizarea dronelor în educație STEM/STEAM*" s-a realizat pe baza unui chestionar aplicat celor 14 participanți la finalul programului, realizat în cadrul proiectului Școlilor model. Instrumentul a vizat trei

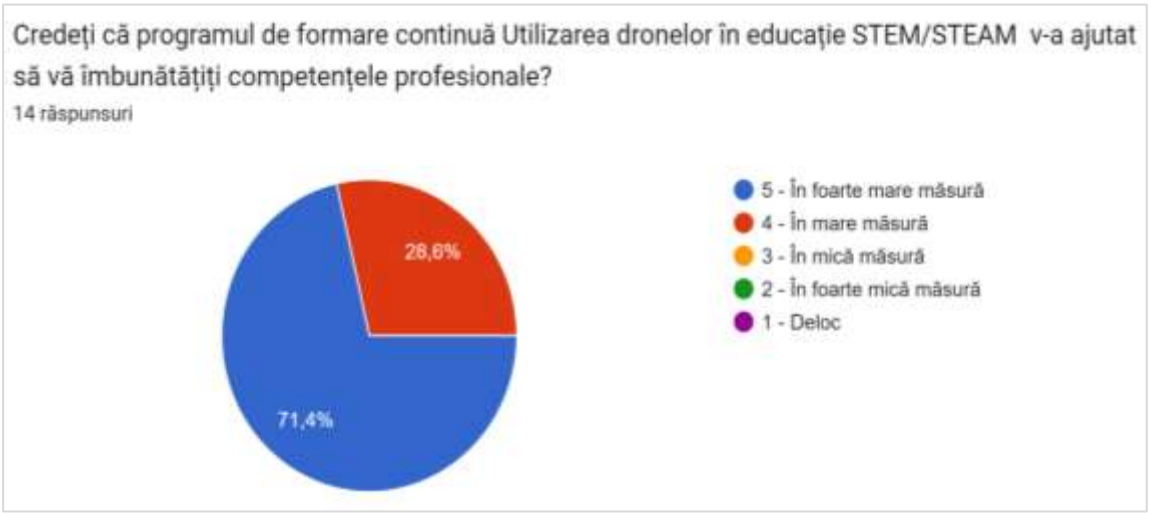
dimensiuni principale: profilul participanților, relevanța și structura programului, respectiv efectele asupra dezvoltării competențelor profesionale.

Distribuția disciplinelor predate arată un grad ridicat de diversitate: profesorii proveneau din domenii precum educație tehnologică, fizică, informatică, istorie, limbi străine, robotică și învățământ primar. Cea mai numeroasă categorie a fost cea a profesorilor de informatică (14,3%), urmată de celelalte discipline, fiecare reprezentând câte 7,1% din totalul respondenților. Această distribuție confirmă caracterul interdisciplinar al programului, specific formărilor de tip STEAM, și demonstrează interesul manifestat atât de cadrele didactice din domenii tehnice, cât și de cele din domenii umaniste.

La întrebarea „În ce măsură cursul de formare este relevant și util pentru activitatea didactică sau interesul Dvs.?", 57,1% dintre respondenți au evaluat programul cu „în foarte mare măsură", iar 42,9% cu „în mare măsură". Nu au fost înregistrate răspunsuri negative, ceea ce indică un nivel ridicat de satisfacție și relevanță percepută.

În ceea ce privește structura și organizarea programului, 78,6% dintre participanți au considerat cursul „foarte bine structurat", iar 21,4% „bine structurat". Aceste date arată coerența metodologică a activităților și echilibrul dintre conținutul teoretic și aplicativ. De asemenea, evaluările reflectă eficiența organizării sesiunilor, claritatea materialelor și modul adecvat de monitorizare a progresului.

Un aspect esențial al formării l-a constituit caracterul practic al sesiunilor. La întrebarea „*Credeți că programul oferă suficiente oportunități pentru a experimenta și a utiliza dronele în educația STEM/STEAM?*", 64,3% dintre profesori au selectat „în foarte mare măsură", iar 28,6% – „în mare măsură". Aceste răspunsuri confirmă eficiența activităților practice și relevanța lor pentru aplicabilitatea directă la clasă. Iar la întrebarea „*Credeți că programul v-a ajutat să vă îmbunătățiți competențele profesionale*?", 71,4% dintre participanți au răspuns „în foarte mare măsură", iar 28,6% „în mare măsură" (img. 1).



Imagine 1.

Printre competențele declarate ca fiind dobândite se numără:

- abilități de programare a dronelor în medii vizuale și scriptice;
- înțelegerea principiilor de zbor și calibrare;
- capacitatea de a proiecta activități didactice bazate pe tehnologii STEAM;
- utilizarea inteligenței artificiale pentru explicații avansate.

Rezultatele demonstrează o creștere semnificativă a competențelor digitale, algoritmice și pedagogice ale cadrelor didactice. Acestea sunt în concordanță cu concluziile internaționale formulate de Ng și Cheng (2019), care subliniau necesitatea formării integrate — combinând competențe tehnologice și pedagogice pentru o implementare sustenabilă a dronelor în educație.

Concluzii

Integrarea dronelor educaționale în procesul de predare-învățare reprezintă o direcție inovatoare și relevantă pentru modernizarea educației în spiritul competențelor secolului XXI. Experiențele analizate, atât la nivel internațional, cât și în Republica Moldova, confirmă că dronele pot funcționa ca instrumente eficiente ale educației STEAM, capabile să dezvolte competențe tehnice, logice, creative și colaborative la elevi și profesori deopotrivă.

Programul de formare desfășurat în rețeaua Clasa Viitorului demonstrează că succesul integrării dronelor depinde în mod direct de pregătirea și sprijinul acordat cadrelor didactice. Abordarea practică, îmbinată cu suportul inteligenței artificiale și cu activitățile interdisciplinare, a condus la creșterea semnificativă a motivației, a competențelor digitale și a încrederii profesorilor în utilizarea tehnologiilor emergente.

Rezultatele evaluării indică un nivel ridicat de satisfacție și utilitate percepută (peste 95% dintre respondenți), o structură eficientă a programului de formare și o creștere a competențelor profesionale în domeniul programării și al aplicării pedagogice a dronelor. Aceste constatări sunt convergente cu direcțiile internaționale identificate în proiectele DRONES@STEAM, DTESC și în studiile lui Yeung, Balogun și Ng, care subliniază rolul central al instruirii practice și al suportului metodologic continuu în succesul implementării tehnologiilor educaționale.

În concluzie, experiența Republicii Moldova se aliniază tendințelor globale, propunând un model viabil de formare și aplicare a dronelor în educație, capabil să contribuie la construirea unei culturi pedagogice digitale, bazate pe inovație, colaborare și învățare activă. În perspectivă, este recomandată extinderea programului prin crearea unui cadru național de mentorat, elaborarea de curriculumuri STEAM centrate pe drone și dezvoltarea unor rețele de practică educațională care să susțină integrarea durabilă a acestei tehnologii în școli.

Lucrarea / articolul se realizează în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, în cadrul Universității Pedagogice de Stat «Ion Creangă» din Chișinău, pe perioada 2024–2027.

Bibliografie

1. BAI, O., LI, W., și ZHANG, T. Drones in Education: A Critical Review. In: *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2021, vol. 12, nr. 11, pp. 1722-1727.
2. YEUNG, R. C., SUN, D., YEUNG, C. H. Integrating Drone Technology in STEM Education: Curriculum, Pedagogy and Learning Outcomes. In: *Education and Information Technologies*, 2025, vol. 30, nr. 1, pp. 215-234.
3. PAPADAKIS, S. Using Drones to Promote Computational Thinking and STEM Learning in Schools. In: *International Journal of Education and Development using ICT*, 2020, vol. 16, nr. 3, pp. 4–19.
4. BALOGUN, A. O., și MILLER, J. Drone Club: Exploring Engineering and Employability Skills outside the Classroom. In: *TechTrends*, 2022, vol. 66, nr. 6, pp. 923–930.
5. DRONES@STEAM Project. Drone Technology as a Tool for STEAM Education. Erasmus+ Strategic Partnership, 2022–2024. Disponibil la: https://dronesteam.eu [Accesat la: 05.10.2025].
6. CHOU, P. N. et. al. Exploring the Learning Effectiveness of “The STEAM Education of Flying and Assembly of Drone”. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Educational Innovation through Technology* (EITT 2018), 2018, pp. 106–111.
7. NG, W. S., și CHENG, G. Integrating Drone Technology in STEM Education: A Case Study to Assess Teachers’ Readiness and Training Needs. In: *Issues in Informing Science and Information Technology*, 2019, vol. 16, pp. 61–70.

CZU: 37.016:519.23:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p376-384

INTERVALUL DE CONFIDENȚĂ: INSTRUMENT STATISTIC ESENȚIAL ÎNTRE RIGOARE ȘTIINȚIFICĂ, CALCUL ASISTAT DE SOFTWARE ȘI APLICABILITATE ÎN EDUCAȚIA STEAM

Maria PAVEL, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-4803-6398
e-mail: pavel.maria@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău
Dorin PAVEL, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-9600-1360
e-mail: dorin.pavel@usm.md
Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat. Intervalul de confidență este un instrument statistic esențial pentru estimarea fiabilă a unui parametru necunoscut, indicând nu doar valoarea estimată, ci și gradul de certitudine asociat acesteia. Este intens utilizat în domenii precum medicina, științele sociale, educația și informatica. Calculul său poate fi realizat eficient cu ajutorul instrumentelor software precum Excel, SPSS, Python sau R. În contextul educației STEAM, intervalul de confidență devine o punte între matematică, tehnologie și aplicabilitate practică, permițând studenților să analizeze date reale, să ia decizii bazate pe dovezi și să dezvolte gândire critică.
Cuvinte cheie: interval de încredere / interval de confidență, estimare statistică, SPSS / Excel / Python / R / Pandas / SciPy, analiză de date, educație STEAM.

Abstract. The confidence interval is an essential statistical tool for reliably estimating an unknown parameter, indicating not only the estimated value, but also the degree of certainty associated with it. It is widely used in fields such as medicine, social sciences, education, and computer science. Its calculation can be efficiently performed using software tools such as Excel, SPSS, Python, or R. In the context of STEAM education, the confidence interval becomes a bridge between mathematics, technology, and practical applicability, allowing students to analyze real data, make evidence-based decisions, and develop critical thinking.
Keywords: confidence interval, statistical estimation, SPSS / Excel / Python / R / Pandas / SciPy, data analysis, STEAM education.

Introducere

Un *interval de confidență* (IC, Confidence Interval - CI) reprezintă un interval de valori în care se estimează că se află parametrul real al populației (de exemplu media sau proporția), cu un anumit nivel de încredere (de obicei 95%). Importanța acestui indicator statistic este subliniată de faptul că: oferă o estimare cu marjă de eroare, nu doar o valoare unică (care poate fi înșelătoare); reflectă precizia datelor — un interval îngust indică rezultate stabile și fiabile, unul larg sugerează incertitudine; permite comparații între grupuri și evaluarea semnificației diferențelor (dacă două intervale nu se suprapun → diferența este probabil reală); este mai ușor de interpretat decât valorile p pentru

nespecialiști. În orice domeniu al cercetării empirice (educație, medicină, sociologie, psihologie etc.), intervalul de confidență demonstrează gradul de siguranță al concluziilor studiului și facilitează luarea deciziilor – politicienii, profesorii, medicii preferă să știe nu doar *ce rezultat s-a obținut,* ci *cât de sigur este*. Totodată, intervalul de încredere facilitează reproducerea și interpretarea studiilor (pentru aceeași medie, un interval foarte mare oferă mai puțină încredere) și reprezintă un indicator solicitat în publicațiile științifice moderne, fiind considerat mai etic și mai transparent decât raportarea simplă a semnificației statistice.

Prin urmare intervalul de confidență este un instrument util pentru a transforma datele brute în cunoaștere riguroasă și responsabilă, deoarece indică nu doar către rezultatul obținut, ci și evidențiază gradul de încredere în acel rezultat.

Calculul intervalului de confidență

Literatura de specialitate scoate în evidență mai multe situații în care se calculează intervalul de confidență și, prin urmare, sunt propuse formule de calcul diferite, pentru cazuri diferite: pentru media eșantionului, pentru proporții, pentru diferența dintre medii, diferența dintre proporții și pentru variațe [1, 2, 3].

În cazul intervalului de confidență pentru media simplă a eșantioanelor mari (n ≥ 30) cu distribuție normală sau dacă abaterea standard este cunoscută, se utilizează formula:

$$IC = \bar{x} \pm \text{z} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

unde: $\bar{x}$ – media eșantionului, σ – abaterea standard a populației, n – numărul de cazuri, iar z – valoarea critică din distribuția normală (ex. 1,96 pentru 95%).

Dacă însă eșantionul este mic, atunci se utilizează formula:

$$IC = \bar{x} \pm t_{df} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}},$$

unde s– abaterea standard a eșantionului, iar t_{df} $(df = n - 1)$ - valoarea din distribuția *t-Student*.

Interval de confidență pentru o proporție (p) se calculează conform formulei:

$$IC = p \pm \text{z} \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}},$$

unde $p = \frac{x}{n}$ reprezintă proporția observată (ex. 40 din 100 → 0,4).

Interval de confidență pentru diferența între două medii a eșantioanelor independente este:

$$IC = (\bar{x_1} - \bar{x_2}) \pm \text{z} \cdot \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}},$$

iar pentru diferența între două proporții (p1 − p2), se va utiliza:

$$IC = (p_1 - p_2) \pm \text{z} \cdot \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}.$$

În final, pentru intervalul de confidență pentru varianță (σ^2) se vor folosi valori din distribuția *Chi-pătra* și se va calcula conform formulei:

$$\left(\frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{dreapta}}, \frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{stânga}}\right).$$

Instrumentele informatice disponibile, accesibile și ușor de folosit (fără programare) facilitează calculul intervalului de confidență, pentru diverse situații enumerate mai sus (tabelul 1).

Tabelul 1. Software ce permite calculul intervalului de confidență

Instrument	Posibilități	Cum se calculează
Microsoft Excel / Google Sheets	Media, proporții, diferențe între grupuri	- Funcții: `=CONFIDENCE.NORM()`, `=CONFIDENCE.T()`, `=AVERAGE() ± ...`
SPSS	Interval pentru medii, proporții, corelații etc.	`Analyze → Descriptive Statistics → Explore` sau `Means` (se bifează `Confidence Interval`)
JASP / Jamovi	Interfață grafică, raportare automată	Se selectează testul și se bifează `Confidence Interval`

Dacă însă, cercetătorul posedă competențe de programare, atunci pot fi utilizate instrumente de tipul limbajelor de programare de nivel înalt (Python [4], R [5]), sau software dedicate, cum ar fi cele indicate în tabelul 2.

Tabelul 2. Instrumente pentru statistici avansate (cu programare)

Limbaj	Modul / Funcție	Exemplu de utilizare
R (statistică academică)	`t.test()`, `prop.test()`, `confint()`	`t.test(x, conf.level=0.95)`
Python (pandas + scipy + statsmodels)	`scipy.stats.t.interval()`, `statsmodels.stats.proportion.proportion_confint()`	`stats.t.interval(alpha=0.95, df=n-1, loc=mean, scale=sem)`
MATLAB	`tinv()`, `norminv()`, `confint()`	Calcul numeric sau funcții integrate

Totodată, pot fi apelate și instrumente online rapide, precum GraphPad [6] / MedCalc Online [7], Socscistatistics.com [8], sau Statistics Kingdom [9], care permit calcule rapide, fără cont de utilizator, pentru aproape orice tip de interval de încredere.

În funcție de nivelul utilizatorului: elevi / studenți debutanți, studenți la științe sociale, cercetători / doctoranzi, sau cadre didactice, se recomandă selectarea acelor calculatoare online, instrumente software sau limbaje de programare, care sunt potrivite cercetării.

Calculul intervalului de confidență este utilizat în aproape toate domeniile care se bazează pe date empirice, însă există câteva domenii științifice în care acesta este esențial și poate chiar obligatoriu în raportarea rezultatelor, cum ar fi medicina, psihologia etc., în care se folosesc eșantioane pentru a face concluzii despre o populație mai mare și unde transparența și încrederea în rezultate sunt esențiale (tabelul 3).

Tabelul 3. Domenii științifice prioritare în care intervalul de confidență se solicită

Domeniu	De ce este necesar intervalul de confidență?	Exemple de utilizare
Medicină și științe biomedicale	Evaluarea eficienței tratamentelor, riscului, mortalității	„Vaccinul are eficiență 85% (IC95%: 82–88%)”
Psihologie / Științe comportamentale	Compararea grupurilor, efectul intervențiilor	Diferențe între grup experimental și control
Educație și științele sociale	Generalizarea rezultatelor sondajelor și experimentelor	„70% dintre profesori folosesc platforme digitale (IC95%: 65–75%)”
Economie / Marketing / Sondaje de opinie	Predictibilitate și estimare a proporțiilor	„Intenția de vot: 32% (IC95%: 29–35%)”
Epidemiologie și sănătate publică	Rată de infectare, prevalență, risc relativ	„Risc relativ = 1,5 (IC95%: 1,2–1,8)”
Inginerie / Controlul calității	Fiabilitatea sistemelor, marja de eroare	Estimarea durabilității produselor
Agronomie / Ecologie	Estimarea productivității sau populațiilor naturale	„Recoltă medie: 4,2 t/ha (IC95%: 3,9–4,5)”

Instrumentele software enumerate în tabelul 1 se utilizează simplu pentru calculul intervalului de confidență, deoarece au o interfață prietenoasă utilizatorului și necesită competențe minime de programare. Însă, limbajul de programare Python reprezintă un instrument mai complex, care antrenează competențele de programare pentru elaborarea unui program de calcul al intervalului de încredere. Acest limbaj conține biblioteca `scipy` [10], care include funcții statistice pentru diferiți indicatori, fie descriptivi, fie inferențiali [4]. În exemplul din figura 1 se calculează intervalul de confidență în Python, folosind biblioteca `scipy` și `numpy`, pentru un eșantion, cu ajutorul distribuției t-Student (eșantionul nu este mare, n<30), conform formulei menționate mai sus: $\boldsymbol{IC = \bar{x} \pm t_{df} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}$.

main.py

```
import numpy as np
from scipy import stats
# 1. Datele - eșantionul
scores = [7.5, 8.0, 6.8, 9.2, 7.9, 8.3, 7.1, 8.5, 9.0, 7.6,
          8.2, 7.3, 8.8, 6.9, 7.8, 8.1, 7.4, 8.6, 9.1, 7.7]
# 2. Calculul mediei, abaterii standard și a dimensiunii eșantionului
mean = np.mean(scores)
std = np.std(scores, ddof=1)  # ddof=1 pentru eșantion
n = len(scores)
# 3. Calculul intervalului de încredere folosind distribuția t-Student
confidence = 0.95
alpha = 1 - confidence
df = n - 1  # grade de libertate
t_critical = stats.t.ppf(1 - alpha/2, df)
margin_of_error = t_critical * (std / np.sqrt(n))
lower_bound = mean - margin_of_error
upper_bound = mean + margin_of_error
# 4. Afișarea rezultatelor
print(f"Media: {mean:.2f}")
print(f"Interval de încredere 95%: ({lower_bound:.2f}, {upper_bound:.2f})")

```

Input

```
Media: 7.99
Interval de încredere 95%: (7.65, 8.33)
```

Figura 1. Calculul intervalului de confidență în Python, pentru media eșantionului

În exemplul din figura 2 a fost elaborată funcția `confidence_interval_mean`, care execută aceleași calcule ca și în programul din figura 1, iar conform acelorași rezultate furnizate, putem afirma cu 95% încredere că media reală a notelor populației din care provine eșantionul se află între 7.65 și 8.33.

```
1  import numpy as np
2  from scipy import stats
3  scores = [7.5, 8.0, 6.8, 9.2, 7.9, 8.3, 7.1, 8.5, 9.0, 7.6,
4            8.2, 7.3, 8.8, 6.9, 7.8, 8.1, 7.4, 8.6, 9.1, 7.7]
5  def confidence_interval_mean(data, confidence=0.95):
6      mean = np.mean(data)
7      std = np.std(data, ddof=1)
8      n = len(data)
9      t_critical = stats.t.ppf(1 - (1-confidence)/2, n-1)
10     margin = t_critical * (std / np.sqrt(n))
11     return mean, mean - margin, mean + margin
12
13 mean, lower, upper = confidence_interval_mean(scores)
14 print(f"Media: {mean:.2f} | IC95%: ({lower:.2f}, {upper:.2f})")
15

input
Media: 7.99 | IC95%: (7.65, 8.33)
```

Figura 2. Calculul intervalului de confidență pentru media eșantionului, cu ajutorul funcției reutilizabile

Biblioteca `matplotlib` din Python permite construirea graficelor și diagramelor, iar funcțiile acesteia pot fi implementate pentru furnizarea graficului intervalului de încredere, ca, de exemplu, cel elaborat de codul din figura 3.

```
1  import numpy as np
2  import scipy.stats as stats
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  scores = [7.5, 8.0, 6.8, 9.2, 7.9, 8.3, 7.1, 8.5, 9.0, 7.6,
6            8.2, 7.3, 8.8, 6.9, 7.8, 8.1, 7.4, 8.6, 9.1, 7.7]
7
8  # Calculăm media și intervalul de încredere 95%
9  mean = np.mean(scores)
10 sem = stats.sem(scores)  # eroarea standard a mediei
11 confidence = 0.95
12 lower, upper = stats.t.interval(confidence, len(scores)-1,
       loc=mean, scale=sem)
13
14 # Vizualizare grafică
15 plt.errorbar(1, mean, yerr=[[mean-lower], [upper-mean]],
       fmt='o', capsize=5)
16 plt.xticks([])
17 plt.title("Interval de încredere 95% pentru media
       scorurilor")
18 plt.ylabel("Scor")
19 plt.show()
```

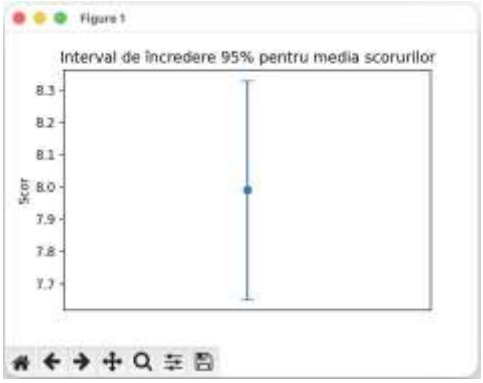


Figura 3. Graficul intervalului de confidență în Python

În cazul intervalului de încredere pentru o proporție (de ex: câți studenți dintr-un eșantion au promovat examenul?), pentru seria de date din lista `scores` și conform

formulei enunțate mai sus: $IC = p \pm z \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$, presupunând că pragul de promovare este >= 7.0, poate fi utilizat codul din figura 4.

```python
import numpy as np
from statsmodels.stats.proportion import proportion_confint

scores = [7.5, 8.0, 6.8, 9.2, 7.9, 8.3, 7.1, 8.5, 9.0, 7.6,
          8.2, 7.3, 8.8, 6.9, 7.8, 8.1, 7.4, 8.6, 9.1, 7.7]

# Se transformă scorurile în 1 = promovat, 0 = ne-promovat
passed = [1 if s >= 7.0 else 0 for s in scores]
successes = sum(passed)
n = len(passed)
prop = successes / n

lower, upper = proportion_confint(successes, n, alpha=0.05, method='normal')

print(f"Proporția de promovare: {prop:.2f} | IC95%: ({lower:.2f}, {upper:.2f})")
```

```
input
Proporția de promovare: 0.90 | IC95%: (0.77, 1.00)
```

Figura 4. Calculul intervalului de confidență în Python, pentru o proporție

Conform rezultatelor obținute, rata de promovare a examenului de către eșantionul de studenți este de 90% și putem afirma cu 95% încredere că rata reală de promovare a populației din care provine eșantionul se află între 0.77 și 1.00.

Încadrarea calculului intervalului de confidență într-un model STEAM

Calculul intervalului de confidență poate fi utilizat ca modalitate de implementare reală a diferitor biblioteci Python, în cadrul studiului acestui limbaj de către studenții informaticieni. Bibliotecile Python sunt punctul forte al limbajului, iar curriculumul la curs conține subiecte legate de modalitățile de import și implementare a acestora. Exemplele clasice de implementare a bibliotecilor nu întotdeauna permit conștientizarea utilității lor, or, este cunoscut că modelarea situațiilor reale favorizează învățarea conștientă.

În general, subiectele din domeniul informaticii, în special al programării, așa cum se menționează în lucrările [11, 12, 13], sunt ofertante în privința posibilităților de valorificare în context STEAM. În acest context, se propune integrarea într-un proiect STEAM a calculului intervalului de confidență. În tabelul 4 sunt descrise activitățile ce pot fi incluse în cadrul componentelor modelului STEAM.

Tabelul 4. Exemple de activități STEAM ce includ calcul statistic

Componentă STEAM	Descriere
S – *Science (Știință)*	Analiza datelor (măsurători, experimente, sondaje)
T – *Technology (Tehnologie)*	Folosirea Python / Pandas / Matplotlib
E – *Engineering (Inginerie)*	Modelarea proceselor sau sistemelor (de ex. evaluarea fiabilității unui algoritm)
A – *Arts (Arte / Design)*	Vizualizarea rezultatelor (grafic, dashboard, prezentare)
M – *Mathematics (Matematică)*	Calcul statistic (intervale de confidență, proporții)

Unele propuneri de titluri de proiecte STEAM ce pot fi realizate cu studenții specialităților informatice sunt prezentate în tabelul 5, cu menționarea configurației componentelor STEAM și descrierea activităților ce ar implica aceste proiecte.

Tabelul 5. Exemple de activități STEAM ce includ calcul statistic

Titlu proiect	Descriere	Elemente STEAM
Analiza performanței sistemelor de învățare online	Colectarea notelor/rezultatelor studenților la cursuri online vs. tradiționale și calculul intervalelor de confidență pentru diferența de medie	S + T + M
Monitorizarea sănătății folosind senzori (IoT + Python)	Colectarea pulsului / temperaturii dintr-un senzor și estimarea variabilității prin IC	S + T + E + M
Sistem de feedback inteligent pentru profesori	Realizarea unui chestionar online + analiză automată în Python a procentelor de satisfacție cu IC	S + T + A + M
Comparator de algoritmi (Bubble Sort vs. Quick Sort)	Măsurarea timpului de execuție de 100 de ori pentru fiecare algoritm și calculul IC pentru performanță	T + E + M
Evaluarea impactului jocurilor educaționale	Crearea unui mini-joc + testare pe 20 de elevi + IC pentru îmbunătățirea scorurilor	S + T + A + M

În continuare se propune un exemplu concret de proiect STEAM, în care studenții specialităților informatice vor fi implicați atât în calitate de subiecți ai unei cercetări, cât și în calitate de cercetători, care colectează date și le analizează statistic, calculând inclusiv și intervalul de confidență, cu ajutorul instrumentelor limbajului de programare Python:

Titlu: *"Studiul eficienței învățării cu ajutorul materialelor video înregistrate comparativ cu suporturi de curs PDF"*

Pași:

1. Se propune la o subgrupă de studenți material video cu referire la un conținut de învățare la cursul de studiere a limbajului Python, de exemplu: „Biblioteci și ecosistemul Python”, iar la o a doua subgrupă de studenți se oferă material în format PDF. De menționat că grupurile trebuie să fie omogene, egale. Pentru studiul subiectului respectiv, se oferă o săptămână. Se aplică un test de evaluare la finalul perioadei de studiu, același pentru ambele subgrupe de studenți. Cadrul didactic va evalua testele respective, conform aceluiași barem. La acest pas, se invocă componenta STEAM – *Știință*.
2. Se înregistrează scorurile obținute, într-o foaie de calcul, care este furnizată studenților pentru a le analiza cu ajutorul limbajului Python. La această etapă studenții vor analiza tipul de date din Python pe care îl pot utiliza pentru stocarea scorurilor colectate, vor decide asupra bibliotecilor ce pot fi implementate, vor instala dacă este necesar aceste biblioteci (`numpy`, `scipy`, `matplotlib` etc.). De asemenea, studenții vor exersa comenzile de terminal, precum `pip install` sau `pip3 install`, vor decide asupra mediului de programare potrivit, pentru a putea

exersa funcționalitățile bibliotecilor instalate (de exemplu, `matplotlib` nu poate fi utilizată pe un compilator online de Python). Aceste activități pot fi încadrate la componenta *Tehnologie* a abordării STEAM.

3. Se analizează literatura de specialitate cu privire la indicatorii statistici precum: media, abaterea standard, distribuții, proporții etc. și se modelează situația reală analizată pe o cercetare statistică. La această etapă se va elabora un cod de program care calculează: media fiecărui grup, diferența dintre medii și intervalul de încredere pentru diferență, totodată verificând corectitudinea rezultatelor obținute prin utilizarea unui soft statistic (de ex. Jamovi). Modelarea acestui proces poate fi atribuită componentei *Inginerie*.
4. Se compară diverse metode de reprezentare grafică a rezultatelor (Excel, Jamovi, Python), se construiește un grafic cu bare pentru compararea mediilor și pentru intervalul de încredere, se vizualizează rezultatul și se utilizează elemente de tehnoredactare a graficelor, prin identificarea designului potrivit (culori, contraste, stilul textelor etichetelor etc.). Evident, că la acest pas, se invocă componenta STEAM – *Artă*.
5. Se analizează rezultatele obținute, se identifică formula potrivită și se calculează matematic intervalul de încredere, se compară matematic mediile, se decide asupra semnificației diferenței de medii, prin analiza pragului de semnificație, se localizează diferența de medii în intervalul de încredere, apoi se redactează concluzia: *„Cu 95% încredere, metoda X este mai eficientă decât Y”*. Aceste activități de calcul se atribuie componentei *Matematică*.

Acest proiect va contribui la conștientizarea necesității bibliotecilor Python pentru soluționarea problemelor reale precum calculul intervalului de confidență, dar a și a necesității acestui interval de încredere în formularea etică a concluziilor vi-a-vis de un proces sau fenomen cercetat.

Concluzii

Necesitatea calculului intervalul de confidență pentru domeniile menționate mai sus, precum medicina, științele sociale, educația sau informatica, este dictată de gradul de certitudine cu care se estimează fiabilitatea unui parametru necunoscut, în virtutea rigurozității științifice a concluziilor formulate. Instrumentele software prezentate, în deosebi limbajul Python, recunoscut ca un puternic instrument statistic pentru analiza datelor, servesc drept repere tehnologice în contextul educației STEAM, care se completează armonios cu rigurozitatea matematică a calculelor și modelarea inginerească a situațiilor reale. Astfel, intervalul de confidență, reprezintă un instrument statistic esențial poziționat între rigoare științifică și calcul asistat de software, care poate fi servi drept laitmotiv pentru o aplicabilitate în educația STEAM.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. MOORE, D. S., MCCABE, G. P., CRAIG, B. A. *Introduction to the Practice of Statistics*. 6th ed. New York: W. H. Freeman, 2009. 1010 p. ISBN 978-1-4292-1621-0. https://www.academia.edu/34554431/Introduction_to_the_Practice_of_Statistics
2. FIELD, A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 6th ed. London: Sage, 2024. 822 p. ISBN 978-1-84787-906-6. http://repo.darmajaya.ac.id/5678/1/Discovering%20Statistics%20Using%20IBM%20SPSS%20Statistics%20(%20PDFDrive%20).pdf
3. AGRESTI, A., FINLAY, B. *Statistical Methods for the Social Sciences*. 4th ed. Boston: Pearson, 2009. 609 p. ISBN 978-0-13-713150-1. https://moodle.fspac.ubbcluj.ro/pluginfile.php/68531/course/overviewfiles/AGRSTI_Statistical%20methods%20for%20the%20social%20sciences.pdf?forcedownload=1
4. MCKINNEY, W. *Python for Data Analysis*. 3rd ed. O'Reilly, 2022. 582 p. ISBN 978-1-098-10403-0. https://lkhibra.ma/books/Python-for-Data-Analysis.pdf
5. WICKHAM, H., ÇETINKAYA-RUNDEL, M., GROLEMUND, G. *R for Data Science*. 2nd ed. O'Reilly, 2023. 576 p. ISBN 978-1492097402.
6. GRAPH PAD. *Guides for Confidence Intervals*. [online]. Accesibil la: https://www.graphpad.com/guides/prism/latest/statistics/confidence_interval.htm
7. MEDCALC Statistical software. [online]. Accesibil la: https://www.medcalc.org/en/calc/
8. SOCIAL SCIENCE STATISTICS. [online]. Accesibil la: https://www.socscistatistics.com/
9. STATISTICS KINGDOM. *Confidence Interval Calculator*. [online]. Accesibil la: https://www.statskingdom.com/
10. SCIPY. *SciPy.stats documentation*. [online]. Accesibil la: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/stats.html
11. GASNAȘ, A., GLOBA, A. Integrarea inteligenței artificiale generative în proiectele STEAM. În: Materialele conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”, ed. IV., UPSC: 01 – 02 noiembrie, 2024. pp. 297-307. ISBN 978-5-86654-1324.
12. PAVEL, M., PAVEL, D. STEAM și Computer Vision. În: Materialele conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”, ed. IV., UPSC: 01 – 02 noiembrie, 2024. pp. 320-327. ISBN 978-5-86654-1324.
13. VASCAN, T. Aspecte privind proiectarea și realizarea proiectelor STEAM. În: CAIM 2022, Proceedings of the 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics, Communications in Education. TSU, August 25-27, 2022. pp. 220-226. ISBN 978-9975-76-401-8.

CZU: 37.016:612:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p385-392

INTEGRAREA TEHNOLOGIEI DIGITALE ÎN CURRICULUMUL DE BIOLOGIE PENTRU STUDIUL ANATOMIEI UMANE

Olesea SÎRGHI, doctorand, asistent universitar
https://orcid.org/0000-0002-0294-3657
e-mail: sirghi.olesea@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Articolul analizează integrarea tehnologiilor digitale în curriculumul de biologie pentru studiul anatomiei umane la clasa a XI-a, evidențiind valoarea pedagogică a resurselor digitale (modele 3D interactive, realitate virtuală, realitate augmentată, animații, simulări, imagini microscopice). Studiul argumentează că utilizarea tehnologiilor digitale în învățarea anatomiei umane favorizează înțelegerea spațială, gândirea critică și implicarea activă a elevilor, orientând învățarea de la o abordare descriptivă, centrată pe profesor, către una constructivistă, experiențială și colaborativă, centrată pe elev.
Cuvinte cheie: tehnologii digitale (TD), modele 3D interactive, Realitatea Virtuală (VR), Realitatea Augmentată (AR), învățare experiențială.

Abstract. The article analyzes the integration of digital technologies into the biology curriculum for the study of human anatomy in the 11th grade, highlighting the pedagogical value of digital resources (interactive 3D models, virtual reality, augmented reality, animations, simulations, microscopic images). The study argues that the use of digital technologies in teaching human anatomy promotes spatial understanding, critical thinking, and active pupil involvement, shifting learning from a descriptive, teacher-centered approach to a constructivist, experiential, and collaborative approach centered on the pupil.
Keywords: digital technologies, interactive 3D models, Virtual Reality, Augmented Reality, experiential learning.

Introducere

Biologia, fiind studiul vieții, este, prin urmare, o disciplină obligatorie, ce face parte din aria curriculară Matematică și Știință. Biologul Richard Dawkins oferă o definiție frumoasă a acestui domeniu de studiu „*Biologia e știința care studiază lucrurile complicate ce dau impresia că au fost proiectate cu un scop anume*" [5, p. 12]. El accentuează, în ciuda caracterului complicat și labirintic al conținutului, prezența unei coerențe în ochiul persoanei ce o studiază. Pornind cu această definiție nuanțată, putem utiliza metode eficiente de predare pentru a aduce învățarea la clasă la un nivel înalt de complexitate cognitivă în Piramida Taxonomică a lui Benjamin Bloom. Taxonomia lui Bloom oferă un cadru util pentru structurarea activităților educaționale [3], astfel încât elevii să își construiască cunoștințele într-o manieră progresivă, de la niveluri de cunoaștere de bază, până la creativitate și aplicare a conceptelor în contexte complexe. În ierarhia lui Bloom, pe treptele 2, 3 și 4 sunt situate Înțelegerea, Aplicarea și Analiza (figura 1). Aceste trei trepte presupun găsirea unei ordini de către elevi în materialul sinuos pe care-l studiază, a acelei coerențe din ochiul privitorului, a impresiei de construcție ce are un scop la care se

referea Dawkins. În articolul de față vom arăta cum putem facilita o învățare autentică, integrând tehnologii digitale în predarea biologiei la clasă.

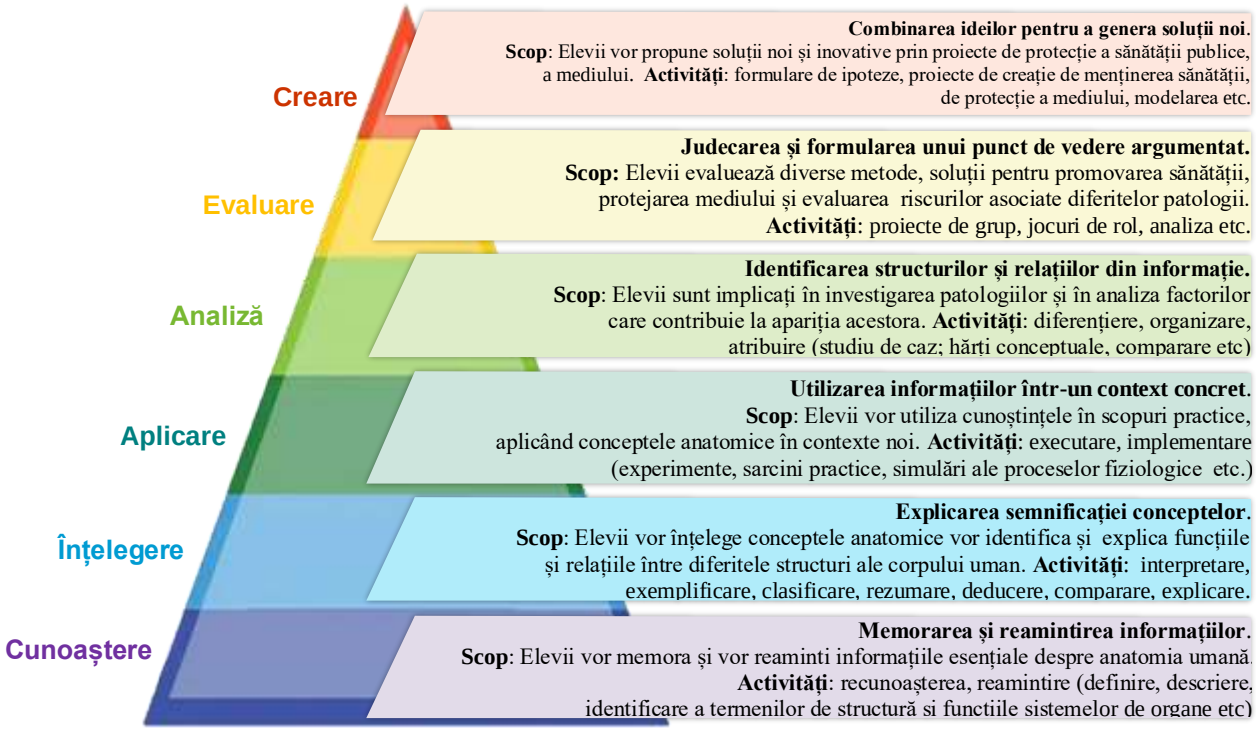


Figura 1. Taxonomia lui Benjamin Bloom în studiul anatomiei umane

Înainte de a analiza cum utilizarea tehnologiilor informaționale în predare ajută elevii să găsească o ordine în materialul studiat, vom analiza aspectul ce precedă etapa respectivă și anume - atenția. Învățarea, în secolul XXI, se confruntă cu problema accentuată a distractorilor. Până la un punct nu foarte îndepărtat în trecut, spațiul clasei presupunea o încăpere mobilată colorat, prevăzută cu planșe, hărți și machete. Acest spațiu, în care se voia asigurată o atmosferă prielnică învățării, se dovedește a fi, de fapt, unul împresurat cu distractori. Un studiu efectuat de doi specialiști în psihologie a demonstrat că „*la copii, ar putea fi dificil să ignore factorii vizuali de distragere a atenției atunci când aceștia sunt integrați în mediul înconjurător*” [9] și că scorurile testelor sunt mai mari în cazul grupurilor a căror spațiu de studiu este unul cu decor minimalist. Cu toate acestea, profesorii nu pot fi lipsiți de materialul didactic pe care-l reprezintă obiectele de decor ale clasei, așa că aceștia și-au pus problema captării atenției elevilor. În contemporaneitate, odată cu punerea tehnologiilor avansate la dispoziția tinerilor, numărul distractorilor a crescut, fiecare elev având cel puțin un dispozitiv care să-i sustragă atenția de la ora de clasă în derulare. Utilizarea resurselor digitale la ore presupune material vizual și interactiv care, datorită capacității creierului de a percepe mai rapid imagini, dar și a implicării emoționale și cognitive sporite ce este prevăzută de tururile virtuale de anatomie, este găsit de elevi drept atractiv și ușor de asimilat, rezultând într-o atenție orientată constant către informația predată.

Taxonomia digitală Bloom oferă un cadru structurat care utilizează verbe și sarcini specifice pentru a organiza activitățile de predare și învățare în mediul digital. Această taxonomie sugerează modul în care tehnologia și instrumentele digitale pot fi integrate pentru a facilita și extinde procesul de învățare [1].

Delimitarea conceptelor de tehnologie informațională și tehnologie digitală

În lucrarea sa POPOV L. și EVDOCHIMOV R. au definit conceptul de tehnologia informațională și comunicațională (TIC) care reprezintă un ansamblu „*de mijloace, proceduri și modalități tehnice de colectare (receptare), sortare, verificare, prelucrare, stocare și transmitere a datelor și informațiilor ... tehnologia informațională semnifică un ansamblu de elemente specifice compus din: hardware, software, rețele de comunicații, stații de lucru pentru inginerie și cercetare, robotică și circuite integrate inteligente*" [10].

Prin tehnologie digitală se înțelege ansamblul dispozitivelor, sistemelor, aplicațiilor software și resurselor electronice ce utilizează date codificate, în mod tipic, în formă binară (0 și 1), pentru a stoca, procesa, transmite și reprezenta conținutul în format digital, ce asigură o transformare a proceselor și activităților tradiționale în procese digitale prin digitalizarea activităților, interacțiuni om-tehnologie, în medii informaționale scalabile, interactive și conectate, permițând astfel noi moduri de învățare, comunicare și lucru. Aceasta include subcategorii precum tehnologia informației (IT) și tehnologia informației și comunicațiilor (TIC): platforme de învățare (LMS), resurse digitale, instrumente de colaborare, instrumente de evaluare digitală, hardware accesibil [6].

Figura 2. Ecosistemul tehnologiilor digitale

Integrarea tehnologiilor digitale în curriculumul de biologie pentru studiul anatomiei umane

Revenind la volumul copleșitor de informație pe care elevii trebuie să-l asimileze în timpul orelor, vom analiza în ce măsură tehnologiile informaționale îmbunătățesc activitatea profesorului, printre rolurile căruia se află și cel de a crea o structură invizibilă

a lecției, invizibilă în măsura în care ea este situată în spatele scenei liberei exprimări, ce are drept scop orientarea elevilor în găsirea coerenței. Această abordare corespunde strategiei de *active learning*, precum și metodei socratice, îmbinarea celor două asigurând o învățare autentică. În cazul respectiv, utilizarea resurselor digitale (modele 3D interactive, realitate virtuală, realitate augmentată, animații, simulări ale corpului uman asamblat) încurajează elevii să adreseze întrebări și să se implice activ la ore. Acest lucru se explică prin mecanismul de formulare a unei întrebări, care pornește cu identificarea golurilor cognitive. Datorită vitezei mari de procesare a informației vizuale, golurile cognitive sunt găsite mai rapid și într-un număr mai mare, elevul fiind predispus să învețe.

Studiul anatomiei umane, disciplină cu un pronunțat caracter vizual, spațial și interdisciplinar, se pretează în mod deosebit la utilizarea unor strategii didactice bazate pe tehnologiile digitale interactive. În acest sens, ne propunem să identificăm resurse digitale eficiente (gratuite) (tabelul 1) în realizarea unui proces educațional de calitate pentru cadre didactice cu scopul de a facilita construcția activă a cunoașterii și dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI [4].

Tabelul 1. Resurse digitale eficiente pentru studiul anatomiei umane

Denumirea resursei/ platformei (gratuite)	**Tip / funcționalitate**	**Descriere generală / link de acces**
Innerbody Explorer	Model 2D și 3D cu descrieri și interacțiune pe sisteme anatomice	Platforma permite explorarea in format 2D și 3D a 12 sistemele anatomice majore și studiul descrierilor organelor observate.
	Link de acces: https://www.innerbody.com/htm/body.html	
BioDigital Human	Platformă 3D interactivă cu modele anatomice și patologii, Realitate Virtuală VR	Platforma permite vizualizarea interactivă a anatomiei umane (strat cu strat), simularea bolilor și tratamentelor, studiul terminologiei științifice și descrierilor lor.
	Link de acces: https://www.biodigital.com	
3D Brain (BrainFacts)	Modelul 3D interactiv ale creierului uman	BrainFacts oferă: un model interactiv al creierului; informații despre creier și sistemul nervos; explorarea structurii ale sistemului; investigarea patologiilor sistemului nervos și se pot corela zonele anatomice cu funcțiile cognitive și tulburările neurologice.
	Link de acces: https://www.brainfacts.org/3d-brain#intro=false&focus=Brain	
Anatomy Learning – 3D Anatomy Atlas	Atlas 3D Interactiv (software ce se descarcă și se instalează)	Oferă modele anatomice detaliate în 3D și învățarea denumirilor părților componente ale organelor corpului uman.
	Link de acces: https://anatomylearning.com/	
Open 3D Model – Anatomy Tools	Modele 3D și resurse educaționale interactive	Include modele 3D ale organelor corpului uman, imagini, disecții, microscopie, teste de recunoaștere, etc care pot fi utile în organizarea activităților de predare, învățare și evaluare.
	Link de acces: https://anatomytool.org/	

Human Bio Media	Activități experimentale, investigații animate ale proceselor fiziologice; laboratoare virtuale	Human Bio Media oferă resurse educaționale gratuite (ilustrații detaliate, animații dinamice, exerciții interactive și simulări de laboratoare virtuale) concepute pentru instruirea în anatomia și fiziologia umană, ce facilitează învățarea bazată pe investigație.
	Link de acces: https://www.humanbiomedia.org/	
AnatomyZone	Modele 3D interactive, video tutoriale de anatomie	Oferă tutoriale video, modele 3D interactive utile pentru învățarea ghidată și explicarea proceselor fiziologice.
	Link de acces: https://anatomyzone.com/	
GetBodySmart	Animații interactive și teste formative pentru anatomie	Include imagini, diagrame și teste interactive, animații care explică structurile și funcțiile sistemelor corpului uman.
	Link de acces: https://www.getbodysmart.com/	
Zygote Body	Atlas 3D online interactiv, explorare stratificată a corpului uman	Permite explorarea structurilor anatomice ale corpului uman (strat cu strat), identificând organe, articulații și sisteme. Poate fi folosit și pentru învățarea terminologiei științifice.
	Link de acces: https://www.zygotebody.com/	
VR Anatomy	VR Realitate Virtuală Aplicație pe Steam	Oferă explorare VR a sistemelor corpului uman – explorarea a 6 sisteme de organe cu componente interactive complet etichetate. (Pentru utilizare - necesită creare cont pe Steam, instalarea aplicației Steam pe PC/ smartphone, instalarea aplicației gratuite VR Anatomy, căști de realitate virtuală/ ochelari VR)
	Link de acces: https://store.steampowered.com/app/925830/VR_Anatomy/?created_account=1	
MEDICALHOLODECK	VR Realitate Virtuală Aplicație pe Steam	Oferă o explorare VR disecții anatomice detaliate în 3D și modele anatomice interactive. (Pentru utilizare - necesită creare cont pe Steam, instalarea aplicației Steam pe PC/ smartphone, instalarea aplicației gratuite MEDICALHOLODECK, căști de realitate virtuală/ ochelari VR)
	Link de acces: https://store.steampowered.com/app/754010/MEDICALHOLODECK_Chirurgie_Anatomie_Medicin_i_DICOM_n_Realitate_Virtual_Pentru_studeni_la_medicin_asisteni_medicali_medici_i_chirurgi/	
Anatomy AR 4D	VR Realitate Virtuală Aplicație Android	Aplicație Android ce permite explorarea scheletului și sistemelor de organe prin scanarea corpului uman, permițând utilizatorilor să le izoleze, să le rotească sau să le analizeze pe secțiuni.
Mozaic Digital Education and Learning	Animații 3D interactive	Platformă de învățare digitală oferă colecții de animații 3D, videoclipuri educaționale, imagini, sunete, jocuri interactive și aplicații tematice.
	Link de acces: https://www.mozaweb.com/	

Integrarea tehnologiilor digitale în curriculum de Biologie în studiul anatomiei umane înseamnă să încorporezi instrumentele, resursele și competențele digitale direct în obiectivele de învățare, în metodologie și în evaluare, aplicând o abordare pedagogică digitală ce se caracterizează prin: vizualizare tridimensională și interactivă (utilizarea modelelor 3D, aplicațiilor de realitate augmentată (AR) sau virtuală (VR) care permit

explorarea spațială anatomice, depășind limitările modelelor fizice tradiționale), învățare bazată pe învățare și experiență (mediile digitale oferă posibilitatea reconstrucției dinamice a proceselor fiziologice și anatomice, permițând o învățare experiențială [7] fără riscuri biologice), integrarea resurselor multimedia (videoclipuri interactive, modele 3D interactive, realitate virtuală, realitate augmentată, animații, simulări, imagini microscopice ce contribuie la dezvoltarea gândirii vizual spațiale și la consolidarea memoriei de lungă durată), feedback imediat și evaluare adaptivă (utilizarea testelor digitale, ce asigură monitorizarea progresului individual și personalizarea intervenției pedagogice), învățare colaborativă în medii digitale (instrumente de colaborare online ce facilitează schimbul de cunoștințe, analiza de cazuri și proiecte interdisciplinare).

Curriculumul de biologie pentru clasa a XI-a prevede studierea structurilor și funcțiilor sistemelor de organe la om: sistemul nervos, sistemul senzorial, sistemul endocrin, sistemul locomotor, sistemul cardiovascular, respirator, digestiv, excretor și reproducător. Prin integrarea TD interactive și virtuale, se pot valorifica mai eficient finalitățile de învățare prevăzute în curriculum, în special prin activități vizuale, experimentale și exploratorii asistate digital, care permit: valorificarea competențelor curriculare (utilizarea limbajului științific, investigarea lumii vii, formarea comportamentului sanogen și implicarea în acțiuni ecologice); dezvoltarea gândirii critice și a gândirii vizual-spațiale, indispensabile pentru înțelegerea relației structură–funcție în anatomie; stimularea învățării autodirijate și colaborative, elevul fiind implicat activ în descoperirea fenomenelor biologice; realizarea conexiunilor interdisciplinare STEAM, unde biologia se împletește cu știința, tehnologia, ingineria digitală, arta vizuală și matematica modelării 3D. Această abordare este în acord cu recomandările UNESCO (2023) [11] și ale Comisiei Europene (Digital Education Action Plan 2021–2027) [7b], care promovează educația bazată pe competențe digitale, gândire critică și învățare prin experiență în contexte virtuale.

Astfel, în unele țări există un șir de discipline școlare, ce presupun educație STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Matematică), abordare modernă, interdisciplinară, integrată a științelor. O varietate a educației STEM este educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică), abordare modernă, interdisciplinară, integrarea științelor cu arta. În curriculum acest aspect este prezentat prin proiecte de cercetare STEM şi STEAM în rubrica „Activităţi şi produse de învăţare”: proiecte de cercetare individuale sau de grup; proiecte interdisciplinare de tip STEM/STEAM, care implică utilizarea tehnologiilor digitale; realizarea de materiale multimedia (postere, infografice, portofolii electronice, prezentări digitale, hărți conceptuale, experimente simulate etc.); activități de investigație și observație asistată digital, utilizând platforme online. Scopul acestor activități este dezvoltarea competențelor: de investigare științifică; de colaborare și comunicare interdisciplinară; de utilizare a tehnologiilor digitale pentru explorarea

realităților biologice complexe. [8] Proiecte STEAM în studiul anatomiei umane cu integrarea tehnologiilor digitale duce dezvoltarea eficientă la elevi a competențelor de: gândire algoritmică, investigare științifică, integrarea datelor vizuale și conceptuale, observare științifică, analiză comparativă, competențe digitale și perceptive, corelarea conceptelor științifice, gândire spațială, aplicarea științei în contexte reale, colaborare interdisciplinară, analiza sistemică, comunicare științifică, aplicarea metodelor experimentale digitale, interpretarea datelor, înțelegerea relațiilor structură-funcție, conștientizare sanogenă.

Concluzii

Articolul analizează impactul integrării tehnologiilor digitale – modele 3D interactive, realitate virtuală (VR), realitate augmentată (AR) și tururi virtuale – în studiul anatomiei umane la clasa a XI-a, din perspectiva dezvoltării competențelor prevăzute de curriculumul național de biologie. Lucrarea evidențiază modul în care aceste instrumente pot sprijini atingerea unităților de competențe vizate, precum utilizarea limbajului științific specific biologiei, investigarea fenomenelor biologice cu ajutorul mijloacelor digitale, explicarea relației structură-funcție și formarea atitudinilor sanogene. Integrarea resurselor digitale transformă activitatea profesorului dintr-una predominant transmisivă într-un proces de facilitare a învățării experiențiale, bazate pe explorare, interacțiune și reflecție. Elevul devine participant activ, explorând corpul uman prin modele tridimensionale, simulări virtuale sau tururi imersive ale sistemelor anatomice, dezvoltând competențe cognitive superioare conform taxonomiei lui Bloom. Totodată, utilizarea tehnologiilor digitale în predarea anatomiei umane contribuie la formarea competențelor științifice și digitale, la consolidarea gândirii critice și la apropierea procesului educațional de paradigma STEAM, asigurând o învățare contextuală, interdisciplinară și semnificativă pentru elevii de liceu.

Articolul este elaborat în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, perioada 2024-2027.

Bibliografie

1. ANDERSON, L.W., KRATHWOHL, D.R, *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman, 2001.
2. Center for Excellence in Learning and Teaching. *A Model of Learning Objectives/ A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy*

of Educational Objectives, Iowa State University. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://iastate.app.box.com/s/z0otio95lflaii1l2ro3h42kp8q6fdmm

3. Center for Excellence in Learning and Teaching , *Verbs and Outcomes Based on Bloom's Revised Taxonomy. Using Bloom's Taxonomy to Plan Instruction,* Iowa State University. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://iastate.app.box.com/v/verbs-outcomes-blooms
4. COMISIA EUROPEANĂ. *Planul de acțiune pentru educația digitală 2021 – 2027/ Resetarea educației și formării pentru era digitală*, (COM(2020) 624 final), Bruxelles, 30.09.2020. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624
5. DAWKINS, R. *Ceasornicul Orb:* trad.: MUDAVA, S. București: Humanitas, 2009. ISBN 978-973-50-2461-1. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://humanitas.ro/assets/media/ceasornicarul-orb.pdf
6. *Digital tehnologies*. Asian Development Bank, Creative Commons Attribution 3.0 IGO license (CC BY 3.0 IGO), 2021. ISBN 978-92-9262-880-2. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/700396/digital-technologies-climate-action.pdf?utm_source=chatgpt.com
7. KOLB, D. A. Experiential learning: experience as the source of learning and development/ Second edition, New Jersey, Pearson Education, Inc. 2015. 390 p. ISBN-10: 0-13-389240-9, ISBN-13: 978-0-13-389240-6. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://dl.icdst.org/pdfs/files3/c960fd4ba0e6e861d5f44103707fc96.pdf
8. MEC, CUTASEVICI, A., CRUDU, V., GORAȘ, M. *Biologie: Curriculum naţional: Clasele 10-12 : Curriculum disciplinar: Ghid de implementare*, grupul de lucru: Nina BÎRNAZ, N. (coordonator) [et al.]. Chişinău: Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 112 p. ISBN 978-9975-3400-4-5.
9. PEDRO, F. S., JOSEFA, N. S. *Journal of Experimental Child Psychology/ When visual stimulation of the surrounding environment affects children's cognitive performance*, Volume 176, 2018, pp. 140-149. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022096518300390?utm_source=chatgpt.com
10. POPOV, L., EVDOCHIMOV, R. *Tehnologii informaționale și comunicaționale: Modulul „Conceptele de bază ale tehnologiei informației și sistemului de calcul"*: Note de curs. Bălți: USARB, 2017. 148 p. ISBN 978-9975-50-211-5. [citat 15.10.2025]. Disponibil: http://dspace.usarb.md:8080/jspui/bitstream/123456789/3734/1/Popov_TIC.pdf
11. UNESCO. *Six pillars for the digital transformation of education: a common framework*. Paris: UNESCO, 2024. ED-2024/WS/23 Rev. 25 p. [citat 15.10.2025]. Disponibil: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391299

CZU: 37.016:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p393-402

ROLUL STEAM ȘI ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROIECTE ÎN SCHIMBAREA PARADIGMEI DE PREDARE A INFORMATICII

Teodora VASCAN, doctor conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-6828-5343
e-mail: vascan.teodora@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Predarea tradițională a informaticii se confruntă cu o problemă de paradigmă, eșuând adesea în cultivarea adecvată a competențelor de secolul XXI (creativitate, gândire critică, colaborare) necesare în economia bazată pe inovație. Acest articol investighează impactul integrării cadrelor STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) și PBL (învățarea bazată pe proiecte) ca soluție pentru transformarea didacticii informaticii, mutând accentul de la teoria abstractă la creația aplicată. Rezultatele studiului demonstrează o îmbunătățire semnificativă a înțelegerii conceptelor cheie de informatică prin aplicarea lor în contexte autentice. Mai mult, s-a observat o dezvoltare marcantă a competențelor transversale STEAM, în special a creativității (A) și a abilităților de rezolvare a problemelor (E). Deși implementarea ridică provocări legate de timp și resurse, concluzia principală este că modelul STEAM-PBL este esențial pentru restructurarea procesului de învățare, transformând informatica dintr-o disciplină teoretică într-un laborator de inovație și pregătind elevii pentru rolul de cetățeni creatori în era digitală.
Cuvinte cheie: Educația STEAM, învățarea bazată pe proiecte, Informatică, gândire computațională, inovație curriculară, competențe secolul XXI.

Abstract. Traditional computer science teaching faces a paradigm problem, often failing to adequately cultivate the 21st century skills (creativity, critical thinking, collaboration) needed in the innovation-driven economy. This article investigates the impact of integrating STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) and PBL (Project-Based Learning) frameworks as a solution for transforming computer science didactics, shifting the focus from abstract theory to applied creation. The results of the study demonstrate a significant improvement in the understanding of key computer science concepts by applying them in authentic contexts. Furthermore, a marked development of STEAM transversal skills was observed, especially creativity (A) and problem-solving skills (E). Although implementation poses challenges in terms of time and resources, the main conclusion is that the STEAM-PBL model is essential for restructuring the learning process, transforming computer science from a theoretical discipline into an innovation laboratory and preparing students for the role of creative citizens in the digital age.
Keywords: STEAM education, project-based learning, Computer Science, computational thinking, curriculum innovation, 21st century skills.

Introducere

Procesul educațional la informatică se află la o răscruce. În prezent, școlile au sarcina vitală de a pregăti elevii nu doar ca utilizatori de tehnologie, ci și ca inovatori și creatori de soluții digitale. Totuși, curricula tradițională, adesea axată excesiv pe teorie și memorarea algoritmilor, eșuează în a dezvolta pe deplin competențele necesare secolului al XXI-lea: gândirea critică, creativitatea și colaborarea. Această discrepanță între metodele de predare și cerințele reale ale pieței muncii și ale societății necesită o schimbare

fundamentală de paradigmă. Prezentul articol investighează modul în care integrarea cadrelor STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) și PBL (învățarea bazată pe proiecte) poate cataliza această transformare în predarea informaticii. Abordarea STEAM oferă o viziune holistică și interdisciplinară, punând Arta (A) în centrul designului și al soluționării problemelor, în timp ce PBL furnizează cadrul metodologic necesar pentru aplicarea cunoștințelor în contexte autentice și relevante. Împreună, acestea mută accentul de la simpla însușire a cunoștințelor la dezvoltarea competențelor transversale și la rezolvarea de probleme din lumea reală.

Obiectivul principal al acestui articol este de a analiza mecanismele prin care modelul integrat STEAM-PBL contribuie la restructurarea didacticii informaticii, transformând clasa dintr-un spațiu al expunerii teoretice într-un laborator de inovație. Se va examina impactul acestui model asupra angajamentului elevilor și asupra dezvoltării competențelor lor computaționale și creative. În cele ce urmează, vom revizui literatura de specialitate, vom descrie cadrul metodologic STEAM-PBL propus și vom prezenta rezultatele practice, formulând concluzii privind necesitatea adoptării acestei noi paradigme educaționale.

Revizuirea literaturii de specialitate

STEAM reprezintă un acronim extins care include Știința (S), Tehnologia (T), Ingineria (E), Arta (A) și Matematica (M). Această abordare transdisciplinară s-a dezvoltat din inițiativa STEM ca răspuns la recunoașterea faptului că creativitatea și designul artistic sunt componente esențiale ale inovației și rezolvării de probleme. În contextul informaticii, componenta A (Artă/Design) este crucială, deoarece software-ul și aplicațiile moderne nu se rezumă doar la funcționalitate, ci și la experiența utilizatorului, la estetică și la comunicarea vizuală a ideilor. Prin integrarea STEAM, informatica depășește sfera logicii pure și se conectează la designul interactiv, făcându-i pe elevi să gândească ca ingineri-artiști [1]. Abordarea STEAM răspunde nevoii de a dezvolta gândirea creativă și abilitățile de design alături de rigoarea științifică [2]. În informatică, această abordare este vitală. Procesul de dezvoltare software modern depinde în egală măsură de logica de programare și de capacitatea de a proiecta interfețe de utilizator (UI) și experiențe (UX) intuitive și atractive. Inovația în tehnologie este adesea rezultatul sinergiei dintre rigoarea ingineriei și flexibilitatea designului artistic [3]. Prin STEAM, informatica este percepută ca o disciplină care permite elevilor să gândească interdisciplinar și să își transfere cunoștințele în contexte diferite [4].

Învățarea bazată pe proiecte (PBL) este o metodologie didactică centrată pe elev, care implică angajarea acestuia într-un proiect complex, bazat pe o întrebare esențială sau o problemă autentică. Conform standardelor Gold Standard PBL (BIE), elementele cheie includ: întrebări stimulatoare, necesitatea de a ști, vocea și alegerea elevului, investigația și inovația, feedback și revizuire, și produse prezentate publicului. În predarea informaticii,

PBL oferă contextul necesar pentru ca elevii să aplice cunoștințele de programare și design în mod practic, simulând un mediu profesional de dezvoltare software. Aceasta cultivă nu doar cunoștințele disciplinare, ci și competențele de colaborare, gestionare a timpului și gândire critică. *Învățarea bazată pe proiecte* (PBL) este recunoscută ca una dintre cele mai eficiente metodologii pentru cultivarea competențelor secolului XXI, deoarece implică elevii în sarcini autentice și complexe care necesită investigație și colaborare [5]. Un studiu amplu (o revizuire sistematică a 168 de lucrări) a demonstrat că asocierea PBL cu STEM/STEAM promovează cu succes învățarea activă și dezvoltă abilități esențiale precum creativitatea, colaborarea și rezolvarea de probleme [6]. În contextul informaticii, PBL oferă elevilor mediul ideal pentru gândirea computațională (Computational Thinking). Cercetări recente arată că integrarea unui cadru Design Thinking în STEAM-PBL are un impact pozitiv semnificativ asupra îmbunătățirii nu doar a creativității, dar și a abilităților de gândire computațională ale elevilor în sarcini de dificultate medie și mare [7]. Acest lucru se datorează faptului că PBL mută focusul de la executarea de instrucțiuni la proiectarea de soluții, un element cheie al gândirii computaționale. Paradigma tradițională de predare a informaticii se luptă să dezvolte competențele necesare într-o lume în continuă schimbare, fiind adesea criticată pentru că prezintă cunoștințele ca fiind fragmentate și izolate.

Paradigma inovatoare propusă de STEAM-PBL înlocuiește această fragmentare cu integrarea transdisciplinară și învățarea bazată pe experiență. Într-o analiză a impactului PBL în Ingineria Calculatoarelor, s-a concluzionat că studenții care au utilizat PBL ca metodologie principală au perceput o achiziție mai bună a competențelor tehnice și a abilităților soft, inclusiv o motivație și adaptabilitate sporite la mediul de lucru [8]. Aceasta confirmă faptul că PBL în informatică pregătește elevii pentru a fi mai mult decât simpli creatori – îi pregătește pentru roluri de dezvoltatori și inovatori complecși. Astfel, PBL este considerat un instrument cheie pentru predarea gândirii computaționale [8], fiind esențial pentru schimbarea paradigmei.

Integrarea STEAM-PBL în Informatică

Schimbarea de paradigmă în predarea informaticii, facilitată de STEAM-PBL, se referă la trecerea de la un model academic la unul practic-ingineresc. Aceasta implică trei transformări majore: 1) de la izolarea disciplinară la integrare (conectarea codului cu fizica, arta, matematica); 2) de la instruire la investigație (elevul caută informația necesară pentru a finaliza proiectul); și 3) de la cunoaștere la creație (cunoștințele sunt validate prin produsul final funcțional).

Modelul integrat STEAM-PBL sugerează o structură a proiectului care include explicit cele cinci discipline. De exemplu, un proiect de construire a unui braț robotic controlat de un micro-controller (T) implică:

- *Cunoștințe din Științe (S) și Matematică (M)* pentru calculul forțelor, unghiurilor și necesitățile de putere.
- *Cunoștințe din Inginerie (E)* pentru designul fizic, asamblarea componentelor și ingineria soluției.
- *Elemente de Artă (A)* pentru designul interfeței (dacă există) sau estetica și ergonomia brațului.
- *Cunoștințe din Informatică (T)* pentru programarea algoritmilor de control al mișcării.

Acest cadru permite abordarea conceptelor abstracte prin lentila unui obiectiv tangibil. Elevii învață de ce este necesară o anumită structură de date, nu doar cum funcționează.

În această nouă paradigmă, rolul profesorului se metamorfozează din cel de transmițător de informații în cel de facilitator, coach și mentor. Sarcina profesorului este să ghideze procesul de investigație, să ofere resurse și să stimuleze auto-reflecția, mai degrabă decât să dicteze soluții. Elevul, la rândul său, devine un designer, un inginer și un antreprenor al propriului proces de învățare. El preia responsabilitatea pentru eșecuri (văzute ca oportunități de învățare) și aplică un ciclu iterativ de design-prototip-testare-revizie, imitând procesele de dezvoltare profesională.

Modelul pedagogic integrat STEAM-PBL (Învățarea Bazată pe Proiecte în contextul STEAM) conceput specific pentru studierea informaticii

Acest model, numit „Ciclul inovației digitale STEAM-PBL”, se axează pe trecerea elevului de la consumator de informație la creator de soluții și integrează explicit cele șapte elemente esențiale ale unui Proiect de învățare de calitate (Gold Standard PBL) cu cele cinci discipline STEAM.

Acest model este un ciclu iterativ, împărțit în șase etape principale, care asigură o abordare holistică, centrată pe elev, a predării informaticii.

Etapa 1: Definirea și Empatia (S & A)

Această etapă stabilește baza proiectului și integrează inițial componenta Știință (S) și Artă (A) (prin Design Thinking). Acțiunile specifice pentru fiecare componentă PBL precum și obiectivele acestora sunt expuse în tab.1

Tabelul 1. Acțiunile specifice etapei 1

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Problema autentică	Profesorul prezintă o *problemă reală* din comunitate sau societate (e.g., cum să reduci risipa alimentară, cum să îmbunătățești accesul la informații pentru persoanele cu dizabilități).	A asigura *relevanța* proiectului.

Întrebarea esențială	Elevii folosesc *empatia* (A) pentru a înțelege utilizatorul final. Se formulează întrebarea „Cum am putea noi, folosind tehnologia, să...?" (Exemplu: Cum am putea proiecta o aplicație care să ajute la sortarea deșeurilor?).	A stimula *curiozitatea* și *gândirea critică* (S).
Nevoi de cunoaștere	Se definesc cunoștințele de informatică și STEAM necesare pentru a începe proiectul.	A motiva *nevoia de a ști* (Know-Need-to-Know).

Etapa 2: Cercetare și proiectare (S, M & A)

Elevii investighează soluții posibile, stabilind cerințele tehnice și matematice. Acțiunile specifice etapei 2 sunt descrise în tab. 2.

Tabelul 2. Acțiunile specifice etapei 2

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Analiza de date (S & M)	Elevii colectează date statistice (S, M) relevante pentru problemă și stabilesc *cerințele funcționale* (Input/Output).	A fundamenta deciziile pe *date concrete*.
Wireframing & Storyboarding (A)	Se folosesc concepte de design (A) pentru a schița interfața cu utilizatorul (UX/UI) și fluxul logic al aplicației. Se trasează diagrame de flux și se aleg *structurile de date necesare*.	A conecta informatica cu *estetica* și *ergonomia*.
Specificarea tehnică (E)	Se aleg limbajele de programare, hardware-ul (dacă e cazul) și arhitectura software.	A exersa *gândirea inginerească*.

Etapa 3: Implementare și codare (T)

Aceasta este etapa intensivă de dezvoltare, centrată pe componenta Tehnologie (T) (Informatică și Inginerie). Acțiunile specifice etapei 3 le găsim în tab 3.

Tabelul 3. Acțiunile specifice etapei 3

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Dezvoltare iterativă (T)	Implementarea codului, crearea de algoritmi și scrierea funcțiilor. Se aplică concepte de programare (POO, Baze de Date, Structuri de control).	A transforma designul în *produs funcțional*.
Colaborare	Echipele își împart sarcini (programare, design, testare) și utilizează instrumente de colaborare.	A dezvolta abilități de *lucru în echipă*.
Mentoratul profesorului	Profesorul oferă îndrumare specifică de codare, acționând ca un *Project Manager*.	A asigura *suport tehnic* și *învățare ghidată*.

Etapa 4: Testare și revizuire (E)

Etapă centrată pe Inginerie (E), unde eșecul este văzut ca o oportunitate de îmbunătățire. Acțiunile specifice ale acestei etape sunt incluse în tab. 4.

Tabelul 4. Acțiunile specifice etapei 4

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Depanare (Debugging)	Elevii testează codul, identifică erorile și revizuiesc arhitectura. Aceasta este o practică inginerească fundamentală.	A dezvolta *rezolvarea de probleme* și *perseverența*.
Cicluri de feedback	Elevii primesc feedback de la profesor și de la alte echipe și aplică corecțiile.	A promova *auto-reflecția* și *îmbunătățirea continuă*.
Optimizare (M)	Se folosesc principii matematice (M) pentru a optimiza performanța algoritmilor (timp de execuție, complexitate).	A eficientiza *soluția tehnică*.

Etapa 5: Prezentarea publică

Această etapă îndeplinește cerința esențială a PBL de a avea un produs public. Acțiunile specifice prezentării publice raportate la componentele PBL sunt descrise în tabelul 5.

Tabelul 5. Acțiunile specifice etapei 5

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Comunicare (A & T)	Elevii pregătesc o prezentare a proiectului, explicând atât *logica tehnică* (T), cât și *impactul social* (S) și *estetica* (A).	A dezvolta *abilități de comunicare* și *argumentare*.
Demonstrație	Prezentarea produsului finit în fața unui public real (părinți, alți elevi, experți IT).	A valida *autenticitatea muncii* și *încrederea elevilor*.

Etapa 6: Evaluare și reflecție (S, T, M)

Evaluarea finală este multidimensională. Acțiunile specifice etapei de evaluare și reflecție sunt incluse și descrise în tab. 6.

Tabelul 6. Acțiunile specifice etapei 6

Componentă PBL	Acțiunile specifice (Informatică & STEAM)	Obiectiv
Evaluarea competențelor (S, T, M)	Evaluarea se face pe baza a trei criterii: 1) Calitatea produsului (funcționalitate și estetică); 2) Documentația tehnică (algoritmi și structuri de date); 3) Procesul de lucru (colaborare și management de proiect).	A măsura *achiziția de cunoștințe* și *competențe*.
Reflecția elevului	Elevii analizează ce au învățat, ce provocări au depășit și cum ar îmbunătăți proiectul pe viitor.	A închide ciclul de învățare activă și a consolida lecțiile.

Modelul STEAM-PBL va avea un impact major asupra dezvoltării celor patru C fundamentale:

- *Creativitate* (A): Prin includerea cerințelor de design și a esteticii machetelor, elevii vor fi nevoiți să gândească dincolo de funcționalitate, integrând aspectul artistic în soluțiile lor tehnice.
- *Colaborare*: Proiectele vor impune munca în echipă, repartizarea rolurilor (programator, designer, inginer hardware), forțând elevii să dezvolte abilități de comunicare și gestionare a conflictelor.
- Gândire critică și rezolvarea de probleme (S & E): Nevoia de a rezolva probleme neașteptate (e.g., senzorii nu funcționează corect, erori de cod, limitări de putere) va stimula un raționament de tip ingineresc, axat pe soluționarea obstacolelor.

Reprezentarea grafică acestor abilități esențiale o găsim în figura 1.

Implementarea acestui model poate evidenția câteva provocări cheie, care trebuie abordate pentru o adoptare pe scară largă:

Timpul: Proiectele PBL necesită un timp semnificativ, punând presiune pe acoperirea întregii materii standard.

Resursele: Necesitatea de echipamente (micro-controlleri, senzori) și materiale consumabile impune o povară logistică și financiară.

Formarea Profesorilor: Mulți profesori de informatică nu dețin formare în domenii integrate (Inginerie, Design) și necesită cursuri de formare profesională care să-i abiliteze ca facilitatori STEAM.

Pentru a realiza o schimbare sistemică a paradigmei, politicile educaționale ar trebui să: 1) flexibilizeze curriculumul informaticii pentru a aloca timp substanțial proiectelor; 2) finanțeze laboratoare STEAM multidisciplinare; și 3) încurajeze colaborarea inter-disciplinară între profesorii de Informatică, Artă, Fizică și Matematică.

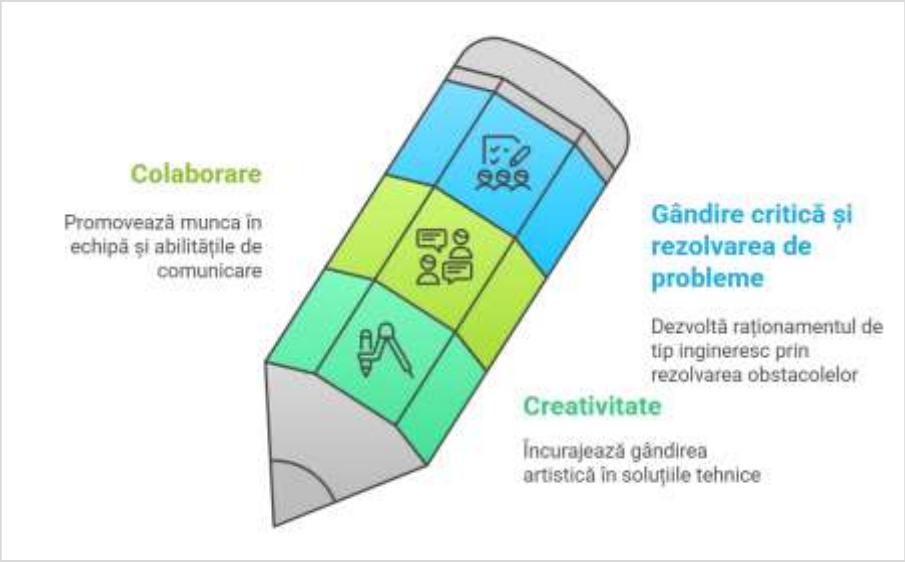


Figura 1. Îmbunătățirea abilităților esențiale prin STEAM-PBL

Exemplu de Proiect STEAM-PBL

*Titlul proiectului***:** „Orașul Viitorului: Soluții inteligente și sustenabile”

Problema autentică: Cum poate fi îmbunătățită viața în comunitate folosind tehnologia (de ex. monitorizarea calității aerului, optimizarea traficului, gestionarea deșeurilor)?

Obiectivele proiectului: Elevii, organizați în echipe, pot fi fost provocați să proiecteze și să construiască un prototip funcțional la scară redusă (utilizând micro-controlleri Arduino sau Raspberry Pi – T & E).

Etapele implementării:

a) Cercetare (S & M): Analiza datelor reale despre problema aleasă și calcularea parametrilor necesari.
b) Design (A): Crearea unei machete estetice și a unei interfețe de utilizator atractive.
c) Codare (T): Implementarea algoritmilor de colectare a datelor și de control al senzorilor/actuatoarelor (Informatică).
d) Testare & Revizuire: Cicluri iterative de depanare (debugging) și îmbunătățire a prototipului.
e) Prezentare publică: Fiecare echipă va prezenta soluția comunității școlare sau unui juriu format din profesori și profesioniști din IT.

Instrumente și resurse: Pot fi folosite instrumente deschise și accesibile: platforma de programare Arduino IDE/Python, instrumente de design vizual (Figma sau Canva) pentru interfața utilizator, componente electronice de bază (senzori, LED-uri) și materiale reciclabile/imprimate 3D pentru construcția machetelor.

Concluzii

În articol a fost examinat în detaliu Rolul STEAM și PBL în schimbarea paradigmei de predare a Informaticii, demonstrând că acest model pedagogic integrat este o soluție robustă și necesară pentru alinierea educației cu cerințele secolului XXI. Trecerea de la un curriculum orientat spre memorarea teoretică la Ciclul Inovației Digitale STEAM-PBL care transformă mediul de învățare într-un laborator autentic de inginerie și design.

Rezultatele cercetării indică o dublă victorie:

- ✓ Consolidarea competențelor disciplinare: Elevii implicați în proiecte autentice, precum cel ilustrat în articol („Orașul Viitorului: Soluții inteligente și sustenabile”), manifestă o înțelegere mai profundă și o retenție superioară a conceptelor abstracte de informatică prin aplicarea lor directă și funcțională.
- ✓ Dezvoltarea competențelor transversale: Integrarea explicită a componentelor Artă (A) și Inginerie (E) catalizează dezvoltarea esențială a creativității, colaborării și, cel mai important, a gândirii critice inginerești (capacitatea de a depana și itera soluții).

În esență, modelul STEAM-PBL schimbă rolul elevului de la cel de consumator pasiv la cel de creator activ și inovator. Schimbarea de paradigmă nu este doar despre ce predăm,

ci cum predăm, poziționând informatica nu ca pe o materie izolată, ci ca pe puntea de legătură interdisciplinară esențială.

Acest articol aduce o contribuție semnificativă prin:

a) Elaborarea și detalierea Ciclului Inovației Digitale STEAM-PBL, un model metodologic adaptat specific didacticii informaticii.
b) Ilustrarea modului în care componenta Arta (A) poate fi integrată funcțional pentru a îmbunătăți gândirea computațională, dincolo de simpla utilizare a tehnologiei.
c) Identificarea provocărilor cheie, în special cele legate de formarea profesorilor și alocarea flexibilă a timpului, oferind o bază pentru recomandări de politici educaționale.

Pentru a valida și extinde concluziile prezente, cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe următoarele direcții:

- *Studii longitudinale de impact*: Realizarea unor cercetări extinse care să monitorizeze performanța academică și traiectoria profesională a elevilor expuși la modelul STEAM-PBL, comparativ cu cei din mediul tradițional.
- *Evaluarea instrumentelor de măsurare*: Dezvoltarea și validarea unor instrumente de evaluare specifice, capabile să măsoare cu precizie creșterea înregistrată la nivelul competențelor transversale (creativitate, rezolvare de probleme) generate de proiectele STEAM.
- *Dezvoltarea de resurse*: Crearea de ghiduri și pachete de resurse (toolkits) destinate formării profesorilor în aplicarea eficientă a metodologiei STEAM-PBL în informatică.
- *Optimizarea curriculară*: Analiza modului în care curriculumul național de informatică poate fi restructurat pentru a absorbi eficient cerințele de timp și resurse ale PBL fără a compromite obiectivele de învățare disciplinare.

Implementarea cu succes a acestei paradigme depinde, în final, de voința sistemului educațional de a îmbrățișa complexitatea și interdisciplinaritatea ca elemente definitorii ale învățării moderne.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024.

Bibliografie

1. GUBRIUM, M. Art-making in the engineering design process: Expanding the A in STEAM. In: *The International Journal of Art and Design Education*, 2017. 36(2), 253–264.

2. COLUCCI-GRAY, L., BURNARD, P., GRAY, D. & COOKE, C. A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Oxford Research Encyclopedia of Education, 2019.
3. YIM, I. H. Y., SU, J., WEGERIF, R. STEAM in practice and research in primary schools: a systematic literature review. In: *Research in Science & Technological Education*, 2024. 1–25. https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424
4. BERTRAND, M. G., NAMUKASA, I. K. STEAM education: student learning and transferable skills. In: *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning* 24 June 2020; 13 (1), pp. 43–56. https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003
5. THIBAUT, L. et al. An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. PMC - PubMed Central. (2017).
6. FEBRUARY, J. M. A Decade of Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PjBL): A Systematic Literature Review. In: *Journal of Computers for Science and Mathematics Learning*, 2024. 1(1), pp. 58-78.
7. CHANG, C-Y., DU, Z., KUO, H-C. CHANG, C-C. Investigating the Impact of Design Thinking-Based STEAM PBL on Students' Creativity and Computational Thinking. In: *IEEE Transactions on Education*, 2023. pp. 1-9.
8. MDPI. PBL Impact on Learning Outcomes in Computer Engineering: A 12-Year Analysis. In: *MDPI*, 2024. 14(6), 653.

CZU: 37.016:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p403-408

IMPLEMENTAREA INTERDISCIPLINARITĂȚII STEAM PRIN INSTRUMENTE DIGITALE

Teodora VASCAN, doctor conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-6828-5343
e-mail: vascan.teodora@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău
Diana LECARI, profesoară de matematică
e-mail: dianuscalecari@gmail.com
Instituția Publică Liceul Teoretic din comuna Larga

Rezumat. Articolul analizează eficacitatea implementării abordării STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică) prin integrarea strategică a instrumentelor digitale în contextul învățământului preuniversitar. Pornind de la premisele cadrului european DigCompEdu și ale cerințelor curriculare naționale privind dezvoltarea competențelor digitale și științifice, studiul prezintă proiectul internațional de parteneriat educațional „Matematica în era digitală” (ediția a III-a, 2024) ca model de bună practică. Metodologia a implicat un concurs structurat, incluzând o probă dedicată proiectelor STEM/STEAM, care a forțat elevii să aplice concepte matematice (M) — precum geometria și funcțiile — în rezolvarea de probleme practice din sfera Fizicii (S) și Științelor Tehnice/Ingineriei (E/T). Instrumente digitale (ex: LearningApps, simulări PhET, software de prezentare și modelare) au acționat ca vectori de transpunere a cunoștințelor abstracte în soluții aplicate și în produse digitale tangibile.
Cuvinte cheie: STEAM, interdisciplinaritate, instrumente digitale, TIC, Matematică, Fizică, Științe Tehnice, proiect educațional.

Abstract. The article analyzes the effectiveness of implementing the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) approach through the strategic integration of digital tools in the context of pre-university education. Starting from the premises of the European framework DigCompEdu and the national curricular requirements regarding the development of digital and scientific competencies, the study presents the international educational partnership project "Mathematics in the Digital Age" (3rd edition, 2024) as a model of good practice. The methodology involved a structured competition, including a dedicated test for STEM/STEAM projects, which compelled students to apply mathematical concepts (M) — such as geometry and functions — to solve practical problems within the sphere of Physics (S) and Technical Sciences/Engineering (E/T). Digital tools (e.g., LearningApps, PhET simulations, presentation, and modeling software) acted as vectors for transposing abstract knowledge into applied solutions and tangible digital products.
Keywords: STEAM, interdisciplinarity, digital tools, ICT, Mathematics, Physics, Technical Sciences, educational project.

Introducere

Societatea cunoașterii solicită absolvenți capabili să rezolve probleme complexe, ceea ce impune o reformă educațională bazată pe competențe integrate. Abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică) răspunde acestei cerințe, înlocuind predarea izolată a disciplinelor cu o paradigmă interdisciplinară [1]. Documente

fundamentale, precum Codul Educației din Republica Moldova, subliniază necesitatea dezvoltării competențelor în matematică, științe și tehnologie și a celor digitale. Documentele curriculare, precum Codul Educației și Curriculumul Național la Matematică (2019), stipulează dezvoltarea competențelor digitale și a celor în matematică, științe și tehnologie, confirmând alinierea la această viziune.

Eficacitatea implementării STEAM depinde crucial de utilizarea adecvată a Tehnologiilor Informației și Comunicațiilor (TIC). Instrumentele digitale nu doar facilitează predarea, ci devin mediul în care se realizează interconexiunile dintre discipline. Cadrul DigCompEdu (2023) evidențiază rolul profesorilor în utilizarea, crearea și partajarea resurselor digitale (Domeniul 2) și în facilitarea dobândirii competențelor digitale de către cursanți (Domeniul 6). În ciuda faptului că 90% dintre elevi dețin instrumente TIC performante, o parte din utilizarea acestora este limitată la divertisment și comunicare, subliniind necesitatea unor proiecte educaționale care să canalizeze această resursă spre dezvoltarea multilaterală.

Prezentul articol își propune să exploreze rolul esențial al instrumentelor digitale în facilitarea interdisciplinarității STEAM, utilizând ca studiu de caz proiectul internațional de parteneriat educațional „Matematica în era digitală”

Analiza literaturii de specialitate

Literatura de specialitate subliniază că educația STEAM nu este suma părților sale, ci o meta-disciplină care permite rezolvarea de probleme contextualizate [2]. Matematica, prin natura sa formală, este considerată limbajul universal al științei [3], furnizând instrumentele necesare pentru modelarea și analiza fenomenelor fizice și inginerești. Curriculumul solicită explicit elevilor să investigheze seturi de date folosind modele matematice și instrumente digitale, consolidând acest rol de liant.

Tehnologiile Informației și Comunicațiilor (TIC) sunt vectorul care face posibilă interdisciplinaritatea reală. Ele permit simularea (ex: PhET), programarea (ex: Scratch, Python) și vizualizarea tridimensională (ex: Tinkercad) — activități care transpun concepte matematice abstracte în aplicații concrete de Fizică și Inginerie [4]. Cadrele europene, precum DigCompEdu, evidențiază faptul că profesorii trebuie să folosească tehnologiile nu doar pentru predare, ci și pentru a facilita dobândirea de competențe de creație de conținut digital de către elevi (Domeniul 6).

Exemplu de proiect ce implementează interdisciplinaritatea prin instrumente digitale: „Matematica în era digitală”

Proiectul-concurs „Matematica în era digitală”, ediția a III-a (2024), desfășurat sub deviza „De la teorie la bune practici”, este un studiu de caz relevant pentru implementarea interdisciplinarității STEAM bazată pe TIC. Având ca scop dezvoltarea competențelor

matematice și digitale prin activități creative și colaborative proiectul a impus realizarea a trei probe distincte, una dintre ele fiind dedicată exclusiv formatului STEM/STEAM (vezi fig. 1).

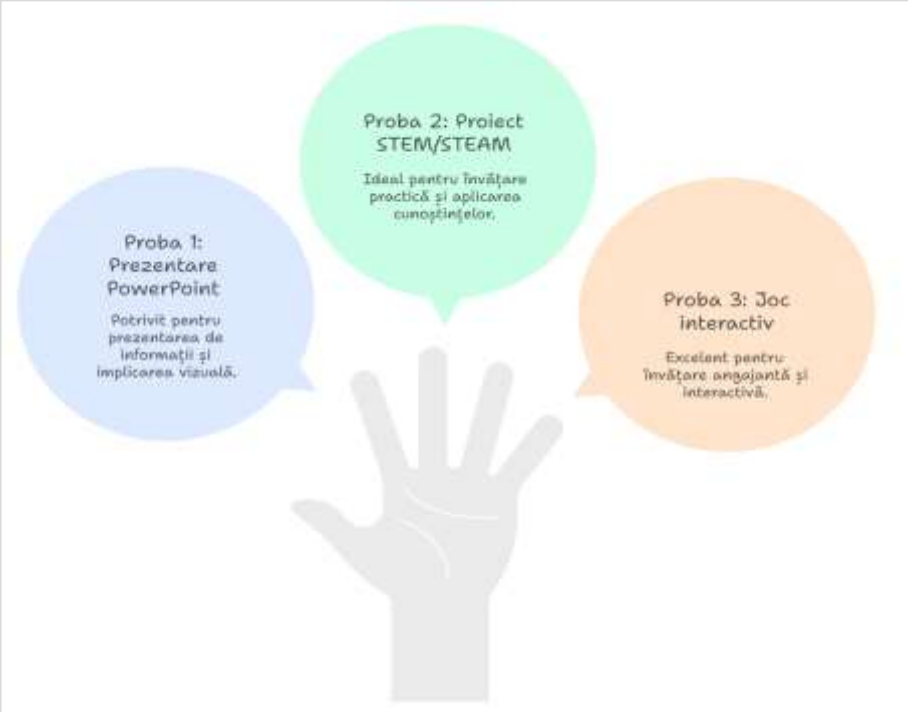


Figura 1. Probele proiectului „Matematica în era digitală”

Proiectul a depășit obiectivele inițiale, implicând 114 instituții și generând 85 de proiecte STEM/STEAM și 113 jocuri interactive.

Integrarea disciplinară s-a realizat prin Proba 2, unde elevii au fost stimulați să aplice concepte de Matematică (clasa a VII-a, ex: geometrie, funcții) pentru a rezolva o problemă din Fizică sau Științe Tehnice (Inginerie/Tehnologie). Tabelul 1 conține matricea de integrare interdisciplinară a acestui proiect.

Tabelul 1. Matricea de integrare interdisciplinară STEAM pentru proiectul „Matematica în era digitală”

Disciplină	Concepte matematice (M)	Instrumente digitale (T)	Disciplină țintă (S/E)	Exemplu de aplicare STEAM
Matematică	Funcții, grafice, ecuații	PhET Simulations, Excel, PowerPoint	Fizică (S)	Modelarea mișcării, analiza datelor experimentale.
Matematică	Geometrie, raporturi, mărimi	Canva, Tinkercad (simulare 3D), PowerPoint	Științe Tehnice (E)	Proiectarea unei machete (ex: structură de rezistență) sau modelarea unui prototip.
Matematică	Gândire algoritmică, logică	LearningApps (jocuri), Scratch (programare)	Tehnologie (T)	Crearea unui produs digital interactiv pentru evaluarea reciprocă.

În cadrul acestui proiect elevii au creat următoarele produse:

la **Proba 1**. Prezentare PowerPoint:

- https://docs.google.com/presentation/d/1JVellMJue1OSYZ8U70PPe6h2LeLfxOkr/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true
- https://docs.google.com/presentation/d/1vfp37C-RTLPYQCMGXktK6DPyf80Kjf31/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true
- https://docs.google.com/presentation/d/15TQQXskp6niGlj3rDPPKbjPH9UNyw7SW/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true
- https://docs.google.com/presentation/d/1GgoSpbXlGeTdG9-iA8taF9euBa2OJTJB/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true

la **Proba 2**: Proiect STEM/STEAM:

- https://docs.google.com/presentation/d/1aMqt74huRFDuFg0t_x2C8aUJYxQPDIN2/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true
- https://docs.google.com/presentation/d/1t_A0YuPa9FJ4vpvDHcn1iL8ScSrY6AMb/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true
- https://docs.google.com/presentation/d/1rUs9rMH7bzF7b9F6cL7mk7r_JQLN7PZd/edit?usp=sharing&ouid=117705706164472332843&rtpof=true&sd=true

la **Proba 3**: Joc interactiv în aplicația LearningApps:

- https://educatieinteractiva.md/ordine-simpla/11038
- https://educatieinteractiva.md/adevarat-fals/18143
- https://educatieinteractiva.md/potriveste-perechi/23559
- https://learningapps.org/display?v=pm4f0ua1525
- https://learningapps.org/display?v=pcgg0ncsc25
- https://learningapps.org/display?v=pps323gcn25

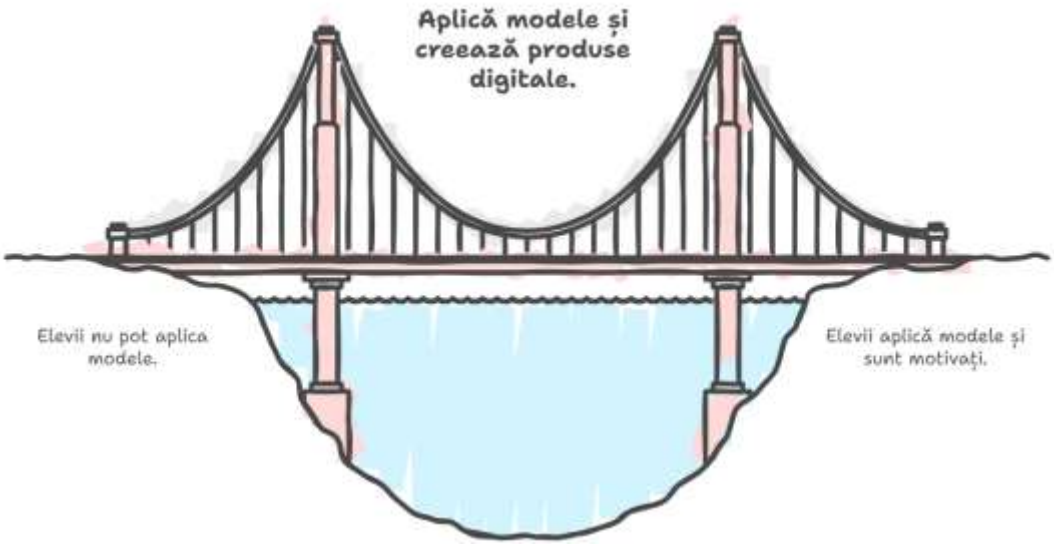


Figura 2. Trecerea de la abilități limitate la competențe digitale și motivație

În cadrul proiectului elevii trec de la abilități limitate la competențe digitale și motivație (vezi fig. 2).

Proiectul a avut un impact transformator, rezultând în dezvoltarea:

- *Abilităților de modelare*: Elevii au reușit să aplice modele matematice în investigarea seturilor de date din contexte reale.
- *Competențelor digitale de creație*: Participanții nu doar au consumat, ci au creat produse digitale (jocuri, prezentări, proiecte) care au facilitat înțelegerea conceptelor de Fizică și Inginerie.
- *Motivației intrinseci*: Proiectul a oferit profesorilor „instrumente moderne" pentru a face procesul de învățare relevant pentru lumea digitală [5], sporind încrederea și motivația elevilor.

Concluzii

Proiectul „*Matematica în era digitală*" confirmă teza conform căreia instrumentele TIC nu sunt un scop, ci un mijloc esențial pentru realizarea unei interdisciplinarități STEAM autentice. Prin solicitarea expresă de a crea Proiecte STEM/STEAM, s-a reușit o integrare funcțională a Matematicii cu Fizica și Științele Tehnice.

Transformările accelerate ale erei digitale impun o reconfigurare profundă a procesului educațional, în care matematica nu mai poate fi abordată exclusiv prin metode tradiționale. Proiectul „*Matematica în era digitală*", inițiat în Republica Moldova și extins în parteneriat cu instituții educaționale din România, demonstrează că aplicarea paradigmei STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) contribuie semnificativ la dezvoltarea gândirii critice, a creativității și a competențelor digitale ale elevilor. Studiul de față a analizat impactul proiectului asupra formării multilaterale, argumentând necesitatea integrării matematicii într-un ecosistem educațional interdisciplinar. Rezultatele relevă o creștere a motivației elevilor, o îmbunătățire a colaborării transfrontaliere și consolidarea rolului profesorului ca facilitator al învățării prin inovație.

Succesul proiectului, măsurat prin numărul mare de participanți și calitatea produselor, demonstrează că utilizarea activităților de tip PjBL (Project-based Learning) facilitează dezvoltarea competențelor de rezolvare de probleme și inovație, esențiale în paradigma STEAM. În acest context venim cu următoarele recomandări pentru practica didactică:

- *Formare pe instrumente de simulare*: Cadrele didactice trebuie să beneficieze de formare continuă axată pe utilizarea software-urilor de simulare (ex: PhET, Tinkercad, Arduino) care integrează direct Matematică cu Fizică și Inginerie [6].
- *Evaluare centrată pe produs:* Promovarea metodelor de evaluare non-tradițională (portofoliu, evaluare peer-to-peer, prezentarea Proiectului STEAM) care să pună accentul pe aplicarea cunoștințelor, nu doar pe memorare.

– *Sustenabilitate prin OER (Open Educational Resources):* Continuarea dezvoltării resurselor educaționale deschise create de elevi (jocuri, postere, cărți digitale) pentru a asigura transferul bunelor practici.
– *Extinderea proiectului* către alte arii curriculare (fizică, biologie, arte vizuale).

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024.

Bibliografie

1. AKGÜNDÜZ, D. A Study on the Effectiveness of STEAM Education on Students' Academic Achievement and Scientific Creativity. In: *Academic Journal of Educational Studies*, 2021.
2. LAVICZA, Z., WEINHANDL, R., PRODROMOU, TH., ANĐIĆ, B., LIEBAN, D., HOHENWARTER, M., FENYVESI, K., BROWNELL, CH., DIEGO-MANTECÓN, J. M. Developing and Evaluating Educational Innovations for STEAM Education in Rapidly Changing Digital Technology Environments. In: *Sustainability*, 2022. vol. 14(12), pp. 7237. https://doi.org/10.3390/su14127237
3. GAULD, C. F., HUKINS, L. E. Scientific Attitudes: A Review. In: *Studies in Science Education*, 1980. 7(1).
4. JOSU, N., IMIHTEEV, E. Implementarea instrumentelor digitale moderne în procesul de soluționare a ecuațiilor algebrice și transcendente. În: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)".* Chișinău, 2022. ISBN 978-9975-76-411-7 (PDF). pp. 308-315.
5. OLEDNIC, T., ȚÎBULEAC, M. Implementarea metodelor nonformale în educația STEAM. In: *Acta et commentationes (Ştiinţe ale Educaţiei*), 2020, nr. 2(20), pp. 96-105. ISSN 1857-0623. DOI: https://doi.org/10.36120/2587-3636.v20i2.96-105
6. ISJ Iași. RO Guidebook-STEAM.pdf. 2025. [Ghid publicat online].

CZU: 37.091.3:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p409-413

ANALIZA DATELOR EDUCAȚIONALE PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚEI ȘCOLARE LA INFORMATICĂ

Tatiana VEVERIȚA, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-0798-0174 e-mail: veverita.tatiana@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău
Ilie MUȘINSCHI, doctorand, Școala Doctorală Științe ale Educației
https://orcid.org/0000-0001-7329-5995 e-mail: musinschi.ilie@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Articolul analizează rolul analizei datelor educaționale (Educational Data Analysis – EDA) ca instrument de creștere a performanței școlare la disciplina Informatică. În cadrul cercetării teoretice, sunt investigate conceptele, modelele și aplicațiile actuale din domeniile Educational Data Mining (EDM) și Learning Analytics (LA), cu accent pe potențialul acestora în personalizarea instruirii și prevenirea eșecului școlar. Sunt propuse direcții de aplicare a analizei datelor în activitatea didactică de zi cu zi, utilizând instrumente accesibile precum tabele comparative, grafice statistice, rapoarte generate de platforme educaționale și chestionare online. Studiul propune un cadru conceptual pentru integrarea sistematică a analizei datelor în predarea Informaticii, ca bază pentru viitoare cercetări empirice.
Cuvinte-cheie: Analiza datelor educaționale, informatică, învățare bazată pe date, learning analytics.

Abstract. This paper explores the use of educational data analysis as a means to improve student performance in Informatics. At this initial research stage, the study focuses on reviewing theoretical and empirical contributions in Educational Data Mining (EDM) and Learning Analytics (LA), emphasizing their role in personalized learning and dropout prevention. The paper proposes a conceptual framework for classroom implementation through accessible tools such as comparative tables, statistical charts, reports generated by educational applications, and online questionnaires. It concludes that the systematic integration of data analytics into Informatics teaching can enhance academic performance and promote a data-driven educational culture.
Keywords: educational data analysis, informatics, data-driven learning, learning analytics.

1. Introducere

Revoluția digitală în educație a creat noi oportunități pentru optimizarea procesului de predare-învățare. Informatica fiind disciplina responsabilă de formarea competențelor digitale, contribuie atât la alfabetizarea digitală a elevilor cât și la dezvoltarea gândirii algoritmice a acestora. Cu toate acestea, performanțele elevilor diferă considerabil, iar profesorii se confruntă cu dificultăți în monitorizarea progresului individual.

În acest context, analiza datelor educaționale (Learning Analytics) oferă mijloace sistematice pentru înțelegerea aprofundată a comportamentelor elevilor și a altor aspecte ale experienței de învățare, care pot fi utilizate pentru a gestiona mai eficient intervențiile educaționale. Prin colectarea și interpretarea datelor provenite din activitățile de învățare, cadrele didactice pot genera raționamente privind procesele de învățare, oferind suport pentru deciziile pedagogice care promovează o experiență de învățare diferențiată.

2. Cadrul teoretic și analiza literaturii de specialitate

Conceptul de *analiză a datelor educaționale* (LA) poate fi descris ca procesul de colectare, măsurare, analiză și raportare a datelor despre cursanți, având scopul de a îmbunătăți predarea și învățarea [1]. În același timp, analiza datelor educaționale vizează și înțelegerea și interpretarea acestor date în vederea fundamentării deciziilor pedagogice și a managementului educațional bazat pe evidențe.

În domeniul Informaticii, datele relevante pentru analiza procesului educațional pot include o gamă variată de indicatori de performanță și implicare, precum: rezultatele obținute la testări formative și sumative, activitatea desfășurată pe platforme de învățare online (de exemplu, *Moodle*, *Google Classroom*), analiza codurilor de program și a erorilor generate în timpul procesului de programare, precum și gradul de participare și contribuție în cadrul proiectelor și activităților de laborator.

În literatura de specialitate apare, de asemenea, termenul Educational Data Mining (EDM), cu referire la aplicarea tehnicilor de extracție și analiză a datelor educaționale.

Cercetătorii Long și Siemens [2] au afirmat că Educational Data Mining (EDM) se concentrează pe identificarea tiparelor ascunse în datele educaționale, folosind metode statistice și algoritmi de învățare automată, în timp ce Learning Analytics (LA) pune accentul pe interpretarea acestor informații în scopul sprijinirii deciziilor educaționale. Astfel, EDM se poziționează mai aproape de sfera tehnică, vizând descoperirea relațiilor și regularităților dintre seturile mari de date, în timp ce LA îmbină aceste descoperiri cu perspective pedagogice, pentru a înțelege și îmbunătăți procesul de predare și învățare.

Ferguson [3] a demonstrat că analiza datelor educaționale poate contribui semnificativ la identificarea elevilor aflați în risc de abandon școlar, oferind cadrelor didactice posibilitatea de a interveni timpuriu prin măsuri personalizate de sprijin. În același sens, Romero și Ventura [4] au evidențiat potențialul analizei datelor de a susține învățarea personalizată, permițând adaptarea conținuturilor și a ritmului de instruire în funcție de nevoile individuale ale elevilor.

De asemenea, studiile recente ale lui Ifenthaler și Yau [5], Manganello [6], Lampropoulos și Evangelidis [7] arată o extindere accelerată a utilizării analizei datelor în domeniile STEM, unde analiza datelor educaționale este folosită pentru monitorizarea progresului, predicția performanței și optimizarea curriculumului. Totuși, cercetările indică lipsa unor modele specifice aplicabile domeniului Informaticii la nivel preuniversitar — o lacună care limitează implementarea eficientă a abordărilor bazate pe date în contexte școlare. Această constatare subliniază necesitatea dezvoltării unor cadre metodologice specifice pentru aplicarea analizei datelor educaționale în predarea Informaticii la nivel preuniversitar. Întrucât disciplina presupune atât competențe cognitive de ordin superior (gândire algoritmică, rezolvare de probleme, abstractizare), cât și competențe tehnice concrete (scriere și testare a codurilor de program, analiză logică,

optimizare), instrumentele de tip Learning Analytics pot oferi o perspectivă integrată asupra progresului elevilor.

3. Metodologia cercetării

Lucrarea are un caracter exploratoriu, fiind fundamentată pe analiza sistematică a literaturii internaționale din ultimii 15 ani [1-15]. Au fost consultate articole din baze de date precum Google Scholar și ERIC. Criteriile de selecție au fost:

- ✓ studii care vizează aplicarea EDA/LA în domeniul Informaticii sau al disciplinelor STEM;
- ✓ cercetări sau discuții teoretice privind efectele analizei datelor asupra progresului academic al elevilor;
- ✓ modele teoretice și metodologice relevante pentru practica didactică.

4. Rezultatele și discuții

Revizuirea literaturii de specialitate evidențiază cinci direcții de cercetare în domeniul analizei datelor educaționale, fiecare contribuind în mod diferit la înțelegerea și îmbunătățirea procesului de învățare.

- *Analiza descriptivă și diagnosticarea performanței academice*. Această direcție se bazează pe colectarea și vizualizarea datelor despre progresul elevilor pentru a oferi profesorilor o imagine clară a nivelului de învățare. Date precum mediile, distribuțiile notelor și gradul de participare sunt frecvent utilizate în tabele și grafice pentru diagnosticare. Astfel de metode sunt discutate de Siemens [1], care subliniază importanța vizualizării datelor în Learning Analytics. Romero și Ventura [4] susțin că analiza descriptivă permite identificarea punctelor dificile în învățare, iar Ene și Dumitrescu [9] arată aplicabilitatea acestor instrumente în domeniul Informaticii. De asemenea, Voinea și Mureșan [15] evidențiază utilizarea tablourilor de bord interactive în monitorizarea progresului.
- *Predicția performanței*. Utilizarea algoritmilor de machine learning pentru anticiparea performanțelor școlare este tot mai prezentă în literatura de specialitate. Long și Siemens [2] discută utilizarea tehnicilor EDM pentru identificarea elevilor aflați în risc, în timp ce Ferguson [3] evidențiază aplicarea modelelor predictive în prevenirea abandonului școlar. Kalita [10] realizează o revizuire detaliată a metodelor de Educational Data Mining, inclusiv predicția performanței, iar Manganello [6] pune în lumină rolul acestora în educația STEM, domeniu în care se încadrează și informatica.
- *Instruirea personalizată*. Rezultatele analizelor pot susține adaptarea predării la nevoile fiecărui elev, sporind motivația și autonomia în învățare. Romero și Ventura [4] subliniază potențialul Learning Analytics în personalizarea conținuturilor și a ritmului instruirii. Ifenthaler și Yau [5] confirmă beneficiile acestei abordări, iar Ene

și Dumitrescu [9] propun metode specifice pentru personalizarea instruirii în informatică. Peña-Ayala [14] oferă un cadru teoretic solid privind aplicarea analizelor educaționale în sprijinirea învățării personalizate.

- *Aspecte etice și de confidențialitate*. Protejarea datelor personale și transparența în utilizarea acestora sunt condiții esențiale pentru o practică responsabilă a analizei datelor educaționale. Ferguson [3] accentuează importanța eticii în Learning Analytics, iar Kurday și Vlado [11] discută provocările legate de confidențialitate și bune practici în domeniu. Voinea și Mureșan [15] tratează aspectele etice în contextul educației românești, iar Siemens [1] subliniază necesitatea respectării consimțământului informat și a protecției datelor.
- *Aplicabilitatea în predarea Informaticii*. Analiza datelor provenite din activitățile practice de programare (număr de compilări, erori, durata execuției) și oferă o perspectivă detaliată asupra procesului de învățare al elevilor. Ene și Dumitrescu [9] detaliază aplicarea acestor analize în domeniul informaticii preuniversitare. Lampropoulos și Evangelidis [7] arată extinderea analizelor educaționale în medii virtuale STEM, incluzând și informatica. Christopoulos [8] propune un cadru teoretic pentru integrarea Learning Analytics în educația STEM, iar Molla-Esparza [13] susține impactul pozitiv al analizei datelor asupra performanței academice în discipline tehnice.

Concluzii și direcții viitoare

Literatura de specialitate evidențiază faptul că analiza datelor educaționale constituie un instrument strategic esențial pentru creșterea performanței școlare în domeniul Informaticii. Integrarea acesteia:

- ✓ facilitează implementarea învățării personalizate și a predării adaptive;
- ✓ permite identificarea la timp a elevilor care întâmpină dificultăți de învățare și oferirea măsurilor adecvate de sprijin;
- ✓ contribuie la formarea unei culturi educaționale bazate pe date și la luarea deciziilor fundamentate pe dovezi.

Având în vedere direcțiile evidențiate în cercetările existente, se formulează următoarele recomandări:

- ✓ elaborarea modelelor predictive adaptate competențelor specifice domeniului Informaticii;
- ✓ formarea cadrelor didactice în utilizarea instrumentelor de analiză a datelor educaționale;
- ✓ promovarea cooperării interdisciplinare între profesori, informaticieni și specialiști în știința datelor;
- ✓ explorarea aspectelor etice și de protecție a datelor legate de aplicarea acestor tehnologii în educație.

Bibliografie

1. SIEMENS, G. Learning analytics: The emergence of a discipline. In: *American Behavioral Scientist.*, 2013: 57(10), pp. 1380–1400.
2. SIEMENS, G., LONG, P. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. In: *EDUCAUSE Review*, 2011: 46(5), pp. 30–40.
3. FERGUSON, R. Learning analytics: drivers, developments and challenges. In: *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 2012: 4(5-6), pp. 304–317.
4. ROMERO, C., VENTURA, S. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2020: 10(3).
5. IFENTHALER, D., YAU, J. Y.-K. Utilising Learning Analytics for Study Success: Reflections on Current Empirical Findings. In: *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 2020, 15(1), 4.
6. MANGANELLO, F. Scoping Review on the Role of Learning Analytics in STEM Education. In: *Journal of Learning Analytics*, 2025, 12(4), pp. 1–15.
7. LAMPROPOULOS, G., EVANGELIDIS, G. Learning Analytics and Educational Data Mining in Augmented Reality, Virtual Reality, and the Metaverse: A Systematic Literature Review, Content Analysis, and Bibliometric Analysis. In: *Applied Sciences.*, 2025, 15(2), 971.
8. CHRISTOPOULOS, A. A Learning Analytics Theoretical Framework for STEM Education Virtual Reality Applications. In: *Education Sciences*, 2020, 10(11), 317.
9. ENE, M., DUMITRESCU, D. Utilizarea datelor educaționale în proiectarea instruirii asistate de calculator în domeniul Informaticii. In: *Studii și Cercetări de Informatică Aplicată*, 2021, 29(3), pp. 57–68.
10. KALITA, E. Educational Data Mining: A 10-Year Review. In: J*ournal of Educational Data Mining*, 2025, 17(1), pp. 1–25.
11. KURDAY, M., VLADO, G. Learning Analytics and Educational Data Mining Applications: Bibliometric and ChatGPT-Based Analysis of Research Publications from 2014 to 2023. In: *Journal of Educational Data Mining*, 2025, 17(2), pp. 26–40.
12. LARRABEE SØNDERLUND, A., HUGHES, E., SMITH, J. The Efficacy of Learning Analytics Interventions in Higher Education: A Systematic Review. In: *British Journal of Educational Technology*, 2019, 50(5), pp. 2594–2618.
13. MOLLA-ESPARZA, C. Applications of Learning Analytics in the Study of Academic Performance. In: J*ournal of Learning Analytics*, 2025, 12(3), pp. 45–60.
14. PEÑA-AYALA, A. Learning Analytics: Fundamentals, Applications, and Trends. In: *Springer International Publishing*, 2018.
15. VOINEA, R., MUREȘAN, M. Aplicarea analizelor educaționale în învățământul superior românesc: oportunități și provocări. In: *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 2022: 14(2), pp. 45–61.

Section III.

Implementation of inter /transdisciplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept)

Secția III.

Implementarea inter/transdisciplinarității în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM)

CZU: 37.016:53:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p415-419

PROVOCĂRI ȘI BARIERE ÎN PROCESUL DE INTEGRARE A TEHNOLOGIEI ÎN PREDAREA FIZICII ÎN PARADIGMA STEAM

Olga BALMUȘ, doctorandă, profesoară de fizică
https://orcid.org/0009-0003-1415-2398
e-mail: balmusolga5@gmail.com
Instituția Publică Liceul Teoretic „Petre Ștefănucă” or. Ialoveni

Rezumat. Dezvoltarea rapidă a tehnologiei și schimbările profunde în societate determină transformări majore în educație. Integrarea tehnologiei în procesul de predare-învățare în paradigma STEAM nu mai este un simplu deziderat, ci o condiție esențială pentru formarea competențelor necesare secolului XXI. Totuși, acest proces este marcat de un ansamblu complex de bariere epistemologice, pedagogice, tehnologice și organizaționale. În acest articol sunt analizate critic provocările asociate integrării tehnologiei în predarea fizicii, o disciplină cu un potențial deosebit pentru a construi punți între științe, inginerie, arte și matematică. Textul propune o perspectivă teoretică, argumentată, asupra factorilor care influențează eficiența procesului de integrare a tehnologiei și asupra implicațiilor acestora pentru arhitectura educațională contemporană.
Cuvinte cheie: educație STEAM, integrarea tehnologiei, predarea fizicii, bariere epistemologice, inovație educațională.

Abstract. The rapid development of technology and profound societal changes are driving major transformations in education. Integrating technology into the teaching and learning process within the STEAM paradigm is no longer merely an aspiration but an essential condition for developing the competencies required in the 21st century. However, this process is shaped by a complex set of epistemological, pedagogical, technological, and organizational barriers. This article critically examines the challenges associated with integrating technology into physics teaching—a discipline with exceptional potential to build bridges between science, engineering, the arts, and mathematics. The text offers a theoretically grounded perspective on the factors influencing the effectiveness of technology integration and on their implications for contemporary educational architecture.
Keywords: STEAM education, technology integration, physics teaching, epistemological barriers, educational innovation.

Introducere

Educația STEAM este recunoscută astăzi drept unul dintre cele mai relevante modele pentru o școală care se dorește conectată la lumea reală, la știință, la progres tehnologic și la nevoile viitorului. Ea nu se limitează la o simplă integrare disciplinară, ci presupune o schimbare profundă de paradigmă: trecerea de la acumularea fragmentată de informații la construirea unui sistem de înțelegere transdisciplinar, în care conceptele științifice, matematice, tehnologice și artistice converg într-o învățare cu sens. În acest context, fizica are un rol esențial. Este una dintre puținele discipline care oferă explicații fundamentale asupra lumii naturale, fiind o veritabilă „coloană vertebrală” pentru activitățile STEAM. Predarea ei oferă oportunități unice de a construi conexiuni între teorie și aplicabilitate, între cunoaștere abstractă și realitate concretă.

Dezvoltarea paradigmei STEAM în educația contemporană nu este rezultatul unei simple mode pedagogice, ci expresia unei schimbări epistemologice profunde în modul în care societatea produce și valorifică cunoașterea. Așa cum în secolele trecute fragmentarea disciplinară a fost răspunsul firesc la creșterea exponențială a volumului de informații științifice, astăzi, fenomenul invers — convergența domeniilor — devine o necesitate. Lumea reală nu este structurată pe discipline separate, ci pe fenomene complexe, cu multiple interconexiuni. În acest context, abordarea monodisciplinară, încă dominantă în sistemele educaționale tradiționale, nu mai corespunde nevoilor de formare ale elevilor secolului XXI [8,9].

Educația STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) oferă o perspectivă transdisciplinară asupra învățării, punând accent pe integrarea conceptelor și pe dezvoltarea competențelor transferabile. Integrarea tehnologiei nu reprezintă aici un adaos decorativ, ci un element constitutiv al procesului de construcție a cunoașterii. Prin intermediul tehnologiei, elevii pot explora fenomene fizice într-un mod interactiv, pot colecta și interpreta date, pot construi modele și soluții, devenind astfel participanți activi în procesul de învățare. Fizica, prin natura ei, oferă un teren fertil pentru acest tip de învățare: legile sale pot fi observate, măsurate, simulate, puse în relație cu ingineria și arta, oferind o imagine coerentă asupra lumii.

Cu toate acestea, între potențialul teoretic al educației STEAM și realitatea implementării există un decalaj vizibil. Literatura de specialitate și documentele strategice [4,10] semnalează faptul că integrarea tehnologiei în educația științelor este adesea blocată de un ansamblu complex de bariere. Aceste bariere se manifestă simultan, la nivel epistemologic, pedagogic, tehnologic și organizațional, formând un sistem interdependent de constrângeri.

O primă barieră, și poate cea mai profundă, este cea de natură epistemologică. Sistemele educaționale rămân structurate în jurul unei logici disciplinare fragmentate. Fizica este predată ca o disciplină separată, cu structuri conceptuale închise, în care accentul cade pe transmiterea de formule, algoritmi și rezolvări standard, mai degrabă decât pe explorarea fenomenelor în interconexiune cu alte domenii. Această rigiditate conceptuală limitează posibilitatea de integrare naturală a tehnologiei în procesul didactic și reduce deschiderea către abordări transdisciplinare [11]. În asemenea contexte, tehnologia rămâne la nivel de instrument auxiliar, nu devine un mediu cognitiv de construcție a sensului.

A doua categorie de bariere este cea pedagogică, legată de modul în care profesorii se raportează la procesul de învățare. În paradigma STEAM, profesorul nu mai este doar transmițător de informații, ci proiectant al experienței de învățare, facilitator al gândirii critice și ghid al procesului de explorare. Această schimbare de rol nu este nici simplă, nici rapidă. Formarea inițială a cadrelor didactice rămâne predominant teoretică, iar formarea

continuă nu oferă întotdeauna competențele necesare pentru proiectarea activităților transdisciplinare sau utilizarea critică a tehnologiei [7]. De asemenea, cultura profesională a multor școli este dominată de reticență față de inovație, de teama de a greși și de lipsa unor modele pedagogice clare care să arate cum poate fi integrată tehnologia în mod semnificativ.

O a treia barieră este cea tehnologică. Accesul inegal la infrastructură digitală, lipsa interoperabilității platformelor educaționale, absența suportului tehnic și discrepanțele majore între școli din mediul urban și cel rural creează o realitate inechitabilă. Chiar și în instituțiile unde există echipamente moderne, utilizarea lor este adesea superficială, limitată la prezentări frontale sau la activități fără relevanță directă pentru procesul de învățare. În loc să faciliteze dezvoltarea competențelor științifice, tehnologia devine o barieră suplimentară [6].

Barierele organizaționale și culturale constituie un cadru structural dificil de modificat. Planurile-cadru rigide, lipsa spațiului real pentru colaborare interdisciplinară, lipsa unei culturi instituționale favorabile inovării și concentrarea excesivă pe evaluări standardizate reduc semnificativ potențialul transformator al tehnologiei [5]. Profesorii sunt adesea prinși într-un sistem care recompensează conformismul, nu inițiativa. Fără sprijin organizațional și politici clare care să stimuleze inovația pedagogică, integrarea tehnologiei rămâne o inițiativă individuală, nu o mișcare sistemică.

Analiza acestor patru dimensiuni relevă faptul că barierele nu acționează izolat, ci se potențează reciproc. Tabelul 1 oferă o sinteză structurată a acestor categorii de bariere, ilustrând natura lor și posibile piste de acțiune.

Tabelul 1. Tipologia barierelor în procesul de integrare a tehnologiei în predarea fizicii în paradigma STEAM

Tip barieră	Descriere generală	Exemple concrete în predarea fizicii	Posibile direcții de intervenție
Epistemologică	Curriculum rigid, organizat pe compartimente disciplinare, cu accent pe transmiterea conținuturilor și mai puțin pe conexiuni interdisciplinare.	Predarea izolată a conceptelor de mișcare, energie sau electricitate fără legături cu alte domenii.	Revizuirea curriculară, promovarea integrării transdisciplinare, abordări centrate pe probleme reale.
Pedagogică	Lipsa competențelor transdisciplinare, a modelelor didactice STEAM și a experiențelor de proiectare bazate pe tehnologie.	Profesorii nu utilizează activități interactive sau proiecte care să integreze tehnologia cu obiectivele lecției.	Formare continuă axată pe competențe STEAM, sprijin metodologic, comunități de practică între cadre didactice.
Tehnologică	Acces inegal la infrastructură, lipsa suportului tehnic și a interoperabilității platformelor educaționale.	Utilizarea superficială sau simbolică a echipamentelor; lipsa conectivității stabile; dotări neuniforme între școli.	Investiții țintite, partajarea resurselor între instituții, suport tehnic specializat și actualizări periodice.

Organizațională și culturală	Structuri instituționale rigide, lipsă de colaborare între discipline și rezistență la schimbare în cultura organizațională.	Lipsa orarului flexibil, dificultăți în implementarea proiectelor interdisciplinare, percepția tehnologiei ca „supliment”.	Politici instituționale flexibile, încurajarea colaborării între profesori, cultivarea unei culturi pedagogice inovatoare.

Analiza prezentată arată că barierele identificate nu pot fi tratate ca fenomene izolate. Ele formează un sistem interdependent în care rigiditățile epistemologice alimentează barierele pedagogice, lipsa competențelor reduce eficiența tehnologiei, infrastructura deficitară blochează inițiativele inovatoare, iar cultura organizațională conservatoare descurajează colaborarea. Pentru ca tehnologia să devină un motor real al transformării educaționale**,** este necesară o abordare sistemică, coerentă, care să acționeze simultan asupra tuturor acestor paliere.

Concluzii

Integrarea tehnologiei în predarea fizicii în paradigma STEAM reprezintă un proces mult mai complex decât simpla utilizare a unor echipamente sau platforme digitale. Este vorba despre o transformare profundă a modului în care înțelegem actul educațional, de la nivel epistemologic până la nivel organizațional. Analiza prezentată în acest articol scoate în evidență faptul că barierele care afectează acest proces nu sunt izolate, ci interdependente și se manifestă simultan pe mai multe niveluri.

1. La nivel epistemologic**,** predarea fizicii rămâne ancorată în structuri curriculare rigide, care privilegiază transmiterea de conținut în detrimentul conectării acestuia cu alte domenii și al construirii de sens. Această abordare îngreunează integrarea tehnologiei într-o manieră transdisciplinară, așa cum cere paradigma STEAM.
2. La nivel pedagogic**,** formarea și sprijinirea profesorilor reprezintă un factor-cheie. Lipsa competențelor didactice specifice educației STEAM, a experiențelor de proiectare transdisciplinară și a modelelor de bune practici limitează capacitatea de a transforma tehnologia într-un instrument de învățare autentic.
3. La nivel tehnologic**,** infrastructura inegală și accesul diferențiat la resurse digitale afectează echitatea și sustenabilitatea procesului de integrare. Chiar și atunci când resursele există, lipsa suportului tehnic și a interoperabilității platformelor poate transforma tehnologia într-o barieră în sine.
4. La nivel organizațional și cultural**,** sistemul educațional actual oferă puțin spațiu pentru inovare, colaborare interdisciplinară și experimentare pedagogică. Lipsa unei culturi instituționale favorabile schimbării reduce semnificativ impactul potențial al tehnologiei asupra procesului de învățare.

În lumina acestor constatări, devine evident că integrarea tehnologiei în predarea fizicii în paradigma STEAM nu poate fi tratată punctual, prin intervenții izolate. Este

nevoie de o abordare sistemică și coerentă**,** care să includă: revizuirea curriculumului, dezvoltarea competențelor profesorilor, investiții inteligente în infrastructură și, mai ales, construirea unei culturi educaționale deschise și inovatoare**.**

Prin natura ei, fizica are capacitatea de a deveni un nucleu integrator al abordărilor STEAM, tocmai datorită potențialului său explicativ și aplicativ. Valorificarea acestui potențial presupune, însă, depășirea barierelor identificate și construirea unei viziuni strategice comune între factori de decizie, profesori, elevi și comunitate. Numai în acest fel tehnologia va putea fi transformată dintr-un simplu instrument într-un motor real al transformării educaționale**.**

Bibliografie

1. BRUNER, J. *The Culture of Education*. Cambridge: Harvard University Press, 1996. 224 p. ISBN 0-674-179536. https://www.researchgate.net/publication/259791720_The_Culture_of_Education_by_Jerome_Bruner [accesat 10.10.2025].
2. CABAC, V. Gândirea computațională ca scop al instruirii la informatică. *Acta et commentationes (Științe ale Educației)*, 2021. nr. 2(24), pp. 7–20, ISSN 1857-0623.
3. DUMBRĂVEANU, R. *Inovații educaționale în predarea științelor reale*. Chișinău: CEP USM, 2021, ISBN: 978-9975-152-48-8.
4. EUROPEAN COMMISSION. *Science Education for Responsible Citizenship*. Bruxelles: European Commission, 2022, ISSN 1831-9424.
5. FULLAN, M. *The New Meaning of Educational Change*. New York: Teachers College Press, 2016. ISBN: 0807774030.
6. HIDI, S., RENNINGER, K. A. *The Power of Interest for Motivation and Engagement*. New York: Routledge, 2016. ISBN 9781315771045.
7. MISHRA, P., KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. In: *Teachers College Record*, 2006. https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf [accesat 10.10.2025].
8. OECD. *Future of Education and Skills 2030*. Paris: OECD Publishing, 2021. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills_5424dd26/54ac7020-en.pdf [accesat 08.10.2025].
9. PIAGET, J. *Psychology and Epistemology*. London: Penguin, 1972. ISBN-13: 978-0670003624.
10. UNESCO. *Transforming Education through STEAM*. Paris: UNESCO, 2023. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387163 [accesat 08.10.2025].
11. VÁZQUEZ, Á., MANASSERO, M. A. Transdisciplinarity in Science Education. *Science Education International*, 2019. vol. 30, nr. 3, pp. 185–191. ISSN 1648–3898.

CZU: 371.26:53 DOI: DOI: 10.46727/c.steam-2025.p420-426

EVALUAREA CURRICULUMULUI SCRIS VIS-A-VIS DE EVALUAREA CURRICULUMULUI PREDAT/IMPLEMENTAT LA FIZICĂ

Viorel BOCANCEA, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-7055-678X
e-mail: vibocancea@gmail.com
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
Victor CIUVAGA, profesor de fizică
https://orcid.org/0000-0003-2020-584X
e-mail: vciuvaga1971@gmail.com
Instituția Publică Liceul Teoretic „Constantin Stere”, or. Soroca

Rezumat. Reforma învățământului general în Rpublica Moldova a ajuns la etapa evaluării ediției a IV - a a Curriculumului școlar. A fost evaluat curriculumul scris de către experți, dar și de cadre didactice, cadre mănăgeriale, elevi și părinți. În premieră se evaluează curriculumul predat/implementat de către profesorii monitori. Prezintă interes corelarea dintre aceste două evaluări, metodele utilizate și rezultatele obținute. Ambele evaluări oferă informații prețioase profesorilor practicieni, autorilor de manuale și auxiliare și conceptorilor de curriculum.
Cuvinte cheie: evaluare, curriculum scris, curriculum predat.

Abstract. The reform of general education in the Republic of Moldova has reached the stage of evaluating the 4th edition of the School Curriculum. The curriculum written by experts was evaluated, as well as by teachers, administrators, students and parents. For the first time, the curriculum taught/implemented by monitor teachers is evaluated. The correlation between these two evaluations, the methods used and the results obtained is of interest. Both evaluations provide valuable information to practicing teachers, authors of textbooks and aids and curriculum designers..
Keywords: evaluation, written curriculum, taught curriculum.

Introducere

Reforma învățământului general în Rpublica Moldova a ajuns la etapa evaluării ediției a IV -a a Curriculumului școlar. Ca și în 2018, a fost evaluat curriculumul scris de către experți, dar și de cadre didactice, cadre mănăgeriale, elevi și părinți [1]. În premieră se evaluează curriculumul predat/implementat de către profesorii monitori. Prezintă interes corelarea dintre aceste două evaluări, metodele utilizate și rezultatele obținute.

Metode şi materiale aplicate

Evaluarea curriculumului scris a fost realizată prin aplicarea a trei metode principale:

- Analiza de conținut – pentru coerența dintre competențe, conținuturi și produse de învățare.
- Evaluarea prin expertiză – pentru estimarea validității, fidelității și aplicabilității unităților de competență.

- Matricea de asociere unități de competență - competențe specifice (UC–CS) – evaluare cantitativă și calitativă pe scala 3–2–1.

Datele obținute au fost sintetizate și comparate transversal pentru a oferi o imagine integratoare a curriculumului.

Cercetătorii – monitori au adaptat metodologia de monitorizare operațională a funcționării curriculumului [2] la particularitățile disciplinei Fizica și au elaborat Registrul de monitorizare a curriculumului predat la această disciplină. De rând cu acestea au fost aplicate instrumente de evaluare/monitorizare a produselor curriculare (chestionare) pentru cadrele didactice, cadre manageriale, elevi și părinți.

Rezultate obținute

În rezultatul evaluării Curriculumului la disciplina FIZICA.ASTRONOMIE [3] de către experți au fost aplicate următoarele metode și instrumente, în acord cu Metodologia de evaluare a curriculumului în învățământul general (2025):

- Analiza de conținut — pentru verificarea coerenței UC–CS–activități–conținuturi.
- Metoda evaluării prin expertiză — apreciere calitativă și strategică.
- Matricea de asociere — evaluare explicită a gradului de contribuție a fiecărei UC la formarea fiecărei CS.
- Triangulația surselor: Curriculum național (2019), Ghid de implementare (2019), Metodologia de evaluare (2025).
- Referință la bune practici europene privind evaluarea competențelor STEM.

  Scala de evaluare utilizată:

  3 — corelare mare: UC contribuie direct și substanțial la formarea CS.

  2 — corelare medie: UC contribuie parțial, complementar.

  1 — corelare slabă: UC contribuie marginal.

În continuare vom prezenta unele rezultate ale evaluării curriculumului scris, obținute prin utilizarea diferitelor metode de evaluare.

Evaluarea activităților de învățare și produselor școlare după criteriul relevanței activităților de învățare în raport cu unitățile de competență

Componenta „Activități de învățare și produse școlare” vizează analiza calității activităților de învățare și a produselor școlare recomandate în cadrul curriculumului. În centrul acestui raport se află relevanța activităților de învățare în raport cu unitățile de competență, criteriu care reflectă gradul de integrare a experiențelor educaționale cu obiectivele curriculare stabilite (Tabelul 1).

Tabelul 1. Relevanța activităților de învățare în raport cu UC:

Capitol	UC analizate	Activități de învățare recomandate	Grad de relevanță (1–3)	Comentarii și exemple
1. Cinematica	12	Observarea mișcărilor reale, experimente, aplicații cotidiene	3	Activități variate și contextualizate; stimulare

				cognitivă prin observație și modelare
2. Dinamica	17	Simulări, analogii, experimente cauză–efect	3	Corelare directă cu UC; dezvoltă gândire critică și aplicativă
3. Impulsul și energia	9	Proiecte tematice, diagrame, experimente virtuale	2	Activități utile, dar uneori generale; potențial de aprofundare
4. Statica	9	Modele fizice, analiza echilibrului în construcții reale	2	Oportunități de extindere cu activități inginerești și tehnologice
5. Oscilații și unde	15	Observarea rezonanței, măsurări, experimente sonore	3	Activități interactive, bine corelate cu UC și realitatea fizică

Constatări calitative:

- Relevanță ridicată în 3 din cele 5 capitole.
- Activitățile sunt aliniate în proporție de peste 80% cu competențele vizate.
- Există carențe în capitolele Statica și Energia.
- Lipsa diferențierii activităților pentru niveluri de performanță.
- Interdisciplinaritatea este insuficient exploatată, cu excepția Oscilațiilor.

Concluzii privitor la relevanța activităților de învățare:

- Curriculumul conține activități de învățare bine corelate cu unitățile de competență.
- Activitățile sunt formative, contextualizate și centrate pe elev.
- Există decalaje între capitole; unele oferă mai puține exemple aplicate.
- Lipsa diferențierii activităților poate reduce eficiența învățării.

Recomandări privitor la relevanța activităților de învățare:

1. Completarea activităților în capitolele cu relevanță medie prin scenarii autentice și proiecte interdisciplinare.
2. Dezvoltarea unui set de activități diferențiate pe niveluri cognitive.
3. Crearea unui compendiu de bune practici didactice.
4. Includerea evaluării activităților prin integrarea produselor școlare în feedback formativ.
5. Corelarea activităților cu cerințele STEAM.

Monitorizarea procesului de predare-învățare-evaluare realizat în baza curriculumului predat/implementat a fost realizată de cercetătorii-monitori și cadrele didactice-monitori care au pus accent pe monitorizarea funcționalității Curricula la disciplina Fizica, inclusiv pe Ghidul metodologic de implementare a Curriculumului la Fizică [4], pe manuale și alte produse curriculare, dar și pe strategiile aplicate de cadrele didactice la lecții. Monitorizarea și evaluarea au vizat structura unității de învățare, conexiunile dintre unitățile de competențe - unitățile de conținut - activitățile și produsele de învățare recomandate, dar și corelațiile dintre conținuturi și contexte.

După predarea fiecărei teme cadrele didactice monitori au fixat părțile forte, părțile vulnerabile și dificultățile apărute în procesul de învățare, răspunzând la un șir de întrebări (Tabelul 2). Totodată cadrele didactice – monitori au comentat și au înaintat sugestii de diminuare a deficiențelor stabilite.

Tabelul 2. Rezultatele monitorizării curriculumului predat/implementat la disciplina Fizica în clasa a 6-a, unitatea de învățare „Fenomene termice"

Nr.	Întrebarea	Monitor 1	Monitor 2
1	Cât de accesibil e conținutul?	Limbajul utilizat este științific, dar în unele secțiuni este prea tehnic pentru nivelul clasei a VI-a: pag.48: "Până în 2019, un Kelvin era definit ca 1/273,16 din temperatura absolută a punctului triplu al apei, în care apa coexistă în cele trei stări de agregare. În prezent, Kelvinul se definește prin câteva constante fundamentale" sau prea general, ar fi bine de concretizat: de exemplu, la pagina 44, secțiunea "Informează-te și reține", aliniatul doi și trei.Definiția mărimii fizice "temperatură" propusă la pag.48, poate fi confundată cu mărimea fizică "căldură"	Conținutul este prezentat într-un limbaj accesibil, ușor de înțeles pentru elevii de clasa a șasea. Folosește exemple ilustrative din viața de zi cu zi (de exemplu, explicarea dilatării termice), comparații, ilustrații și experimente simple pentru a îmbunătăți înțelegerea. Cu toate acestea, unii termeni (de exemplu, „anomalia termică a apei") pot necesita explicații suplimentare pentru elevii de clasa a șasea.
2	Cât de actual și atractiv e conținutul?	Materialul este atractiv, dar cred că ar trebui de trecut la imagini cum le face IA, adică într-un format, animație. Și respectiv alături să fie descrierea imaginii plasate la subiect ținând cond de conceptele fizice.	Subiectele sunt relevante deoarece fenomenele termice apar în viața de zi cu zi: • Încălzire și răcire – fierberea apei, răcirea băuturilor, funcționarea unui frigider. • Stări ale apei – ploaie, zăpadă, gheață, evaporarea apei. • Dilatare pe timpul verii – fisuri în asfalt, instalarea de poduri și linii de cale ferată cu spațiu, asigurarea de bucle în țevi pentru a preveni deformarea acestora în timpul dilatării. • Termometre și măsurarea temperaturii – cunoștințe utile pentru sănătate și siguranță. Relevanța conținutului depinde de materialul prezentat. Manualul include: - Lucrări de laborator, permițând elevilor să vadă fenomenele termice prin exemple. - Întrebări de discuție pentru a reflecta. - Proiecte STEAM, unde elevii pot efectua cercetări. Cu toate acestea, interesul poate scădea dacă lecțiile sunt pur teoretice. Pentru a crește motivația, merită să se utilizeze videoclipuri

			(linkuri), experimente (linkuri) și exemple din viața reală. Conținutul este relevant; interesul depinde de modul în care este prezentat materialul.
3	Activitățile din manual sunt suficiente pentru realizarea obiectivelor?	Activitățile din manual nu sunt suficiente. Este nevoie de caietul elevului sau culegerea de probleme, fișe cu rezolvarea diferitor situații-problemă.	Sunt necesare materiale suplimentare atât pentru elevii mai slabi, cât și pentru un studiu mai aprofundat al subiectului. 4.1. Includeți sarcini simple care să compare proprietățile solidelor, lichidelor și gazelor. 4.2. Adăugați o sarcină pentru a trasa un grafic al modificărilor temperaturii corpului în diferite condiții (de exemplu, la soare și la umbră). 4.3. Adăugați întrebări pentru analiza graficului (de exemplu, „De ce scade temperatura mai repede în primele minute?”). 4.4. Adăugați o sarcină pentru a găsi exemple de dilatare termică în viața de zi cu zi (de exemplu, poduri, șine). 4.5. a) Adăugați un șablon pentru completarea unui „pașaport pentru termometre”. b) Includeți o sarcină pentru a compara diferite tipuri de termometre (cu mercur, digitale, cu infraroșu).
4	Manualul asigură învățarea activă și interactivă a elevilor?	Asigură: prin rubricile: ”Expune-ți părerea”, ”Observă și descoperă”, ”Exemple din viața cotidiană”, ”Cercetează”	Sunt incluse proiecte STEAM, discuții și experimente, care încurajează învățarea activă.
5	Câte % din elevi au fost activi?	60%	În medie, aproximativ 60-80% dintre elevi sunt activi, în special în exercițiile practice și discuțiile. Cu toate acestea, 20-40% dintre elevi pot rămâne pasivi fără o motivație suplimentară.
6	Câte % au însușit tema?	80%	Majoritatea elevilor (70-85%) stăpânesc subiectul, dar studenților mai slabi li se pot oferi explicații și materiale suplimentare. Unii elevi au nevoie de mai multă practică și materiale vizuale. Dacă subiectul este abordat doar teoretic, este posibil ca unii studenți să nu înțeleagă legăturile dintre fenomene
7	Este nevoie de materiale didactice complementare (caietul elevului, fișe, etc.)	Este nevoie de materiale suplimentare pentru a lucra diferențiat.	Pentru a consolida subiectul, sunt necesare materiale suplimentare: - caiete de laborator, fișe cu probleme, fișe cu alte exemple și teste. - videoclipuri și simulări digitale, experimente, exemple din viața reală.
8	Reușiți să realizați activitățile de învățare și exercițiile din manual?	Depinde de nivelul clasei de elevi. Au rămas probleme nerezolvate din manual, deoarece am folosit culegerea de probleme.	Da, majoritatea temelor pot fi finalizate folosind manualul.

9	Reușiți să realizați învățarea individuală a diferitor categorii de elevi?	Nu la toate lecțiile din modul.	Parțial. Manualul conține materiale teoretice și teme de bază, dar este conceput pentru un elev mediu. • Elevii mai slabi pot beneficia de explicații suplimentare, exerciții mai simple și recapitularea materialului. Elevii mai buni pot beneficia de probleme suplimentare dificile, proiecte de cercetare și experimente aprofundate.
10	Câte % din elevi reușiți să evaluați?	În timpul unei lecții pot reuși să evaluezi 30% din elevi. În cazul evaluării formative, sumative, lucrării de laborator îi evaluez pe toți, adică 100%	Manualul permite evaluarea majorității elevilor (80–90%). (Unii elevi pot să nu participe la discuții sau să nu urmărească lucrarea. Alții necesită timp suplimentar pentru a înțelege materialul.) Cu toate acestea, pentru o acoperire completă, este necesar să se utilizeze o varietate de metode de evaluare. Utilizați o varietate de metode de evaluare: teste, observații, mini-experimente. Includeți răspunsuri cu variante multiple de răspuns (desene, diagrame).
11	Cât de motivați sunt elevii pentru studierea subiectului dat?	Motivul: observarea și aplicarea în cotidian a fenomenului de inerție, a noțiunii de densitate.	Motivația este medie. Interesul crește atunci când se efectuează experimente, se utilizează instrumente digitale și se discută exemple similare. Cu toate acestea, pentru o motivație susținută, este util să se includă suplimentar metode interactive.

Din analiza răspunsurilor furnizate de cei doi monitori reiese un tablou convergent: curriculumul pentru unitatea „Fenomene termice” este, în ansamblu, bine conceput și oferă exemple concrete din viaţa cotidiană care facilitează înțelegerea, dar prezintă puncte slabe punctuale ce limitează accesibilitatea pentru clasa a VI-a. Astfel, pe de o parte, rubrica de activare („Observă și descoperă”, „Expune-ți părerea”) susține învățarea activă; pe de altă parte, unele definiţii și noţiuni (pag. 44, pag. 48) sunt formulate prea tehnic și pot genera confuzii (de exemplu, diferenţierea între „temperatură” și „căldură”). Monitorii confirmă că activitatea elevilor în lecţii variază între 60–80% și că nivelul mediu de însușire atinge circa 75%. Monitorii subliniază necesitatea extinderii pachetului de materiale auxiliare (caiete de laborator, fișe de lucru diferențiate și culegeri de probleme) şi recomandă introducerea unor instrumente formative ușor aplicabile (mini-taskuri, rubrici rapide) pentru a crește acoperirea evaluativă din timpul lecției.

Concluzii în baza analizei efectuate de profesorii monitori:

1. Evaluarea curriculumului predat confirmă relevanţa şi aplicabilitatea temelor din unitatea „Fenomene termice”, însă implementarea eficientă depinde de accesul la materiale didactice complementare şi de strategiile formative aplicate de profesori.
2. Deficienţele identificate sunt concentrate în trei direcţii:
   (a) claritate terminologică în anumite pasaje,
   (b) insuficienţa materialelor pentru diferenţiere și
   (c) acoperirea limitată a evaluării formative în timpul lecției.

Propuneri pentru conceptorii de curriculum și autorii de manuale și auxiliare

1. Revizuirea pasajelor tehnice (pag. 44 şi 48) și introducerea unui glossar cu definiții clare destinate clasei a VI-a.
2. Elaborarea şi distribuirea unui pachet complementar: caiet de laborator, fișe diferențiate (3 nivele), culegere de probleme (nivel mediu și nivel aprofundare).
3. Implementarea unor instrumente formative ușor aplicabile: mini-taskuri (1–3 min), rubrici 3-criterii, teste rapide online la sfârșitul lecției.
4. Dezvoltarea de materiale multimedia (imagini/ animaţii verificate ştiinţific) și instructive pentru profesori privind utilizarea lor.
5. Standardizarea registrului de monitorizare și pregătirea unui scurt ghid pentru monitori (inclusiv modul de calcul al procentelor raportate).
6. Organizarea de sesiuni practice de formare pentru profesori pe tema diferențierii și evaluării formative.

Concluzii

Evaluarea curriculumului predat/implementat oferă informații utile în primul rând pentru cadrele didactice, implicate în procesul de implementare a curriculumului scris. Sugestiile profesorilor monitori servesc la îmbunătățirea procesului de predare-învățare-evaluare și sunt adresate direct profesorilor practicieni.

Evaluarea curriculumului predat/implementat vine să completeze evaluarea experților a curriculumului scris și oferă sugestii autorilor de manuale și auxiliare și conceptorilor de curriculum.

Bibliografie

1. BUCUN, N., GUȚU, V., GHICOV A. [et al.] *Evaluarea curriculumului școlar*: Ghid metodologic. Chișinău: Lyceum, 2017. 76 p. ISBN 978-9975-3157-5-3.
2. GUȚU, V., ȚURCANU, C., ȘEVCIUC, M. *Monitorizarea curriculumului școlar: concept și metodologie.* Chișinău: [S.n], 2024 (CEP USM). 101 p. ISBN 978-9975-62-720-7.
3. MECC al RM. CUTASEVICI, A., CRUDU, V., PĂGÎNU, V. (coord.) *Fizică. Astronomie*: Curriculum naţional: Clasele 10-12: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare. grupul de lucru: Viorel Bocancea (coordonator)[et al.]. Chişinău: Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 144 p. ISBN 978-9975-3437-4-9.

CZU: 51:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p427-432

DESPRE APLICAREA MATEMATICII LA REZOLVAREA PROBLEMELOR DE FIZICĂ

Vitalie CHISTOL, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-4761-5892
e-mail: vitalie.chistol@astro.utm.md
Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. În articol se evidențiază rolul esențial al matematicii ca instrument de analiză și interpretare a fenomenelor fizice. Printr-un exemplu concret de problemă se demonstrează, modul în care conceptele matematice permit formularea, rezolvarea și verificarea legilor fizicii. Lucrarea subliniază importanța gândirii logice și a rigurozității matematice în înțelegerea fenomenelor naturale, demonstrând că matematica nu este un scop în sine, ci un limbaj universal care face posibilă explicarea coerentă a lumii fizice.
Cuvinte cheie: fizica, matematica, rezolvarea problemelor.

Abstract. The article highlights the essential role of mathematics as a tool for analyzing and interpreting physical phenomena. Through a concrete example of a problem, it demonstrates how mathematical concepts allow the formulation, solution, and verification of the laws of physics. The paper emphasizes the importance of logical thinking and mathematical rigor in understanding natural phenomena, showing that mathematics is not an end in itself, but a universal language that makes it possible to coherently explain the physical world.
Keywords: physics, mathematics, problem solving.

Introducere

La rezolvarea problemelor de fizică, matematica trebuie concepută nu numai ca un instrument indispensabil oricărei științe, dar și ca o metodă de cercetare și de dezvoltare a gândirii creatoare [1]. Matematica reprezintă limbajul prin care fizica își exprimă legile și modelele, oferind instrumentele necesare pentru descrierea, analiza și predicția fenomenelor naturale. Încă din cele mai vechi timpuri, conexiunea dintre matematică și fizică a fost una esențială: de la formularea legilor lui Newton, până la dezvoltarea teoriei relativității și a mecanicii cuantice, conceptele matematice au permis transformarea observațiilor calitative în relații cantitative riguroase. Aplicarea matematicii în rezolvarea problemelor de fizică nu se reduce doar la efectuarea de calcule, ci presupune un proces de modelare – transformarea unei situații reale într-un sistem de ecuații care descrie comportamentul său. Prin aceasta, elevii și cercetătorii dobândesc o înțelegere mai profundă a legilor naturii, dezvoltând totodată gândirea logică și capacitatea de a raționa științific. În prezent, interdisciplinaritatea dintre matematică și fizică devine tot mai evidentă, fiind o bază indispensabilă pentru progresul tehnologic și științific al societății moderne. În cele ce urmează vom da un exemplu de aplicare a matematicii la rezolvarea unei probleme concrete de fizică.

Model de problemă rezolvată

Vom da un exemplu de aplicare a matematicii la rezolvarea următoarei probleme: Un corp este aruncat cu viteza v_0 sub un unghi α față de orizont de la înălțimea h_0 de la baza unui plan înclinat sub un unghi $\varphi = 45^0$ față de orizont (fig. 1). Pentru ce valoare a unghiului α, după o ciocnire elastică cu planul corpul se va ridica la înălțimea maximă? Aplicație: h_0 = 10 m; v_0 = 20 m/s; g = 10 m/s^2.

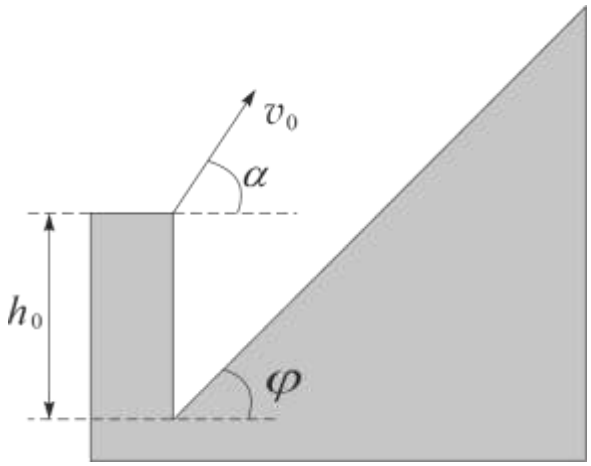


Figura 1. Aruncarea corpului pe un plan înclinat

Pentru a obține ecuația traiectoriei corpului, scriem legile mișcării lui.

$$x = v_0 \cos\alpha\, t\,, \tag{1}$$

$$y = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}\,. \tag{2}$$

Timpul mișcării corpului îl obținem din ecuația (1).

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}\ . \tag{3}$$

Introducând (3) în (2), obținem ecuația traiectoriei mișcării corpului.

$$y = \mathrm{tg}\,\alpha\, x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2\alpha}\, x^2\,. \tag{4}$$

Din ecuația (4) vedem că traiectoria mișcării corpului este o parabolă cu ramurile orientate în jos. Corpul se va ridica la înălțimea maximă în cazul când el se va respinge de la plan vertical în sus. Pentru aceasta, la momentul ciocnirii, el trebuie să aibă viteza orientată orizontal (deoarece $\varphi = 45^0$). Aceasta înseamnă că la momentul ciocnirii corpul trebuie să se afle în vârful parabolei traiectoriei lui (fig.2).

Legea variației proiecției vitezei corpului pe axa x este $v_y = v_0 \sin\alpha - gt$.

Când corpul se află în vârful parabolei $v_y = 0$ și din ultima expresie obținem timpul de mișcare a corpului până în vârful parabolei.

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}\,. \tag{5}$$

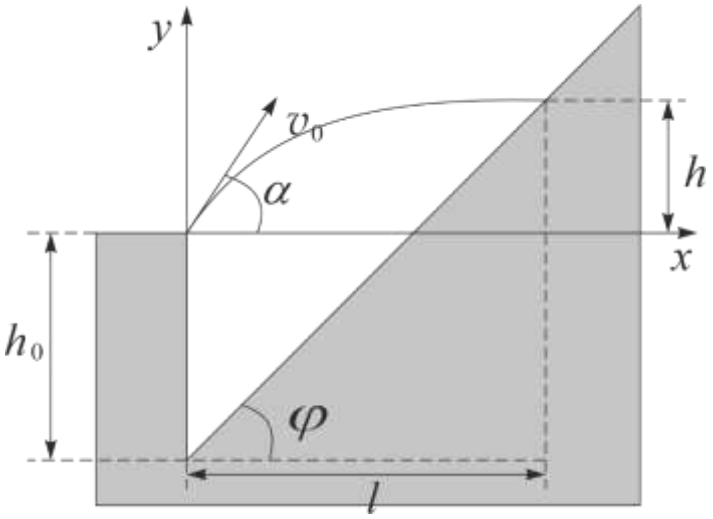


Figura 2. Ciocnirea corpului cu planul înclinat

Introducem (3) în (1) și (2)

$$l = \frac{v_0^2}{g}\sin\alpha\cos\alpha\,. \tag{6}$$

$$h = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}\,, \tag{7}$$

Expresiile (6) și (7) descriu poziția punctului de pe planul înclinat în care viteza corpului este orientată orizontal.

Din figură vedem:

$\operatorname{tg}\varphi = \frac{h+h_0}{l} = 1$, sau $h_0 = l - h$.

Introducem (6) și (7) în ultima expresie:

$$h_0 = \frac{v_0^2}{g}(\sin\alpha\cos\alpha - \frac{\sin^2\alpha}{2}), \quad \text{sau} \quad \frac{h_0\,g}{v_0^2} = \sin\alpha\cos\alpha - \frac{\sin^2\alpha}{2}$$

În ultima expresie introducem notația

$$k = \frac{gh_0}{v_0^2}\,. \tag{8}$$

și obținem $\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha} - \frac{\sin^2\alpha}{2} = k$.

În urma transformărilor matematice, din ultima expresie obținem

$$\frac{5}{4}\sin^4\alpha + (k-1)\sin^2\alpha + k^2 = 0\,. \tag{9}$$

În (9) introducem notația

$$\sin^2\alpha = m \tag{10}$$

și obținem

$$\frac{5}{4}m^2 + (k-1)m + k^2 = 0\,. \tag{11}$$

Expresia (11) este o ecuație pătrată, soluția căreia este

$$m = \frac{2}{5}\left(1 - k \pm \sqrt{1 - 2k - 4k^2}\right). \tag{12}$$

Introducem (10) în (12):

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{2}{5}\left(1 - k \pm \sqrt{1 - 2k - 4k^2}\right)}. \tag{13}$$

Vedem pentru ce valori ale lui *k* este valabilă ecuația (13).

Pentru aceasta rezolvăm ecuația pătrată din această expresie $1 - 2k - 4k^2 = 0$ și obținem

$$k = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}. \tag{14}$$

sau $k_1 = -0{,}81$ și $k_2 = 0{,}31$.

Astfel, vedem că ecuația (8) este valabilă doar pentru $-0{,}81 \le k \le 0{,}31$.

Aceasta se explică astfel:

1) Pentru $k > 0{,}31$ (pentru valori relativ mari ale lui h_0) pentru orice valoare a unghiului α, vârful parabolei traiectoriei corpului nu se va intersecta cu planul înclinat (fig. 3).

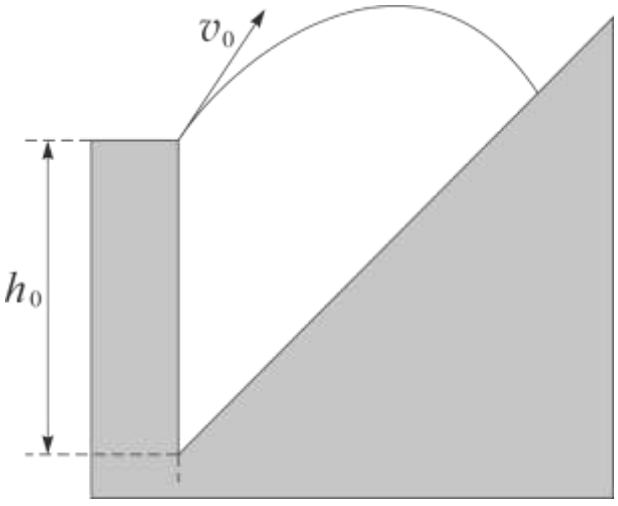


Figura 3. Traiectoria mișcării corpului pentru valori mari ale lui h

2) Pentru $k < 0$ corpul este lansat dintr-un punct aflat mai jos de planul înclinat (fig. 4).

3) Pentru $k < -0{,}81$ corpul este lansat dintr-un punct aflat mult mai jos decât planul înclinat și vârful parabolei nu ajunge până la planul înclinat.

Pentru datele din problemă, obținem $k = 1/4$. Introducem valoarea lui *k* în (13):

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{2}{5}\left(1 - \frac{1}{4} \pm \sqrt{1 - 2\frac{1}{4} - 4\frac{1}{16}}\right)} = \sqrt{\frac{2}{5}\left(\frac{3}{4} \pm \frac{1}{2}\right)}.$$

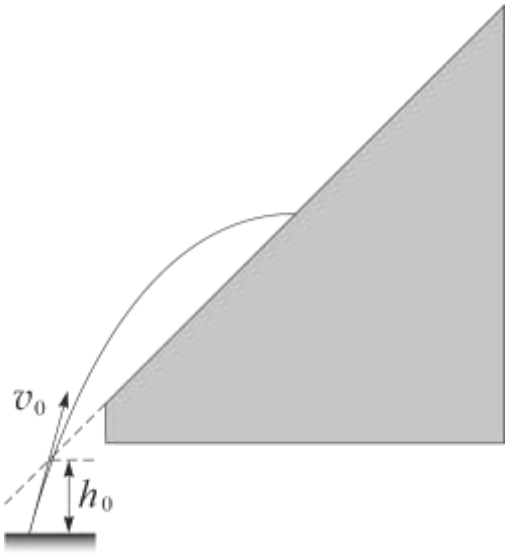


Figura 4. Traiectoria mișcării corpului în cazul când el este lansat dintr-un punct aflat mai jos de planul înclinat

Din ultima expresie obținem:

1. $\sin\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad \alpha = 45^0.$

2. $\sin\alpha = \frac{\sqrt{10}}{10}. \quad \alpha = 18,5^0.$

Am obținut două valori pentru unghiul α. Este oare posibil ca pentru două unghiuri diferite de aruncare a corpului, poziția lui pe planul înclinat să coincidă cu vârful parabolei. Da, este posibil. Pentru a explica aceasta, construim graficul dependenței poziției vârfului parabolei traiectoriei mișcării corpului de unghiul de aruncare α. În tabelul 1 sunt prezentate valorile lui l și h pentru diferite valori ale unghiului α.

Tabelul 1 Poziția vârfului parabolei pentru diferite valori ale unghiului α

α	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
l	6,84	12,86	17,32	19,70	20	19,70	17,32	12,86	6,84	0
h	0,60	2,34	5	8,26	10	11,74	15	17,66	19,40	20

În figura 5 curba 1 indică poziția vârfului parabolei, iar dreapta 1 indică planul înclinat. Din figură vedem că odată cu creșterea unghiul α, punctul în care viteza este orientată orizontal întâi se îndepărtează, apoi se apropie de locul aruncării corpului (curba 1). Obținem două puncte de intersecție a acestei curbe cu planul înclinat (dreapta2). Pentru aceste două unghiuri corpul cade orizontal pe planul înclinat.

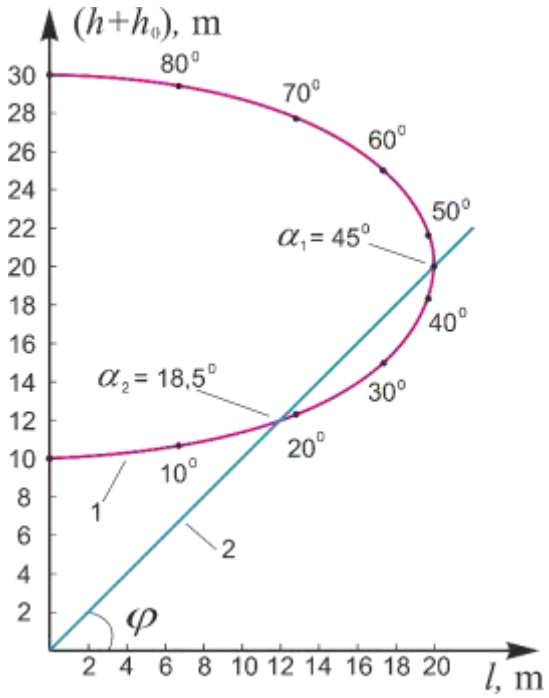


Figura 5. Poziția vârfului parabolei față de planul înclinat

Concluzii

Din cele expuse vedem că legătura dintre matematică și fizică este una profundă și indispensabilă pentru înțelegerea lumii materiale. Prin aplicarea metodelor matematice la o problemă concretă de fizică, se evidențiază faptul că matematica oferă nu doar mijloace de calcul, ci și un cadru logic pentru formularea ipotezelor și interpretarea rezultatelor. Rezolvarea corectă a unei probleme fizice depinde de capacitatea de a transpune fenomenele naturale în modele matematice clare și coerente. Totodată, articolul subliniază valoarea formativă a acestor exerciții, care dezvoltă gândirea analitică, spiritul critic și precizia științifică a elevilor și cercetătorilor. În concluzie, aplicarea matematicii în fizică nu reprezintă doar o necesitate metodologică, ci și o punte între teorie și realitate, între raționament abstract și experiență experimentală.

Lucrare elaborată în cadrul Subprogramului instituțional #020402 - ETISEL „Dezvoltarea tehnologiilor și investigarea proprietăților compușilor semiconductori stratificați, nanostructurilor hibride și surselor laser”.

Bibliografie

1. SFICHI, R. Model de rezolvare a unei probleme de matematică aplicată în electricitate. În: *Cygnus*. 2023, nr. 1(37), pp. 75-77. ISSN 1584-403x.

CZU: 37.016:620.9:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p433-438

CREATIVE PROJECTS ON ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

Pavel DAVIDENKO, senior lecturer
https://orcid.org/0000-0003-0680-8302
e-mail: uafreeart@yahoo.com
"K. D. Ushynskyi" Chernihiv Regional Institute
of Postgraduate Pedagogical Education, Chernihiv, Ukraine

Abstract. This article examines the challenges faced by students in implementing creative STEM projects on energy efficiency and renewable energy sources. The author provides a rationale for the need for such student activities and, using specific examples from personal teaching practice at school, confirms its effectiveness and appropriateness.

Keywords: STEM, components, engineering, learning, development, creation.

Rezumat. Acest articol examinează provocările cu care se confruntă elevii în implementarea proiectelor STEM creative privind eficiența energetică și sursele de energie regenerabilă. Autorul oferă o justificare pentru necesitatea unor astfel de activități studențești și, folosind exemple specifice din practica personală de predare în școală, confirmă eficacitatea și oportunitatea acestora.

Cuvinte cheie: STEM, componente, inginerie, învățare, dezvoltare, creație.

Introduction

In Ukraine, programs for all school subjects provide for the implementation of educational projects by students. Despite the fact that the authors of individual programs delegate only cognitive functions to this activity, they should be understood much more broadly. The implementation of projects allows students to be convinced of the importance of the knowledge they receive, involves them in productive activities and, which is not secondary, contributes to the development of their creative abilities.

The author of this article and his students found themselves in a situation that requires solving the problems of energy conservation, energy efficiency and creating new devices for obtaining energy from renewable sources. It is obvious that the implementation of "energy" projects under such conditions does not require additional motivation of students, but only appropriate assistance in formulating their topics, planning work, choosing methods and means of achieving the goal, as well as the registration of the obtained results.

At the same time, the author wants to refute the opinion that designing devices that have a mechanical component is now "not fashionable" and that only specialists with insufficient qualifications, those who are not familiar with electronics, are engaged in this. But it is worth knowing that at present there is an urgent need for mechanics specialists, because without their participation it is impossible to create high-precision

mechanisms for robots, 3D printers, and even more so for particle accelerators. And another feature of precision mechanics is that it works together with electronics.

Methodology

The author has analyzed publications that reflect the history and problems of creating alternative energy sources and the logically arising energy conservation problems [2].

At the same time, our work was carried out within the framework of the Concept of development of natural science and mathematics (STEM) [6].

The topic of the report, however, concerns the implementation of creative projects by students, therefore the content of publications by STEM education specialists V. Bocancea [1], A. A. Davidenko [1, 3, 4, 5] and others was taken into account.

The study utilized the teachers' personal experience in organizing project-based activities for students at the private comprehensive school, as well as an analysis of projects by participants in the All-Ukrainian Tournament of Young Inventors and Innovators, the national stage of the Intel-Tehno international competition, and the International STEM Competition "Edisons of the 21st Century".

Results and discussion

The problems of obtaining energy have interested people since the beginning of their life on Earth. They gained special attention with the development of production. It was thanks to these needs that wind and water engines were created, which initially drove the working bodies of mills, individual technical devices, and later the rotors of electric generators. However, the creation of internal combustion engines somewhat pushed this problem into the background. But the depletion of energy resources and oil crises forced the world to look for alternative energy sources. Rising energy production costs and the risk of depletion of energy resources are driving the search for alternative energy sources. First of all, they turned to the oldest solutions known for centuries. These include the use of wind and solar power, that is, alternative energy.

The monograph edited by S. O. Kuddri examines the problems of renewable energy, that is, that which works on renewable energy sources - wind, solar and geothermal energy, energy of small rivers and biomass into electrical and thermal energy, substantiates effective methods and means of their development, types and types of energy equipment and principles of their operation [2].

We introduce students to some important concepts for implementing creative projects. They should, for example, understand that energy efficiency is the rational use of energy by achieving the same productivity with less energy consumption. This allows you to save energy resources, reduce environmental pollution, etc. Examples of energy-

efficient measures are building insulation, using engines with high efficiency, and switching to alternative energy sources.

At the same time, students should also be aware of the risks associated with the use of alternative energy sources. These include environmental impacts (loss of land during the construction of hydroelectric power plants, destruction of landscapes, impact on biodiversity, etc.). For example, wind turbines installed on farms to pump water emitted infrasound that affected the health of people, cows, and birds. When similar wind turbines were installed on the seashore, or were placed at a certain distance from the shore, fish spawning around them stopped...

Of all the currently known sources of energy, solar energy is the safest. After losses during passage through the Earth's atmosphere, half of it reaches its surface. Solar panels allow you to receive electricity. However, the construction of such power plants is also accompanied by certain difficulties, because the panels occupy a large area. Therefore, so far solar panels are mostly installed in households, on small farms or for lighting recreation areas in the park. The author of this article has experience in building a solar power plant in a private house. According to calculations, its capacity should be enough to meet the needs of a household.

We see an interesting proposal in one of the publications of A. A. Davidenko [3]. He focuses our attention on the thermal energy accumulators existing in nature - reservoirs and swamps. They need to be preserved, and their destruction, for example, by draining swamps and small rivers, leads not only to the loss of the ability to accumulate thermal energy, but also to climate change. Therefore, energy saving and energy efficiency should be considered not only at the level of insulation of house walls, doors and windows, but also on a wider scale. Another interesting analysis is A. A. Davidenko's unconventional heat engines. "Free" thermal energy in them is converted into mechanical energy. He gives examples of little-known inventions [5].

The feasibility of involving students in the implementation of projects, including those discussed in the text of this article, stems from the engineering component of STEM [6]. Engineering involves not only familiarizing oneself with already known technical devices and technologies, but also creating new ones that will drive forward scientific and technological progress. Teachers should also familiarize themselves with the projects considered in the methodological manual by V. Bocancea and A. A. Davidenko [1]. Despite the fact that it contains descriptions of diverse creative projects, they can encourage the generation of ideas for other projects.

Project activities of students are one of the most effective forms of their learning and development of their creative abilities. Creative projects allow students to independently analyze the problem, choose the optimal materials, plan work and demonstrate results. Especially important are those projects that allow the introduction of

innovations directly into the school environment or local community, for example, autonomous lighting systems, solar charging stations, thermal collectors or alternative irrigation systems.

We started working on the project to create a solar charging station by studying the problem: most schoolchildren spent breaks in the school courtyard, so they did not have the opportunity to recharge their gadgets. This was the incentive for an initiative group of high school students to develop a small autonomous station that runs exclusively on solar energy. Students' activities should be motivated and productive. They should feel the benefit of their work.

The first step was to study the principle of operation of photovoltaic panels, calculate the required power and select the main components. The students chose an 80 W solar panel, sufficient to charge the energy storage device and several mobile devices simultaneously. They selected a charge controller for it, which ensures voltage stability and does not allow the battery to be overloaded. As an energy storage device, we used a 12-volt battery, which allows the station to operate even on cloudy days or after sunset.

An important part of the work was the design of the case. The schoolchildren decided to create a structure made of wood and impact-resistant plastic to make the station weather-resistant. The case took the form of a small bench with an integrated panel and USB ports. To protect the electronics from moisture, airtight boxes were used, and the USB outputs were equipped with covers. Working with wood, sanding, painting and assembly were carried out in the school workshop, which allowed the students to apply knowledge from technology lessons. During the electrical installation, the students independently figured out the polarity of the connections, connected the panel to the controller, the controller to the battery, and only then - 5V USB modules with built-in converters. They tested each stage separately with a multimeter, measuring voltage and current. The first tests took place in the open air: just a few minutes after connection, the system began to generate current, and the phones confidently started charging.

One of the valuable features of this project was that it turned into not only a convenient device, but also a learning platform. The station was used during physics lessons to demonstrate the conversion of solar radiation into electrical energy, in technology lessons to analyze the design, and within STEM courses as an example of the use of alternative energy in everyday life. The students kept an observation log: they recorded the energy produced, the charging speed of various devices, and the impact of weather conditions on the station's operation.

Over time, the students plan to expand the project by adding a charge indicator and a Bluetooth module for remote monitoring of the station's operation. Thus, a simple school initiative has turned into a long-term environmental and educational project that

has demonstrated that even a small group of students can create a real energy object that is useful for the entire institution.

Another project – “Wind generator for autonomous lighting of the school yard” – allowed students to understand the principle of converting mechanical energy into electrical energy. An electric bicycle wheel motor, plywood blades, and plastic elements were used as an electric generator, a battery was connected, and an LED lamp was installed. Such a device provides lighting for the evening path and demonstrates the possibilities of converting wind energy into electrical energy. Work on the project included an analysis of the wind direction, selection of materials and a safe installation solution, which significantly deepened the technical knowledge of the students.

Now we continue to work on various projects. We photograph and videotape individual stages of our work. After appropriate processing, for example, editing the video in a certain sequence of filmed fragments, we receive valuable multimedia didactic tools that we can use in advanced training courses for physics and technology teachers.

Conclusions

Project activity is an important organizational form of work with students. It is of particular importance when teaching technology and physics.

Important stages of such work are the motivated choice of the project topic, research into the level of development of this problem, on the basis of which an original technical device will be proposed.

By completing the project, students not only gain new knowledge, but also develop their creative abilities. This implements the engineering component of STEM, which is of great importance for their future professional orientation.

To involve students in the implementation of projects, appropriate teacher training should be carried out. Their qualifications can be improved at thematic courses, which can be organized at institutes of postgraduate pedagogical education. For high-quality training of teachers, appropriate didactic materials should be created: descriptions of completed projects, created technical devices, as well as photos and videos of the most important stages of students' activities.

References

1. DAVIDENKO, A., BOCANCEA, V. *Proiecte STEM/STEAM la fizică. Ghid metodic.* Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chişinău: S. n., 2022 (CEP UPSC). 62 p. [In Romanian].
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут ж.
3. ДАВИДЕНКО, А. А. Водойми як акумулятори тепла. Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату. In: *VII Міжнародна наукова*

конференція: програма, тези доповідей (Україна, Чернігів, 27–29 вересня 2023 р.) Наукове видання. с. 73-75. [In Ukrainian].
4. ДАВИДЕНКО, А. А. Інженерний складник STEM. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2024. Вип. 98. 237 с. с. 50-57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06. [In Ukrainian].
5. ДАВИДЕНКО, А. А. Нетрадиційні теплові двигуни. In: *Фізика та астрономія в сучасній школі.* 2012. №2. с. 7-13. [In Ukrainian].
6. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Электронный ресурс] – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p/print#n8 (application date: 09.10.2025) [In Ukrainian].

CZU: 371.3:531.5 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p439-443

VERIFICAREA LEGII CONSERVĂRII ENERGIEI MECANICE PENTRU UN SISTEM OSCILATORIU

Ionela GUȚU, Școala Internațională Heritage
Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.,
https://orcid.org/:0000-0002-1752-5386
e-mail: postolachi.igor@upsc.md
Valentina POSTOLACHI, dr., conf. univ.,
https://orcid.org/:0000-0002-1977-647X
e-mail: postolachi.valentina@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. Lucrarea prezintă o activitate de laborator ce vizează verificarea legii conservării energiei mecanice într-un sistem oscilant. Experimentul poate fi realizat cu condiția existenței posibilității de măsurare a vitezei momentane a bilei oscilante. Activitatea contribuie la dezvoltarea competențelor experimentale și la consolidarea înțelegerii relației dintre energia potențială și energia cinetică în cadrul mișcărilor oscilatorii.

Cuvinte cheie: legea conservării, energie mecanică, pendul gravitațional, poartă optică.

Abstract. The paper presents a laboratory activity aimed at verifying the law of conservation of mechanical energy in an oscillating system. The experiment can be carried out provided that there is a possibility of measuring the instantaneous velocity of the oscillating ball. The activity contributes to the development of experimental skills and to the consolidation of the understanding of the relationship between potential energy and kinetic energy in oscillatory movements.

Keywords: law of conservation, mechanical energy, gravitational pendulum, optical gate.

Fizica este o știință experimentală. Verificarea practică a legilor fizicii reprezintă un criteriu de adevăr. În manualul de fizică din clasa a VIII-a, la pag. 13 la activitatea „analizați situația” se propune elevilor să analizeze teoretic transformarea energiei mecanice la un sistem oscilant [1]:

Analizează situația!

Fie că un pendul gravitațional (fig. 1) cu masa m = 100 g începe să oscileze ca rezultat al abaterii masei marcate până la înălțimea maximă h_{max} = 5 cm față de poziția de echilibru.

Determinați energia potențială a pendulului, utilizând formula:

$$E_p = mgh_{max}$$

și considerând g = 10 N/kg.

În momentul trecerii masei marcate prin poziția de echilibru, viteza acesteia era v = 1 m/s. Determinați energia cinetică a pendulului în acest punct, utilizând formula:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}.$$

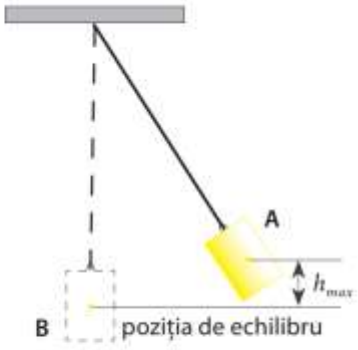


Fig. 1

Nu este clar de unde s-a luat viteza corpului $v = 1m/s$.

Odată cu apariția senzorilor digitali de mișcare elevii au obținut oportunitate de a determina viteza momentană a corpurilor în mișcare. În continuare ne propunem să verificăm legea conservării energiei mecanice folosind senzorii digitali de mișcare.

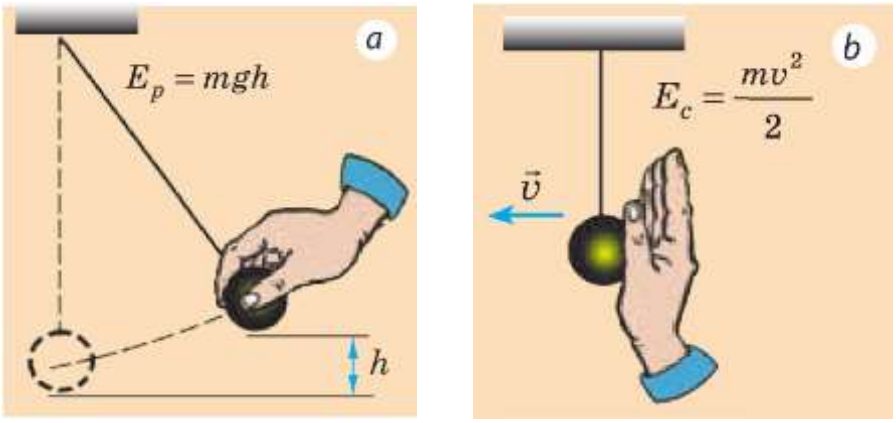


Figura 1. Comunicarea energiei potențiale (a) sau a energiei cinetice (b) pentru a scoate bila din starea de echilibru

Bila din fig.1. poate fi scoasă din poziția de echilibru dacă îi comunicăm energie potențială (Fig.1a) sau energie cinetică (Fig. 1b).

Dacă bila pendulului este scoasă din poziția de echilibru, atunci în rezultatul acțiunii forței gravitaționale și a tensiunii mecanice din fir bila începe să oscileze în jurul poziției de echilibru. Deoarece forța de rezistență a aerului este foarte mică (poate fi neglijată), iar forțele ce acționează în sistem sunt conservative, energia mecanică totală a bilei se va conserva.

Legea conservării energiei mecanice poate fi verificată, la compararea energiei potențiale maxime cu energia cinetică maximă a bilei pendulului.

Legea conservării energiei mecanice poate fi verificată, la compararea dacă determinăm energia potențială maximă și energia cinetică maximă.

Pentru a verifica legea conservării energiei cu ajutorul unui pendul gravitațional, se analizează transformarea energiei potențiale în energie cinetică și invers, într-un sistem oscilant izolat, unde forțele conservative (precum gravitația) sunt predomină.

- Legea conservării energiei mecanice afirmă că, într-un sistem în care acționează doar forțe conservative (cum ar fi forța gravitațională), suma energiei cinetice și a energiei potențiale rămâne constantă.
- $E_p + E_c = const$

unde $E_p = mgh$ - reprezintă energia potențială, m – masa bilei; g=9,81 m/s^2 accelerația căderii libere; h – înălțimea relativă față de poziția de echilibru (Fig.1.); $E_c = \frac{mv^2}{2}$ – energia cinetică a sistemului; v – viteza bilei.

Experimentul cu pendulul gravitațional

Scopul: de a demonstra că, pe parcursul oscilației, energia mecanică totală a pendulului se conservă (neglijând forțele de frecare cu aerul și a firului de suport).

Etapele:

Poziția inițială (cea mai înaltă). Pendulul este ridicat la o anumită înălțime h_{max}() față de poziția de echilibru. În acest punct, viteza este zero ($v = 0$), deci energia cinetică este nulă ($E_c = 0$). Energia potențială este maximă: $E_{p,max} = mgh_{max}$.

Energia mecanică totală este $E = E_c + E_p = E_{p,max} = mgh_{max}$.

Poziția de echilibru (cea mai joasă relativ de Pământ). La trecerea bilei prin poziția de echilibru, energia potențială este nulă ($E_p = 0$), în schimb energia cinetică este maximă deoarece viteza bilei este maximă:

$$E_{c,max} = \frac{mv_{max}^2}{2}.$$

Din legea conservării, energia bilei în punctul inițial trebuie să fie egală cu energia bilei la trecerea prin poziția de echilibru: $mgh_{max} = \frac{mv_{max}^2}{2}$.

Din ultima relație obținem expresia pentru viteza maximă: $v_{max} = \sqrt{gh_{max}}$.

Este util de a demonstra elevilor o aplicație de pe platformele educaționale, care ilustrează legea conservării energiei mecanice la un sistem oscilatoriu [2].

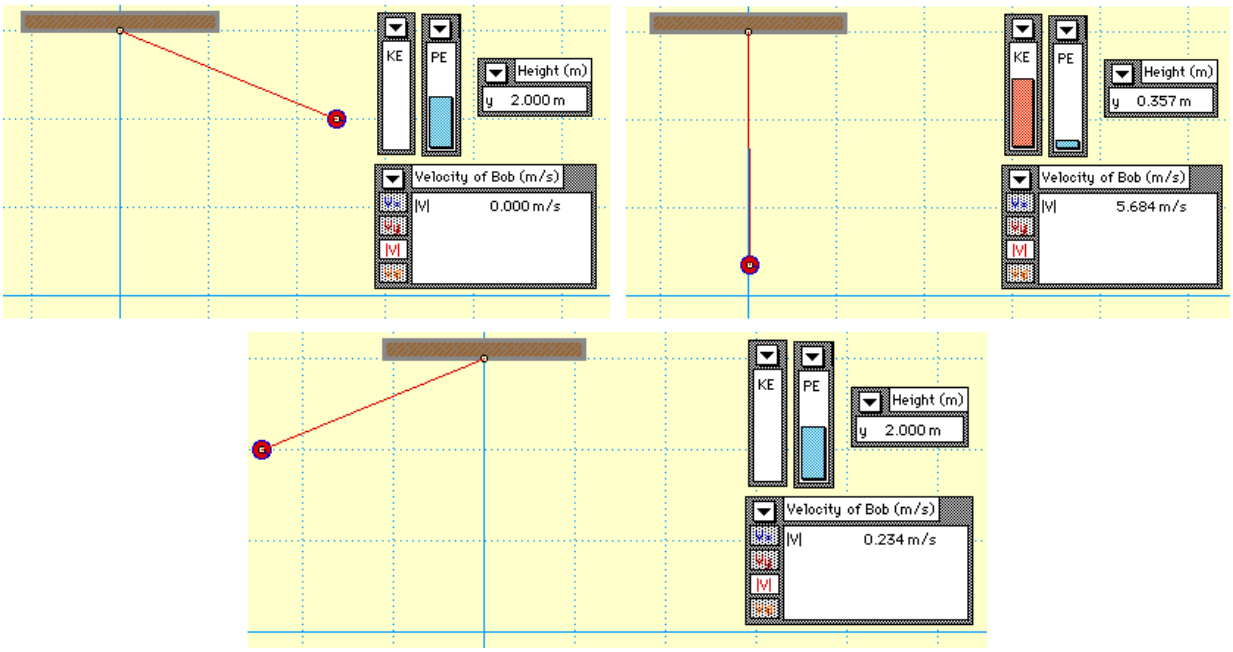


Figura 2. Demonstrarea legii transformării și conservării energiei a unui pendul gravitațional în medii virtuale

Lucrare de laborator: „Studiul conservării energiei mecanice a unui pendul gravitațional”

Pentru această lucrare de laborator, s-a realizat un filmuleț cu durată de *164 s* și o cantitate informațională de *116 MB*, având extensia *.mp4*, în care se demonstrează partea

experimentală a lucrării de laborator „Studiul conservării energiei mecanice a unui pendul gravitațional”. În acest filmuleț se arată pașii de realizare a lucrării de laborator, folosind instrumentele specifice lucrării (pendul gravitațional, set de greutăți etalonate, balanță/ cântar electronic, porți optice NeuLog (Photogate), modul USB-200 sau WiFi-202, laptop / tabletă cu aplicația NeuLog, stativ, riglă, clește/ suport pentru deviere) și utilizarea lor. Filmulețul dat poate fi accesat pe link-ul: https://drive.google.com/file/d/1Fe9qBEP1VxvEj8y6mX68kB5bjwUPjifS/view?usp=drive_link

Pentru a determina viteza bilei vom utiliza poarta optică digitală.

Se realizează montarea experimentului. Fixăm de un stativ pendulul gravitațional format dintr-un fir de ață și o bilă. Cu ajutorul unui clește fixăm poarta optică NeuLog, astfel încât la oscilare, să treacă prin mijlocul ei. Poarta optică este conectată prin modulul USB la laptop. Cu ajutorul aplicației NeuLog, vom înregistra datele experimentale pentru viteza bilei la trecerea prin poziția de echilibru.

Mersul lucrării:

1. Montăm instalația pentru studiul legii conservării energiei mecanice a unui pendul gravitațional.
2. Măsurăm diametrul bilei. Este necesar de a-l cunoaște, pentru a-l introduce în aplicație.

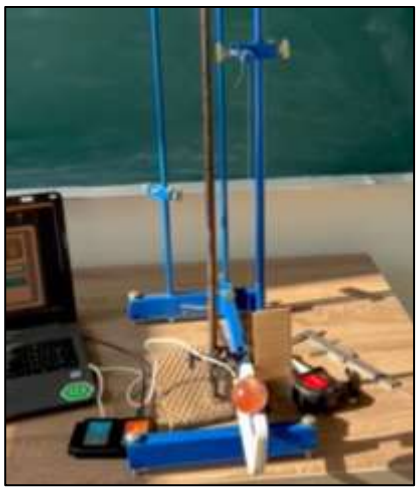
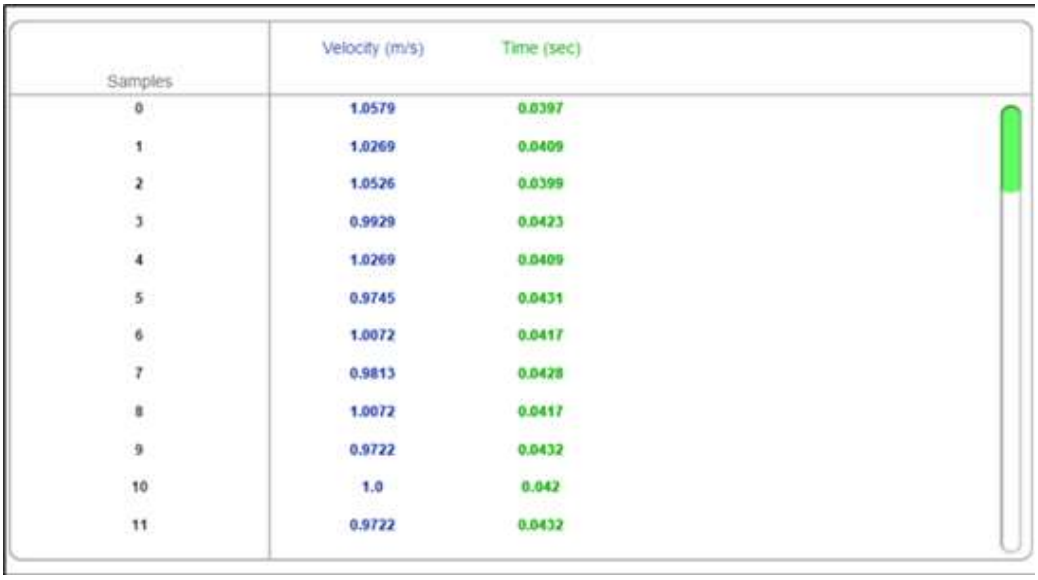


Figura 3. instalația experimentală

Figura 4. măsurarea diametrului bilei

3. Setăm diametrul bilei în aplicația NeuLog.
4. Deplasăm bila de la poziția de echilibru la distanța încât unghiul format de fir și verticală să aibă valoare de câteva grade și măsurăm înălțimea maximă a poziției centrului de greutate a bilei față lui în raport cu poziția de echilibru (h=5cm=0,05m).
5. Lansăm înregistrarea experimentului și eliberăm bila în același moment de timp.
6. Observăm datele din tabelul înregistrat (Figura 5). Prima coloniță indică numărul de măsurări. A 2-a coloană sunt valorile pentru viteza momentană, iar a 3-a intervalul de timp în decursul căruia bila trece prin poarta optică.



Samples	Velocity (m/s)	Time (sec)
0	1.0579	0.0397
1	1.0269	0.0409
2	1.0526	0.0399
3	0.9929	0.0423
4	1.0269	0.0409
5	0.9745	0.0431
6	1.0072	0.0417
7	0.9813	0.0428
8	1.0072	0.0417
9	0.9722	0.0432
10	1.0	0.042
11	0.9722	0.0432

Figura 5. Tabelul cu datele înregistrate de poarta optică digitală

Comparăm valoarea medie a vitezei momentane a bilei cu viteza obținută din expresia: $v_{max} = \sqrt{gh_{max}}$.

Această lucrare poate fi realizată și cu elevii în clasa a X-a, la studiul unității de conținut „Oscilaţii şi unde mecanice” [3].

Concluzii

Energia totală a unui sistem oscilant izolat este o mărime constantă și egală cu energia potențială comunicată acestuia la scoaterea din poziția de echilibru.

Bibliografie

1. BOTGROS, I., BOCANCEA, V., DONICI, V., CONSTANTINOV, N. FIZICĂ. Manual pentru clasa a VIII-a. – Chișinău : Cartier, 2019, 128 p. ISBN 978-9975-79-896-9.
2. Energy Transformation for a Pendulum. Online: https://www.physicsclassroom.com/mmedia/energy/pe.cfm
3. FIZICĂ. ASTRONOMIE. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Clasele X – XII. Chișinău, 2020. 144 p. ISBN 978-3437-4-9.

CZU: 37.016:53:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p444-449

INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR DIGITALE ÎN PREDAREA FIZICII: ABORDĂRI STE(A)M ÎN CLASELE GIMNAZIALE

Ina MANOLI, profesoară de fizică
https://orcid.org/0000-0003-4803-6398
e-mail: manoli.ina@floresti.edu.md
IP Liceul Teoretic ”Mihai Eminescu”, or. Florești

Rezumat. Integrarea tehnologiilor digitale în predarea fizicii facilitează aplicarea conceptului STE(A)M și dezvoltarea competențelor elevilor. Comunicarea prezintă exemple de activități la clasele gimnaziale, bazate pe simulări interactive, aplicații cu senzori și laboratoare virtuale, care transformă lecțiile în experiențe explorative. Un accent special se pune pe impactul tablei interactive, ce a modernizat procesul didactic, făcându-l mai vizual, participativ și interdisciplinar. Utilizarea resurselor digitale consolidează rolul fizicii ca disciplină formativă și stimulează gândirea critică, creativitatea și curiozitatea științifică a elevilor.

Cuvinte cheie: fizică, STE(A)M, tehnologii digitale, tabla interactivă, interdisciplinaritate.

Abstract. The integration of digital technologies in physics teaching facilitates the application of the STE(A)M concept and the development of students’ competences. The paper presents examples of activities in lower secondary classes based on interactive simulations, sensor applications, and virtual laboratories, which transform lessons into exploratory experiences. Special emphasis is placed on the impact of the interactive whiteboard, which has modernized the teaching process, making it more visual, participatory, and interdisciplinary. The use of digital resources strengthens physics as a formative discipline and stimulates students’ critical thinking, creativity, and scientific curiosity.

Keywords: physics, STE(A)M, digital technologies, interactive whiteboard, interdisciplinarity.

Introducere

În contextul transformărilor educaționale actuale, integrarea tehnologiilor digitale în procesul de predare–învățare a fizicii devine nu doar o tendință modernă, ci și o necesitate practică. În numeroase instituții de învățământ, lipsa materialelor experimentale, a echipamentelor de laborator sau a resurselor demonstrative reprezintă o provocare constantă pentru profesorii de științe reale. Tehnologiile digitale oferă o alternativă eficientă, accesibilă și atractivă, care poate suplini aceste lipsuri și, în același timp, poate valorifica principiile educației STE(A)M – integrarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii într-un demers comun de învățare.

Prin intermediul resurselor digitale – simulări interactive, aplicații educaționale, laboratoare virtuale și tabla interactivă – elevii pot observa, analiza și interpreta fenomene fizice care altfel ar fi dificil de reprodus în condițiile școlii. Aceste instrumente facilitează învățarea prin descoperire și dezvoltă curiozitatea științifică, înlocuind pasivitatea cu explorarea și experimentarea.

În același timp, utilizarea tehnologiilor digitale contribuie la formarea competențelor cheie ale elevilor: gândirea critică, rezolvarea de probleme, colaborarea și competența digitală. Astfel, procesul de predare a fizicii devine unul interdisciplinar, dinamic și adaptat nevoilor elevilor din generația actuală, transformând lipsa resurselor materiale într-o oportunitate de inovare și creativitate educațională.

Metode şi materiale aplicate

Aplicarea tehnologiilor digitale în procesul educațional reprezintă una dintre cele mai importante oportunități ale secolului XXI, oferind soluții eficiente pentru depășirea limitelor tradiționale ale predării. În situațiile în care lipsesc materialele didactice necesare — precum instrumentele de laborator, aparatele de măsură sau echipamentele experimentale — tehnologiile digitale pot substitui, completa sau chiar îmbogăți procesul de învățare. Utilizarea platformelor educaționale și a aplicațiilor interactive permite crearea unui mediu de studiu atractiv, flexibil și accesibil pentru toți elevii, indiferent de resursele disponibile în școală.

Platformele digitale, cum ar fi Kahoot, Wordwall, Quizizz, Phet Colorado, GeoGebra sau Educatieinteractiva.md – o platformă elaborată nemijlocit în Republica Moldova – oferă profesorilor posibilitatea de a crea activități interactive și de a evalua elevii într-un mod modern și dinamic. Prin intermediul platformei educatieinteractiva.md, cadrele didactice pot propune jocuri educaționale la diverse discipline, inclusiv la fizică, și pot urmări progresul elevilor în timp real.

Astfel, integrarea tehnologiilor digitale nu doar compensează lipsa materialelor fizice, ci contribuie la dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor și la creșterea motivației lor pentru învățare. Digitalizarea educației nu este doar o necesitate tehnologică, ci o schimbare de paradigmă în modul de gândire al profesorilor și al elevilor, orientată spre învățarea interactivă, colaborativă și bazată pe competențe.

Utilizarea platformei Padlet în dezvoltarea competențelor digitale la lecțiile de fizică

Padlet reprezintă o platformă digitală versatilă, extrem de utilă în procesul educațional modern, oferind profesorilor și elevilor posibilitatea de a colabora, de a organiza și de a vizualiza informațiile într-un mod interactiv. În cadrul lecțiilor de fizică, folosesc Padlet pentru sistematizarea conținuturilor teoretice și experimentale, precum și pentru reflecția finală asupra temelor studiate. Platforma permite integrarea diverselor tipuri de resurse – texte, imagini, fișiere video, linkuri sau fișiere PDF – ceea ce contribuie la o mai bună înțelegere a fenomenelor fizice. De asemenea, Padlet este un instrument excelent pentru activitățile extracurriculare, fiind propus elevilor ca modalitate de dezvoltare a competențelor digitale și de învățare colaborativă.

O inovație recentă a platformei o constituie rubrica TA (Teaching Assistant), care permite crearea de materiale educaționale personalizate și captivante, complet gratuit. Cu

ajutorul inteligenței artificiale, cadrele didactice pot genera rapid lecții interactive, activități practice sau fișe imprimabile, adaptate nivelului de studiu și ritmului de învățare al elevilor. Astfel, Padlet devine nu doar un instrument de organizare a conținutului, ci și un partener digital al profesorului modern, care contribuie semnificativ la stimularea interesului elevilor pentru știință și la formarea competențelor secolului XXI.

Platforma educatieinteractiva.md – un suport digital inovator pentru predarea fizicii

Platforma educatieinteractiva.md reprezintă un exemplu remarcabil de resursă educațională creată în Republica Moldova, dedicată sprijinirii procesului de predare-învățare prin metode moderne și interactive. În activitatea mea didactică, am utilizat această platformă pentru elaborarea a peste 25 de activități interactive la fizică, destinate ciclului gimnazial. Datorită diversității instrumentelor oferite – nu mai puțin de 24 de tipuri de activități – profesorii pot crea conținut atractiv și adaptat diferitelor stiluri de învățare ale elevilor.

Platforma oferă posibilități ample: de la realizarea unui manual digital interactiv, până la evaluarea reușitei elevilor prin aplicarea testelor formative și sumative. Un avantaj considerabil îl constituie obținerea imediată a rezultatelor testelor, fapt ce permite o analiză rapidă a progresului elevilor și o ajustare eficientă a demersului didactic. Prin funcționalitățile sale, educatieinteractiva.md contribuie semnificativ la dezvoltarea competențelor digitale, la creșterea motivației pentru învățare și la integrarea firească a tehnologiei în procesul de predare a științelor.

Canva – un instrument creativ pentru învățarea vizuală și dezvoltarea competențelor digitale

Platforma Canva s-a dovedit a fi un instrument indispensabil în activitatea mea didactică, oferind posibilitatea de a crea prezentări interactive, teste de tip quiz și materiale vizuale atractive, care stimulează implicarea elevilor și facilitează învățarea prin imagini. Datorită interfeței sale intuitive, Canva permite realizarea rapidă a documentelor oficiale sau a materialelor educaționale. Spre exemplu, avizul pentru Săptămâna Spațiului Cosmic l-am conceput foarte ușor și estetic cu ajutorul acestei platforme. De asemenea, în cadrul concursului „Pedagogul Anului”, etapa raională, am utilizat Canva pentru elaborarea proiectului meu de activitate la zi, ceea ce mi-a oferit posibilitatea de a îmbina claritatea informației cu un design modern.

Elevii folosesc, la rândul lor, Canva pentru realizarea **proiectelor STEM** la fizică, demonstrând creativitate și spirit de colaborare. Printre temele dezvoltate se numără: *„Clasificarea deșeurilor în instituția noastră – Liceul Teoretic Mihai Eminescu, or. Florești”*, *„Surse de poluare”*, *„Reparații în locuința mea”* și *„Producerea căldurii. Combustibili. Puterea calorică”*. În plus, Canva m-a ajutat să creez **banere personalizate** pentru fișele interactive elaborate în platforma *educatieinteractiva.md,* oferind materialelor un aspect unitar și profesional. Astfel, Canva contribuie nu doar la modernizarea procesului

educațional, ci și la formarea gustului estetic, a gândirii vizuale și a competențelor digitale ale elevilor.

Tabla interactivă și simulările PhET – resurse digitale pentru explorarea fenomenelor fizice

Instalarea tablei interactive în cabinetul de fizică, începând cu luna ianuarie 2025, a adus un plus semnificativ de dinamism și atractivitate lecțiilor. Elevii sunt mult mai implicați, iar procesul de învățare devine o adevărată experiență de descoperire. Un rol important în valorificarea potențialului acestui instrument îl are laboratorul virtual PhET, o platformă care oferă simulări interactive ce permit elevilor să experimenteze conceptele teoretice într-un mediu digital sigur și intuitiv.

În clasa a VIII-a, în cadrul modulului *„Fenomene electrice”*, elevii au utilizat PhET pentru a realiza scheme electrice în format digital, pentru a determina intensitatea curentului electric și tensiunea în diferite configurații ale circuitului. Prin simulare, au observat ce se întâmplă atunci când se utilizează un bec cu putere prea mare, dar bateria nu rezistă, înțelegând astfel mai bine relațiile dintre parametrii electrici. În clasa a IX-a, la tema *„Refracția luminii”*, platforma PhET a facilitat observarea directă a fenomenului optic. Elevii au putut măsura unghiul de incidență și unghiul de refracție, au efectuat calcule practice și au determinat indicele de refracție al unui mediu transparent în raport cu aerul.

Prin îmbinarea tablei interactive cu simulările PhET, lecțiile de fizică devin mai vizuale, mai experimentale și mai relevante pentru elevi, care învață prin explorare și descoperire proprie, consolidându-și competențele științifice și digitale.

Rezultate obținute

Analiza răspunsurilor oferite de elevi arată o atitudine pozitivă față de utilizarea tablei interactive în cadrul lecțiilor de fizică. Cei mai activi respondenți au fost elevii claselor a VII-a, ceea ce confirmă interesul crescut al acestora pentru activitățile moderne și interactive.

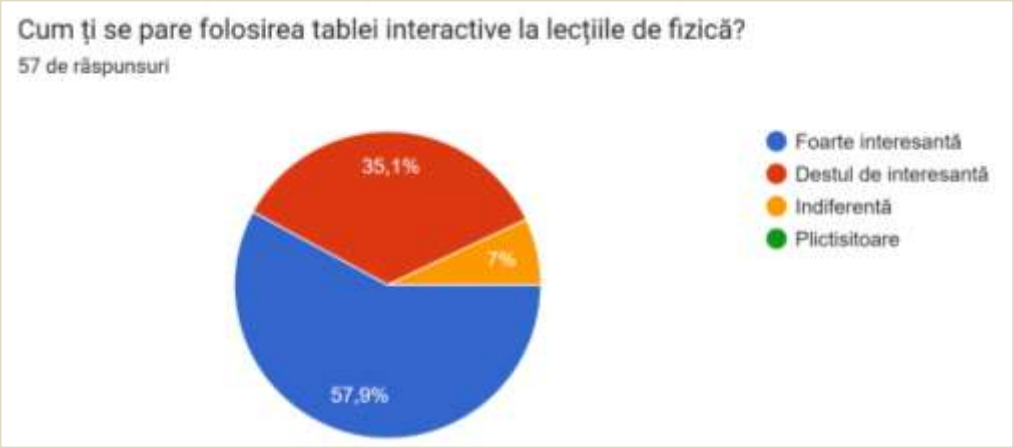


Figura 1. Opinia elevilor privind utilizarea tablei interactive la lecțiile de fizică

Conform datelor colectate, 58,9% dintre elevi consideră că este interesantă aplicarea tablei interactive, iar 78% afirmă că lecțiile au devenit mai atractive datorită utilizării acesteia.

Cele mai apreciate activități sunt jocurile și testele interactive, filmulețele video explicative urmate de simulările și experimentele virtuale, care stârnesc curiozitatea și dorința de a explora fenomenele fizice într-un mod vizual și practic.

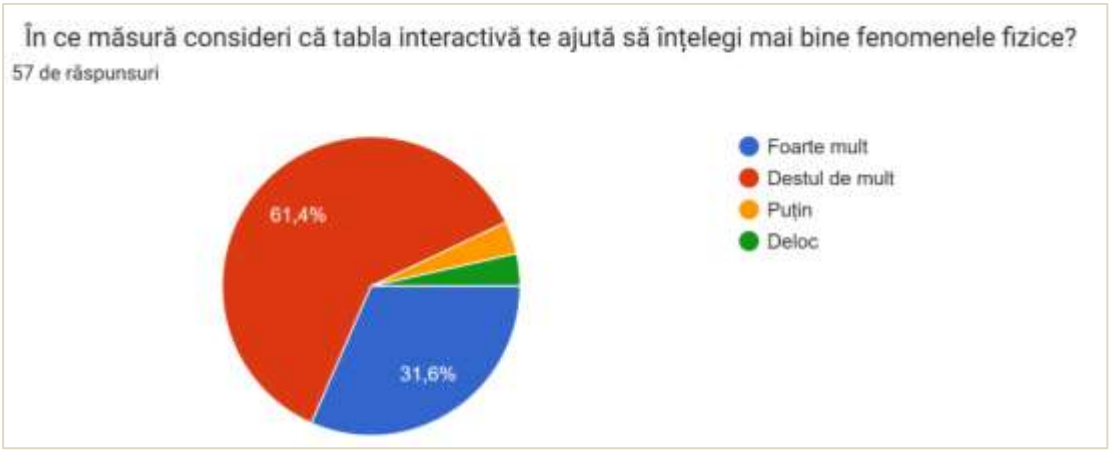


Figura 2. Efectul utilizării tablei interactive asupra înțelegerii fenomenelor fizice

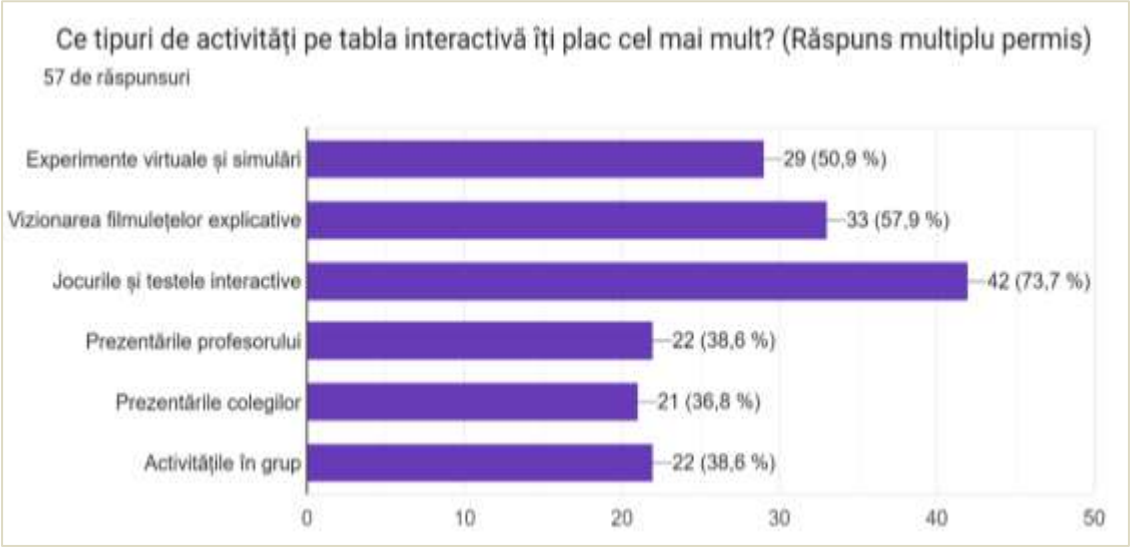


Figura 3. Activitățile apreciate de elevi în cadrul lecțiilor interactive de fizice

Majoritatea elevilor și-au exprimat dorința ca astfel de activități să fie mai frecvente, ceea ce indică impactul pozitiv al tehnologiilor digitale asupra motivației pentru învățare. Totodată, un procent redus de elevi au declarat că le este indiferent dacă se utilizează sau nu tabla interactivă, fapt ce confirmă că, în general, instrumentele digitale contribuie semnificativ la creșterea interesului și implicării elevilor în procesul de învățare.

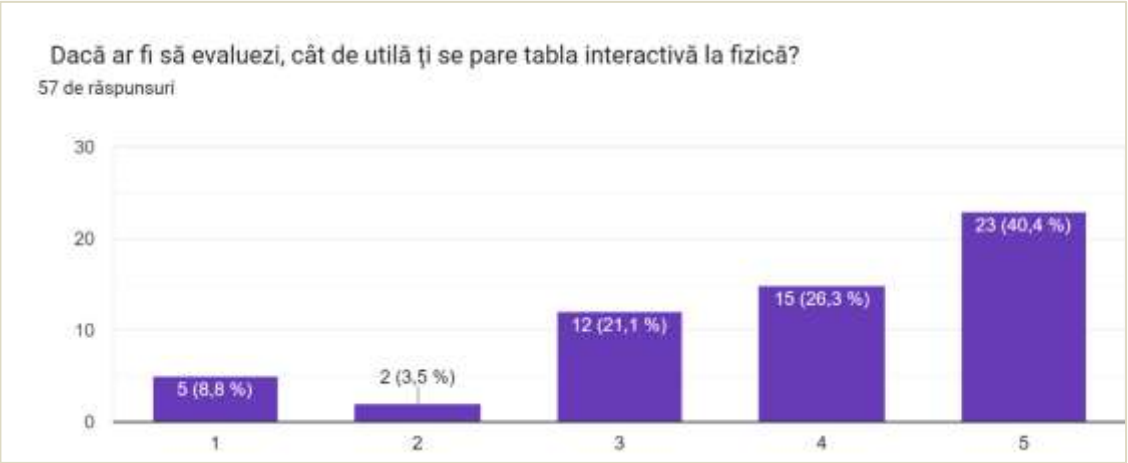


Figura 4. Aprecierea elevilor referitoare la utilitatea tablei interactive

Concluzii

Integrarea tehnologiilor digitale nu reprezintă doar un instrument modern de predare, ci o veritabilă punte între fizică și celelalte domenii STE(A)M. Prin intermediul lor, elevii explorează fenomene complexe într-un mod interactiv și accesibil. Profesorul devine ghidul care facilitează această învățare prin descoperire și experimentare digitală.

Bibliografie

1. *Curriculum național. Fizică*. Chișinău : Lyceum, 2020. 108 p. ISBN 978-9975-3437-5-6. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_gimnaziu_ro.pdf
2. Alexandru, M., Aramă, A., Gheorghe, O., Velea, S. *Tehnologie digitală și creativitate didactică*. Editura universitară, 2020 ISBN 978-606-28-1201-0. Disponibil: https://www.editurauniversitara.ro/stiinte-ale-educatiei-43/tehnologie-digitala-si-creativitate-didactica.html .
3. Istrate, O., Velea, S., Ceobanu, C., *Pedagogie digitală.* Polirom București, 2025, p.248. ISBN 978-630-34-4115-3. Disponibil: https://librarius.md/ro/book/pedagogie-digitala-772159

CZU: 37.016:53+57+54+61:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p450-454

ABORDAREA INTERDISCIPLINARITĂŢII LA PREDAREA FIZICII CU BIOLOGIA, CHIMIA ŞI MEDICINA

Andrei PETRUŞCA, profesor de fizică
https://orcid.org/0009-0008-8748-9254
e-mail: petrusca.an@gmail.com
Elena PETRUŞCA, profesor de fizică
https://orcid.org/0009-0004-6360-5258
e-mail: petruscae@gmail.com
IPLT„Principesa Natalia Dadiani”
Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.,
https://orcid.org/:0000-0002-1752-5386
e-mail: postolachi.igor@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. În acest articol este descrisă abordarea interdisciplinarității în predarea fizicii în corelație cu biologia, chimia și medicina în cadrul lecțiilor de fizică. De asemenea, se evidențiază dezvoltarea unei resurse educaționale axate pe relațiile interdisciplinare dintre disciplinele științelor naturii, cu scopul de a consolida relevanța și aplicabilitatea conținuturilor studiate.
Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, fizică, chimie, biologie, biofizică, medicină nucleară.

Abstract. This article describes the interdisciplinary approach to teaching physics together with biology, chemistry, and medicine in contemporary physics classes. The development of an educational resource focused on interdisciplinary connections across natural sciences is also highlighted, aiming to enhance the relevance and applicability of the curriculum.
Keywords: interdisciplinarity, physics, chemistry, biology, biophysics, nuclear medicine.

Nu poți învăța pe cineva nimic, îl poți doar ajuta să descopere singur.
Galileo Galilei

Din an în an progresul tehnico – ştiinţific şi noile tehnologii avansează cu paşi rapizi, respectiv, şi sistemul de învăţământ trebuie să se adapteze la noile condiţii astfel, ca absolvenţii liceelor să fie în stare să facă faţă noilor cerinţe cu care se vor întâlni ulterior în viaţă. Instruirea elevilor numai în baza predării clasice a obiectelor nu poate să asigure o pregătire suficientă a viitorilor absolvenţi pentru viaţă. Ieşirea din această situaţie este de a efectua o instruire a elevilor nu numai la obiectul predat dar şi în afara lui, adică de implimentat interdisciplinaritatea.

Implementând interdisciplinaritatea în procesul de instruire a elevilor, vom crea un progres în procesul de studii nu numai al fizicii, dar şi a altor discipline şcolare la elevi. Utilizarea interdisciplinarității în prezent este necesară, deoarece ea este unica cale de soluţionare a situaţiei prezente din învăţământ. Prin intermediul interdisciplinarității profesorul poate să “treacă granițele dintre diferite discipline școlare” și să nu formeze la

elevi cunoștințe separate și inaplicabile. Cunoştinţele acumulate de elevi prin intermediul interdisciplinarităţii îl ajută pe elev la crearea unei adevărate realităţi atât din domeniul ştiinţei cât şi din viaţa reală. Luând în consideraţie situaţia curentă din învăţământ, profesorul nu poate să implimenteze complet interdisciplinaritatea, și să continuie procesul de instruire precedent. Va avea succese acel profesor, care va fi în stare să îmbine iscusit instruirea obişnuită cu interdisciplinaritatea.

Implementarea interdisciplinarității, în procesul de instruire, poate fi atât numai între două discipline cât și între mai multe discipline. În cazul implimentării interdisciplinarității între două discipline ea va decurge printr-o comunicare, referat sau prezentare Powerpoint. Rezultatele cele mai înalte, profesorii vor obţine implimentând interdisciplinaritatea în cazul când tema studiată se conţine la mai multe discipline studiate de elevi. În acest caz elevii vor obţine un tablou complet şi profund la tema (fenomenul) studiat. Implimentarea interdisciplinarităţii în procesul de instruire la fizică formează o interacţiune directă dintre competenţele şi conţinurile dintre două sau mai multe discipline, dezvoltând la elevi cunoştinţe şi competenţe mult mai avansate ca în cazul instruirii clasice. Utilizarea interdisciplinarităţii în procesul de instruire formează la elevi abilităţi de selectare şi prelucrare a informaţiilor din diferite surse extraşcolare. Observăm, că astfel interdisciplinaritatea lărgeşte aria câmpului de cunoaştere la elevi.

În continuare vom descrie succint cum noi cadrele didactice implementăm interdisciplinaritatea la lecţiile de fizică. Studiul capitolelor la fizică: „Teoria cinetico-moleculară", „Lichide şi solide. Transformări de fază", „Electrostatica" (Temele: "Substanţele cristaline şi amorfe. Cristale lichi-de". „Defectele în cristale". „Explicarea electrizării corpurilor"), clasele a VI-a; VIII-a și a XI-a) sunt necesare cunoașterea profundă a unor teme de la chimie: „Corpuri fizice. Substanţe"; „Atomul". La studiul capitolului „Curentul electric în diferite medii" (Temele: „Conducţia electrică a metalelor". „Disocierea electrolitica. Electroliza". „Conducţia substanţelor semicon-ductoare", cl. XI-a) la fizică, de asemenea sunt necesare, acele cunoştinţe primite anterior la chimie la temele: "Valența" "Disocierea electrolitică", "Reacțiile de oxido-reducere", "Legăturile: chimice, covalentă, ionică, metalică"). Studiind la fizică (clasa XII-a) capitolele: "Elemente de fizică a atomului", "Elemente de fizică a nucleului atomic", "Fizica particulelor elementare" (Temele: "Modelul cuantic al atomului", „Spectre, tipuri de spectre", „Nucleul atomic, structura nucleului", „Dezintegrarea radioactivă", „Reacții nucleare") sunt necesare cunoștințele acumulate anterior la chimie la temele: "Atomul", "Structura învelișurilor electronice", "Configuraţiile electronice". Studiind la fizică "Mecanismele simple" (clasa VII-a), paralel cu aplicațiile lor în tehnică avem posibilitatea de a arăta aceste aplicaţii şi la organele locomotorii la om şi animale (biologie/medicină). Circulaţia lichidelor prin ţevi studiată la fizică are tangenţă cu circulaţia sângelui prin vasele sangvine studiată la bilogie, măsurarea presiunii la circulaţia lichidelor prin conducte are tangenţă

cu măsusarea tensiunii arteriale la circulaţia sângelui în vasele sangvine la om şi animale. Fenomenul de adeziune studiat la fizică în clasa XI-a are tangenţă cu alimentarea plantelor/copacilor cu apă şi substanţe nutritive, care circulă prin fibrele tulpinelor plantelor şi copacilor.

Noi profesorii, când predăm aceste teme la fizică, amintim/explicăm dacă este necesar temele de la chimie/biologie, apoi urmează studiul independent şi aprofundat al temelor de la fizică de către elevi. Elevii pregătesc proiecte, referate sau comunicări, utilizând literatura suplimentară (biblioteca, Internetul, ...). Cadrele didactice, de asemenea trebuie să se reformeze, ca să poată să facă faţă noilor cerinţe ale societăţii.

În continuare, vom descrie cum implimentăm interdisciplinaritatea la ciclul gimnazial şi liceal. Clasa IX-a (ciclul gimnazial), tema: „Ochiul – sistem optic natural. Defectele vederii". Pentru pregătire elevilor li se acordă aproximativ 7 zile. Unul din elevii din clasă pregăteşte informaţia necesară la decrierea ochiului ca organ biologic, alt elev pregăteşte informaţia, cum ochiul este un sistem optic din punct de vedere al fizicii, iar alt elev pregăteşte informaţia ce descrie defectele vederii şi cum ele sunt corectate cu ajutorul lentilelor. Primilor doi elevi le este mai uşor să pregătească informaţia, pe când ultimul v-a trebui să caute informaţia ce explică acţiunile medicului oculist asupra pacientului. Clasa XI-a (ciclul liceal), capitolul „Curentul electric în diferite medii". Elevii implicaţi au la dispoziţie nu mai puţin de 10 zile, adică pregătirea se începe spre finele predării acestui capitol. Un grup de elevi sunt implicați cu temele de la chimie: "Valența" "Disocierea electrolitică. Electroliza", "Reacțiile de oxido-reducere"; alt grup de elevi cu temele: „Cristale", "Legăturile: chimice, covalentă, ionică, metalică"; „Conducția electrică a metalelor"; „Conducția substanțelor semiconductoare"; alt grup de elevi cu aplicațiile în tehnică a: electrolizei, conducția electrică a metalelor, conducția substanțelor semiconductoare (dioda semiconductoare, dioda Zenner, termistorul, fotorezistorul, dioda LED, tranzistorul, circuite integrate, ...); alt grup de elevi cu aplicaţiile: descărcării în gaze, curentul electric în vid (indicatoare cu consum mic de energie electrică, tuburi de reclamă, tuburile electronice cu vid, tuburile osciloscop şi cinescop, ...); alt grup de elevi cu aplicaţiile în biologie/medicină (curs avansat): neurobiologie (studiul sistemului nervos cu implicarea mai multor discipline inclusiv fizica, chimia, informatica). Clasa IX-a (ciclul gimnazial), temele: "Aplicațiile radiațiilor electromagnetice în tehnică"; "Influienţa radiaţiilor electromagnetice asupra organizmelor vii"; " Aplicaţiile radiaţiilor electromagnetice în medicină" elevii se pregătesc conform nivelului de cunoştinţe pe care le posedă, informaţia pe care o prezintă poartă un caracter general. În ciclul liceal elevii la aceste teme aprofundează mult cunoştinţele din ciclul gimnazial. De exemplu la tema "Aplicațiile radiațiilor electromagnetice în tehnică" elevii prezintă o informaţie mult mai profundă decât în ciclul gimnazial. La această temă elevii prezintă informaţii, care descriu

domeniile de aplicaţii ale undelor electromagnetice de frecvenţe superânalte (telefonie mobilă, aplicaţii militare, radioastronomia, ...).

La tema „Influienţa radiaţiilor electromagnetice asupra organismelor vii" elevii selectează și prezintă informații care necesită cunoștințe profunde din domeniile fizicii, biologiei şi medicinii. Cunoaşterea acestei materii este necesară pentru elevi, pentru ca să-şi securizeze sănătatea în caz dacă va fi supus la radiaţii electromagnetice de intensitate înaltă. Referitor la tema "Aplicaţiile radiaţiilor electromagnetice în medicină", elevii studiază o materie puţin studiată în liceu, dar foarte necesară penrtu ei, deoarece este bazată pe studiul obiectelor fizică, biologie şi chimie. Informaţia profundă pe care o prezintă elevii din domeniul aplicării ultrasunetului în medicină (investigaţii şi tratarea maladiilor cu ultrasunet, tratarea maladiilor cu curenţi de joasă şi înaltă frecvenţă, ...) sau rezonanţa magnetică (rezonanța magnetică este o metodă imagistică medicală neinvazivă care folosește un câmp magnetic puternic și unde radio pentru a crea imagini detaliate ale organelor, țesuturilor moi și structurilor din corp.) are o mare importanţă în viitor pentru elevi, iar pentru unii poate servi şi un impuls în alegerea profesiei. La studiul capitolului „Elemente de fizică a nucleului atomic. Particulele elementare", de asemenea, implicăm elevii din ciclul gimnazial și liceal. În ciclul gimnazial sunt incluse temele: „Efectele biologice ale radiaţiilor nucleare asupra organizmelor vii şi protecţia contra lor", „Utilizarea energiei nucleare". Elevilor din ciclul liceal la temele precedente se mai includ următoarele teme: „Aplicarea izotopilor în diverse domenii", „Catastrofe nucleare: Cernobâl şi Fukushima", „Impactul utilizării tehnologiilor nucleare. Aplicarea unor măsuri de protecţie al mediului şi propriei persoane împotriva radiaţiilor nucle-are", „Cooperarea internaţională în scopul explorării paşnice a potenţialului nuclear". Temele propuse în clasa a IX-a sunt propuse cu scopul de ai familiariza pe elevi cu importanţa utilizării energiei nucleare şi ce măsuri trebuie să utilizeze împotriva radiaţiilor în caz de catastrofe nucleare. Temele propuse în ciclul liceal aprofundează temele din ciclul gimnazial, iar cele adăugate în clasa a XII-a lărgesc aria de utilizare a energiei şi radiaţiilor nucleare. La această etapă elevii se vor familiariza cu aplicarea fenomenului radioactivităţii în diverse domenii (tehnică, arheologie, agricultură, ..) inclusiv şi în medicină nucleară.

Concluzii

Din această descriere, cum noi "încercăm să implementăm interdisciplinaritatea la lecțiile de fizică", am depistat următoarele:

- crește interesul elevilor la studiul fizicii;
- procesul de instruire este centrat pe elev;
- procesul de instruire este însoţit de legătura fizicii cu alte obiecte;
- oferă elevului cunoștințe necesare în viitor la studiu pe specialitate şi în viaţă;

- profesorul de fizică trebuie să posede cunoştinţe din diferite domenii ştiinţifice şi tehnice.

Problemă. La fiecare persoană, cunoștințele despre lumea înconjurătoare îi modelează în mare măsură atitudinea ei față de aceasta și îi influențează calitățile morale. În instituțiile de învățământ preuniversitare la diferite discipline se studiază o gamă largă de materii despre natură, fiecare cu propriile legi și cu specificul său. Educația este fragmentată, fenomenele naturale fiind examinate din diferite perspective, dar nu ca un sistem unificat: lecțiile de fizică se concentrează pe fenomene și procese fizice, lecțiile de chimie se concentrează exclusiv pe procesele chimice, iar lecțiile de biologie se concentrează pe același fenomen natural doar din perspectiva științelor biologice. Școlile practic nu au materiale didactice despre conexiunile interdisciplinare. O analiză a conținutului ariilor educaționale școlare arată că educația de astăzi este prost organizată din punct de vedere pedagogic, o „împrăștiere de idei" necoordonată, care sunt în primul rând informaționale și bazate pe referințe.

Obiectiv: crearea unui ghid electronic de referință despre conexiunile interdisciplinare în lecțiile de fizică, chimie și biologie sub formă de prezentări.

Sarcini:

1. Studierea aspectului metodologic al utilizării conexiunilor interdisciplinare.
2. Dezvoltarea înțelegerii holistice a elevilor asupra lumii din jurul lor, bazată pe materiale, instrumente și metode integrate din trei discipline, asigurând dobândirea de cunoștințe în științele naturii într-o manieră unificată și holistică.
3. Dezvoltarea unei versiuni electronice a unei resurse despre conexiunile interdisciplinare, care să rezume materiale tematice din chimie, fizică și biologie, și care să poată fi extinsă periodic pe măsură ce se acumulează material nou.

Rezultat așteptat:

O resursă electronică despre conexiunile interdisciplinare din lecțiile de fizică, chimie, și biologie, care să poată fi extinsă pe măsură ce se acumulează material nou, adică actualizată la discreția profesorului care o utilizează.

Bibliografie

1. PETRESCU, P., POP, V. Transdisciplinaritatea - o nouă abordare a situațiilor de învățare. Bucureşti: E.D.P., 2007.
2. Curriculum naţional, Fizică, clasele VI-IX, Chişinău, 2020.
3. Curriculum naţional, Fizică, astronomie clasele X-XII, Chişinău, 2020.
4. Curriculum naţional, Chimie, clasele X-XII, Chişinău, 2020.
5. Curriculum naţional, Bilogie, clasele X-XII, Chişinău, 2020.

CZU: 531/534 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p455-462

APLICAREA DIAGRAMELOR TEMPERATURĂ – TIMP LA REZOLVAREA PROBLEMELOR DE CALORIMETRIE

Mihail POPA, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0001-8282-8490
e-mail: miheugpopa@yahoo.com
Departamentul Fizică, Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. Articolul respectiv își propune scopul să prezinte utilizarea diagramelor temperatură-timp la rezolvarea reușită a problemelor de calorimetrie.
Cuvinte cheie: probleme, temperatură, gheață, apă.

Abstract. The purpose of this article is to present the use of temperature-time diagrams in the successful solution of calorimetry problems.
Keywords: problems, temperature, ice, water.

Introducere

La rezolvarea multiplelor probleme de fizică este suficientă rezolvarea următorului algoritm bine-cunoscut: formularea modelului fizic a fenomenului sau procesului precăutat, transcrierea lui în limbajul legilor și corelațiilor fizice, compunerea sistemului de ecuații, rezolvarea lui în formă generală și în ultima etapă realizarea calculului cantitativ [1-4].

Însă din practica, uneori se întâlnesc probleme, în care este util inițial să se facă unele estimări cantitative și de rezultatul lor va depinde alegerea finală a modelului fizic al fenomenului fizic, cât și rezolvarea matematică respectivă. În caz contrar, ori problema nu se rezolvă, ori se obțin rezultate care nu corespund adevărului sau se obțin rezultate contraversate [5-18].

În calitate de exemple vom precăuta problemele de calorimetrie, în care are loc schimbul de căldură în sisteme închise. Astfel de probleme nu prezintă careva dificultăți, când în condiții sunt indicate informații despre starea de agregare a sistemului după stabilirea echilibrului termodinamic sau când informația respectivă poate fi obținută realizând calcule calitative simple. Vom prezenta câteva exemple:

Probleme analizate și rezolvate

***Problema* 1**. *Într-un calorimetru de cupru cu masa* $m_1 = 100\ g$ *se află* $m_2 = 1\ kg$ *de apă la temperatura* $t_1 = 20^0C$. *În apă se dă drumul la o bucată de plumb cu masa* $m_3 = 2\ kg$ *la temperatura* $t_3 = 90^0C$. *Până la ce temperatură se va încălzi apa ?* [19].

Analiză preventivă: Apa și calorimetrul se aflau în echilibru termic, deaceea ele inițial aveau temperaturi egale: $t_1 = t_2 = 20^0C$. La introducerea în apa a corpului din plumb cu

temperatura de 90^0C, are loc schimbul de căldură dintre apă și plumb. Plumbul se va răci, iar apa se va încălzi. În acest proces participă și calorimetrul, care la fel se va încălzi ca și apa.

Analiza cantitativă:

Variația temperaturii corpurilor cu timpul poate fi reprezentată cu ajutorul graficul dependenței *t(τ)*. Segmentul AB corespunde variației temperaturii corpului din plumb. În acest proces plumbul, răcindu-se, cedează cantitatea de căldură Q_3.

Cele două segmente CB corespund variației temperaturii calorimetrului și apei, ceea ce demonstrează că pentru încălzirea calorimetrului și apei sunt necesare cantitățile de căldură Q_1 și Q_2, care și sunt absorbite de corpurile respective (Fig. 1.1).

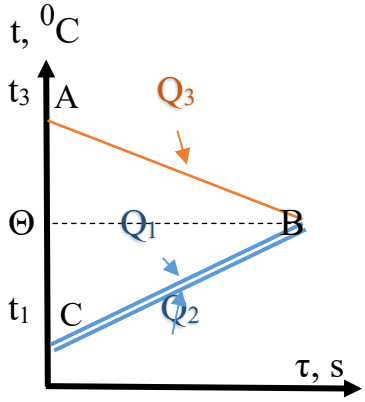


Figura 1.1.

Rezolvarea finală: Vom rezolva problema scriind ecuația echilibrului termic în forma următoare:

$$Q_{ced} = Q_{prim} \text{ sau } Q_1 + Q_2 = Q_3, \quad (1.1)$$

$$c_1m_1(\Theta - t_1) + c_2m_2(\Theta - t_2) = c_3m_3(t_3 - \Theta). \quad (1.2)$$

După mai multe transformări, obținem:

$$\Theta = \frac{c_1m_1t_1 + c_2m_2t_2 + c_3m_3t_3}{c_1m_1 + c_2m_2 + c_3m_3} \approx 24\ ^\circ\text{C}. \quad (1.3)$$

Problema 2. *Într-un calorimetru ideal, în care se află* $m_1 = 500\ g$ *de apă la temperatura* $t_1 = 20^0C$ *se pune o bucată de gheață la temperatura* $t_2 = 0^0C$. *Ce cantitate minimă de gheață este necesară pentru ca temperatura amestecului din calorimetru să devină* $\Theta = 0^0C$? *Căldura specifică a apei este 4200 J/(kg·K), iar căldura latentă de topirea a gheții* - $3{,}34 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}$ [20].

Rezolvare:

Variația temperaturii corpurilor cu timpul *t (τ)* este reprezentată în Fig. 2.1. Procesul are loc în calorimetrul ideal, deaceea schimbul de căldură are loc doar dintre apă și gheață, iar ecuația calorimetrică este

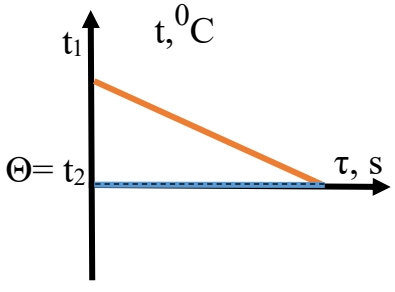


Figura 2.1.

$$Q_{ced} = Q_{prim} \text{ sau } Q_1 = Q_2, \quad (2.1)$$

Cantitatea de căldură cedată de apă este

$$Q_1 = c_1m_1(t_1 - \Theta). \quad (2.2)$$

Cantitatea de căldură primită de gheață este

$$Q_2 = \lambda_2m_2. \quad (2.3)$$

Obținem:

$$\lambda_2 m_2 = c_1 m_1 (t_1 - \Theta), \tag{2.4}$$

de unde

$$m_2 = \frac{c_1 m_1 (t_1 - \Theta)}{\lambda_2} \approx 0{,}126\ kg = 126g. \tag{2.5}$$

Mult mai complicată este rezolvarea problemei, în cazul în care în contact termic intră substanțe cu diferite stări de agregare și în care nu se știe direct starea de agregare după stabilirea echilibrului termic. Aici sunt necesare un șir de calcule calitative preventive.

***Problema* 3**. *Într-un calorimetru se află apă cu masa* $m_1 = 2\ kg$ *la temperatura* $t_1 = 5^0C$. *În acesta se dă drumul la o bucată de gheață cu masa* $m_2 = 5\ kg$ *la temperatura* $t_2 = -40^0C$. *Ce temperatură se va stabili în stare de echilibru termodinamic ? Câtă gheață va rămâne în calorimetru după contactul termic ? Se neglijează capacitatea calorică a calorimetrului* [21].

Analiză preventivă: În caz general, folosind algoritmul descris mai sus, problema nu poate fi rezolvată – nu se cunoaște starea de agregare finală. Iar variante posibile de rezolvare există 5 la număr. Vom analiza fiecare din aceste variante, folosind pentru vizualizare graficele dependenței temperaturii corpurilor **t** de cantitatea de căldură primită sau cedată ***Q***:

1) Gheața se încălzește până la 0^0C, se topește, și apa obținută din el se încălzește până la temperatura $\Theta > 0^0C$, iar apa "caldă" (cu $t_1 = 5^0C$) se răcește până la aceiași temperatură Θ (Fig. 3.1).
2) Gheața se încălzește până la $\Theta = 0^0C$ și în întregime se topește, iar apa inițială care se află în vas se răcește până la 0^0C (Fig. 3.2).
3) Apa se răcește până la $\Theta = 0^0C$, iar gheața se încălzește la 0^0C, și schimbul de căldură se întrerupe (Fig. 3.3).
4) Gheața se încălzește până la $\Theta = 0^0C$, apa se răcește la 0^0C și apoi îngheață (Fig. 3.4).
5) Apa se răcește până la 0^0C, se cristalizează, și gheața obținută se răcește până la temperatură $\Theta < 0^0C$. Gheața aflată la temperatura t_2, se încălzește până la temperatura $\Theta < 0^0C$ (Fig. 3.5).

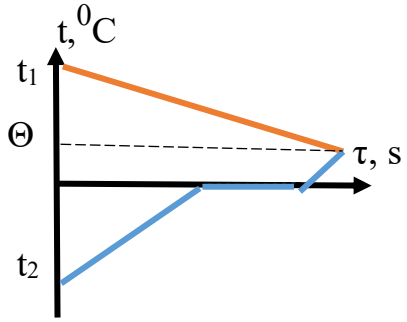


Figura 3.1.

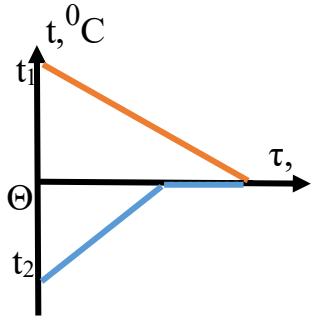


Figura 3.2.

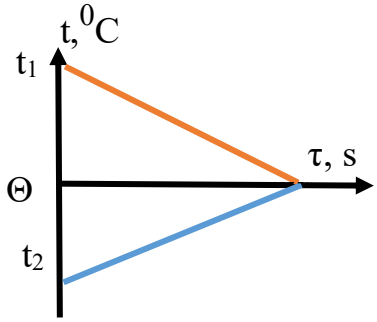


Figura 3.3.

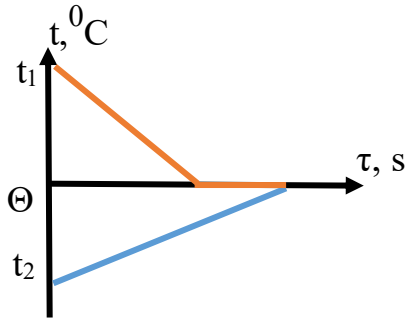


Figura 3.4.

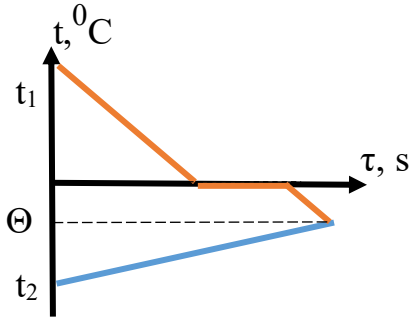


Figura 3.5.

Calculul preventiv: Mai departe efectuăm calcule cantitative și estimăm care din variante se realizează.

Cantitatea de căldură, degajată la răcirea apei de la 5^0C la 0^0C este

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_1 - 0) = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 2\ kg \cdot 5K = 42000\ J.$$

Cantitatea de căldură, necesară pentru încălzirea gheții de la -40^0C la 0^0C, este

$$Q_2 = c_2 m_2 (0 - t_2) = 2100 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 5\ kg \cdot 40K = 420000\ J,$$

ceea ce este de 10 ori este mai mare decât Q_1.

Presupunere: Să presupunem că apa care se răcește toată se cristalizează la 0^0C. Calculăm cantitatea de căldură degajată:

$$Q_3 = \lambda m_1 = 3{,}34 \cdot 10^5 \frac{J}{kg} \cdot 2\ kg = 668000\ J.$$

Concluzie finală: Se observă că

$$Q_1 + Q_3 = 710000\ J > Q_2 = 420000\ J.$$

Rezultă, că apa se răcește până la 0^0C și doar *o parte din ea* se cristalizează, pe contul căruia gheața, aruncată în lichid, se încălzește până la 0^0C. Astfel, schimbul de căldură încetează. Cu alte cuvinte, se realizează fenomenul indicat în Fig. 3.4.

Astfel, temperatura rezultantă a sistemului este $\Theta = 0^0C$. Și acum putem determină câtă gheață va fi în calorimetru ?

Rezolvarea finală a problemei: Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea gheții până la 0^0C *este*

$$Q^{/} = c_2 m_2 (0 - t_2).$$

Cantitatea de căldură, eliminată de apa care se răcește și parțial de apa care se cristalizează este

$$Q^{//} = c_1 m_1 (t_1 - 0) + \lambda m_3,$$

unde m_3 – masa apei ce se cristalizează.

Conform legii conservării energiei (ecuația echilibrului termic) $Q^{/} = Q^{//}$ și obținem

$$-c_2 m_2 t_2 = c_1 m_1 t_1 + \lambda m_3.$$

De unde, rezultă: $m_3 = (-c_2 m_2 t_2 - c_1 m_1 t_1)/\lambda$, iar masa totală a gheții din vas va fi:

$$m_g = m_2 + m_3 = m_2 + (-c_2 m_2 t_2 - c_1 m_1 t_1)/\lambda \approx 6{,}1\ kg.$$

***Problema* 4**. *Într-un vas cu capacitatea calorică* $C_1 = 1{,}7\frac{kJ}{K}$ *la temperatura* $t_1 = 20^0C$ *se dă drumul la o bucată de gheață cu masa* $m_2 = 56\ g$ *la temperatura* $t_1 = -8^0C$. *Ce temperatură se va stabili în calorimetru ?* [21]

Rezolvare: Analog ca și la problema precedentă, se realizează etapa analizei și discuțiilor preventive.

Conform figurii 4.1 gheața se încălzește până la 0^0C, se topește, și apa obținută din el se încălzește până la temperatura $\Theta > 0^0C$, vasul "cald" (cu $t_1 = 20^0C$) se răcește până la aceiași temperatură Θ.

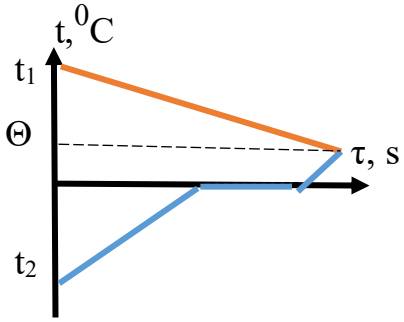


Figura 4.1.

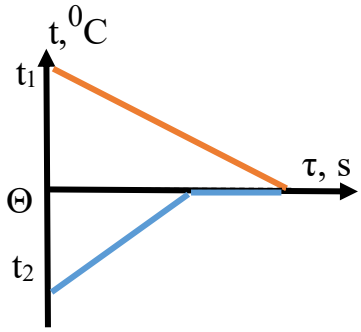


Figura 4.2.

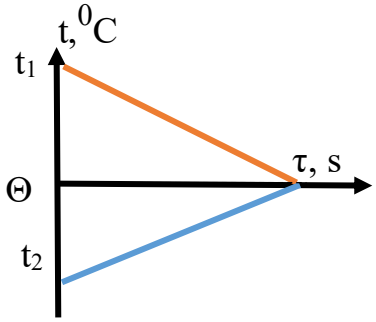


Figura 4.3.

Conform figurii 4.2 gheața se încălzește până la $\Theta = 0^0C$ și în întregime se topește, iar vasul se răcește până la 0^0C.

Conform figurii 4.3 vasul se răcește până la $\Theta = 0^0C$, iar gheața se încălzește până la 0^0C, și schimbul de căldură se întrerupe.

Vom trece la calculul preventiv. Calculăm cantitatea de căldură, care poate fi cedată de vas la răcirea până la 0^0C :

$$Q_1 = C_1 t_1 = 1{,}7 \cdot 10^3\ \frac{J}{K} \cdot 20\ K = 34000\ J.$$

Determinăm cantitatea de căldură, care ar fi necesară pentru încălzirea gheții până la 0^0C :

$$Q_2 = c_2 m_2 (0 - t_2) = 2100\ \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 0{,}056\ kg \cdot 8K \approx 941\ J.$$

Observăm că $Q_2 < Q_1$, rezultă că o parte din căldura cedată de vas se ca cheltui pentru topirea gheții la 0^0C. Calculăm căldura necesară pentru topirea totală a gheții:

$$Q_3 = \lambda m_2 = 3{,}34 \cdot 10^5\ \frac{J}{kg} \cdot 0{,}056\ kg = 18704\ J.$$

Rezultă că cantitatea de căldură cedată de vas (Q_1) este de circa două ori mai mare decât cantitatea de căldură consumată pentru încălzirea și topirea gheții ($Q_2 + Q_3$). Aceasta

ne conduce la ideea că apa obținută din topirea gheții se mai încălzește până la temperatura $\Theta > 0$. Mai departe, rezolvarea care urmează este destul de simplă:

Căldură, cedată la răcirea vasului până la temperatura finală $\Theta > 0$ este

$$Q^I = C_1(t_1 - \Theta).$$

Cantitatea de căldură, necesară pentru încălzirea gheții pînă la 0^0C, topirea completă a ei și încălzirea apei provenite din gheață se determină prin formula

$$Q^{II} = c_2 m_2(0 - t_2) + \lambda m_2 + c_a m_2(\Theta - 0),$$

unde $c_a = 4200\ J/(kg \cdot K)$ – căldura specifică a apei. Conform legii conservării energiei ($Q^I = Q^{II}$) obținem

$$C_1(t_1 - \Theta) = m_2[-c_2 t_2 + \lambda + c_a \Theta],$$

de unde, obținem

$$\Theta = \frac{C_1 t_1 - m_2(\lambda - c_2 t_2)}{C_1 + c_a m_2} \approx 8{,}5\ ^\circ\text{C}.$$

Probleme pentru rezolvare individuală

1. *Într-un vas cu capacitatea calorică* $C = 760\frac{J}{K}$, *se conține* $m_1 = 200\ g$ *de apă la temperatura* $t_1 = 20^0C$, *se dă drumul la o bucată de gheață cu masa* $m_2 = 100\ g$ *la temperatura* $t_2 = -10^0C$. *Ce temperatură se va stabili în stare de echilibru termodinamic ? Câtă apă va rămâne în calorimetru ?*

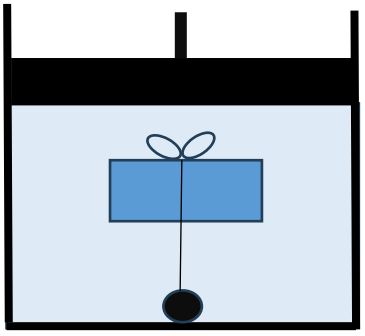


Figura 6.1.

2. *Într-un vas, în care se află* $m_1 = 1\ kg$ *de apă la temperatura* $t_1 = 30^0C$, *se dă drumul la o bucată de gheață cu masa* $m_2 = 0{,}2\ kg$ *la temperatura* $t_2 = 0^0C$ *și prin intermediul unui fir la o bilă metalică cu masa* $m_3 = 30\ g$, *temperatura* $t_3 = 0^0C$ *și căldura specifică* $c_3 = 800\ g$, *astfel încât gheața se cufundă complet în apă (Fig. 6.1). Apoi vasul se închide cu un piston termoizolant imponderabil cu aria secțiunii transversale a pistonului* $S = 100\ cm^2$. *Cu cât se va deplasa poziția pistonului în procesul de stabilire a echilibrului termodinamic ? Care va fi temperatura finală în vas ?*
3. *Într-un vas cu capacitatea calorică* $C = 200\frac{J}{K}$ *la temperatura* $t_1 = 200^0C$ *se toarnă* $m_2 = 0{,}1\ kg$ *de apă la temperatura* $t_2 = 60^0C$ *și se închide cu un piston termoizolant. Cum se va modifica poziția pistonului în procesul de stabilire a echilibrului termodinamic, dacă aria secțiunii transversale a pistonului* $S = 100\ cm^2$?
4. *Un vas cu volumul* $V = 10\ l$ *se umple cu aer uscat la temperatura* $t_1 = 20^0C$ *și presiunea* $p_1 = 10^5 Pa$. *Care va fi presiunea aerului uscat, dacă în vas se introduce*

$m_2 = 10\ g$ *de apă și se încălzește conținutul vasului până la temperatura* $t_2 = 100\ ^0C$?

Concluzii

1. La rezolvarea problemelor referitoare la echilibru termic, inițial, cel mai bine este să se construiască diagramă de stare, în care să ilustrăm toate fenomenele termice care ar putea avea loc. Dacă nu se cunoaște starea finală, trebuie să construim mai multe diagrame de stare.
2. Apoi, trebuie să facem o estimare a căldurilor degajate în fiecare transformare și să determinăm stărea finală de echilibru a sistemului.
3. În următoarea etapă vom exprima căldura cedată și cea primită și le vom egala, adică obținem ecuația calorimetrică, din care determinăm mărimea fizică cerută în problemă.
4. Etapele de mai sus ne permit să rezolvăm orice problemă de calorimetrie, cu orice grad de dificultate.

Bibliografie

1. MARINCIUC, M., RUSU Sp. *Fizică*, *manual pentru clasa a 10-a*, *Profil real. Profil umanist*. Chişinău: Ştiinţa, 2012.
2. MARINCIUC, M., et. al. *Fizică*, *culegere de probleme pentru clasa a 10-12.* Chişinău: Lyceum, 2012.
3. HRISTEV, A., et. al, *Probleme de fizică pentru clasele IX-X*, Chişinău: Lumina, 1996.
4. RÎMKIEVICI, A.P. *Culegere de probleme de fizică, pentru clasele IX-XI*. Chişinău: Lumina, 1992.
5. POPA, M. Aplicarea metodei grafice la rezolvarea unor probleme din compartimentul Mecanica. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*, Ed. Ediţia a 4-a, 1-2 noembrie 2024. Chişinău: CEP UPSC, pp. 407-413.
6. POPA, M. *Aplicarea legii conservării energiei la rezolvarea problemelor din Electrostatică (I)*, Fizica şi tehnologiile moderne. Chișinău, 2012. vol.10, Nr. 1-2 (37-38), pp. 24 -30.
7. POPA, M. *Aplicarea legii conservării energiei la rezolvarea problemelor din Electrostatică (II)*, Fizica şi tehnologiile moderne. Chișinău, 2012. vol.10, 3-4 (39-40), pp. 41 -50.
8. POPA, M. Aplicarea algoritmului la rezolvarea problemelor de fizică. În: *Revista de Fizică Evrika*!, 2013, Nr. 7-8 (275-276), pp. 11-13.
9. POPA, M. *Aplicarea legii conservării energiei la interacţiunea sarcinilor electrice punctiforme (I)*, Revista de Fizică *Evrika*!, 2014, Nr. 10 (290), pp.14-19.

10. POPA, M. *Aplicarea legii conservării energiei la interacţiunea sarcinilor electrice punctiforme (II)*, Revista de Fizică *Evrika*!, Brăila, 2015, Nr. 4 (296) pp. 19-25.
11. POPA, M. *Probleme experimentale, probleme calitative şi întrebări ilustrative la „Legea lui Arhimede şi condiţiile de plutire ale corpurilor”,* Revista de Fizică *Evrika*!, Brăila, 2015, Nr. 11 (303), pp. 39-43.
12. POPA, M. *Circuite electrice liniare infinite în probleme şi rezolvări,* Revista de Fizică şi Matematică aplicată „Cygnus”, 2015, nr. 2 (23) pp. 25-30.
13. POPA, M. *Aspecte practice la rezolvarea problemelor dificile cu condensatoare conectate în circuite de curent continuu,* Materialele Conferinţei Ştiinţifice Internaţionale „Învăţământul de performanţă la disciplinele din ariile curriculare Ştiinţe ale Naturii. Obiective. Strategii. Perspective” din 25-28 septembrie 2014, Chişinău, Universitatea de Stat din Tiraspol, 2015, Vol. I, pp. 215-224.
14. POPA, M. *Metode de calcul a rezistenţelor echivalente ale circuitelor electrice liniare infinite,* Materialele Conferinţei Ştiinţifice Internaţionale „Învăţământul de performanţă la disciplinele din ariile curriculare Ştiinţe ale Naturii. Obiective. Strategii. Perspective” din 25-28 septembrie 2014, Chişinău, Universitatea de Stat din Tiraspol, 2015, Vol. I, pp. 225-230.
15. POPA, M. *Metoda unirii nodurilor echipotenţiale utilizată la calculul circuitelor electrice de curent continuu*, Revista de Fizică şi Matematica aplicată „Cygnus”, Nr. 1/2016, pp. 37-42.
16. POPA, M. *Metoda separării nodurilor echipotenţiale utilizată la calculul circuitelor electrice de curent continuu*, Revista de Fizică şi Matematica aplicată „Cygnus”, Nr. 2/2016, pp. 5-9.
17. POPA, M. *Taxonomia problemelor de fizică la mişcarea unui corp pe traiectorii parabolice*, Revista de Fizică Evrika!, Nr. 4 , 2017, pp. 3-7.
18. POPA, M.*O clasificare a problemelor grafice de la capitolul: „Fizică moleculară şi termodinamică”,* Revista de Fizică Evrika!, Nr. 4-5-6, 2019, pp. 7-13.
19. Тепловые явления. Уравнения теплового баланса [online] [accesat pe 10 august 2025]. Disponibil: https://3.shkolkovo.online/catalog/3164?utm_ referrer= https%3A %2F%2Fwww.google.com%2F
20. Задачи на уравнения теплового баланса [online] [accesat pe 11 august 2025]. Disponibil: https://physics-lab.ucoz.ru/publ/physics task/8_klass _zadachi_na_raschet_kolichestva_teploty/uravnenie_teplovogo_balansa/44-1-0-132
21. КОРЖУЕВ, А. Избранные задачи по термодинамике. În: *Квант*, 1992, Nr. 6, стр. 54-58.

CZU: 378(478):53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p463-467

95 ANI - CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ, FORMAREA CADRELOR LA CATEDRELE DE FIZICĂ

Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/:0000-0002-1752-5386
e-mail: postolachi.igor@upsc.md
Catedra Matematică și Fizică
Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău

Rezumat. În octombrie 2025 Facultatea de Fizică Matematică și Tehnologii Informaționale a sărbătorit un eveniment remarcabil – aniversarea a 95 de ani de la fondare. Cu această ocazie, în materialul ce urmează este prezentată activitatea ştiinţifico-didactică a catedrelor de Fizică pe parcursul acestor ani.
Cuvinte cheie: Facultatea de Fizică Matematică și Tehnologii Informaționale, catedră de fizică, 95 de ani de la fondare.

Abstract. In October 2025, the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies celebrated a remarkable event – the 95th anniversary of its founding. On this occasion, the following material presents the scientific and didactic activity of the Physics Departments during these years.
Keywords: Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, Physics Department, 95th anniversary of its founding.

În august 1930, printr-o rezoluție a Comitetului Regional de Partid a Moldovei și a Guvernului ASSR Moldovenești, s-a adoptat o decizie de deschidere a unui Institut de Educație Publică cu ciclu de studii de trei ani în incinta claselor superioare ale Școlii Tehnice Pedagogice Baltice din Tiraspol. La 1 octombrie 1930, primul director al institutului, A. Bihman, a semnat Ordinul nr. 1, care a demarat activitățile instituției de învățământ. Facultatea de Fizică și Matematică, catedra de Matematică și catedra de Fizică au fost înființate la 1 octombrie 1930 ea având misiunea de pregătire a profesorilor școlari de fizică și matematică. Pe parcurs, catedra de Fizică a fost modificată de mai multe ori. În 1960 este împărţită în două catedre: 1). Fizică şi bazele producţiei şi 2). Fizică şi didactica fizicii. În 1974, are loc o nouă restructurare și se înființează catedra de Fizică generală, catedra de Fizică teoretică şi catedra de Mijloace tehnice de instruire şi tehnică de calcul. Aceste catedre au activat până în anul 1992, când Universitatea de Stat din Tiraspol a fost evacuată la Chişinău şi fizicienii au fost reuniţi în două catedre: Fizică teoretică şi experimentală şi catedra de Mijloace tehnice de instruire şi metodica fizicii. În diferite perioade catedrele cu profil fizic au fost conduse de Alexei Cotorobai, Miroslav Kozlovski, Alexandru Frenc, Ion Burdian, Leonid Grosul, Victoria Burciakova, Boris Korolevski, Iacob Ghendler, Igor Postolachi, Nicolae Constantinov, Viorel Bocancea, Eugen Gheorghiţă, Grigore Stepanov, Ştefan Bodrug, Tudor Răileanu.

Activitatea didactică a catedrei este strâns legată de activitatea de cercetare, inclusiv aceea desfăşurată de studenţi. Vom prezenta etapele principale ale cercetărilor ştiinţifice în

domeniul fizicii stării condensate, realizate în laboratoarele catedrei pe parcursul celor 95 de ani de activitate. Studii serioase în acest domeniu se efectuează începând din anii 1954-1955, când au fost deschise două laboratoare. Laboratorul ”*Procese de cristalizare în corpurile solide*” avându-l ca conducător ştiinţific pe tânărul fizician, dr. Miroslav Kozlovski, mai târziu primul doctor abilitat în fizică şi matematică şi profesor universitar în universitate, era axat pe direcţia ştiinţifică „*Influenţa câmpului electric asupra proceselor de cristalizare*”. Sub conducerea prof. Miroslav Kozlovski şi-au desfăşurat activitatea ştiinţifică în acest domeniu conferenţiarii universitari Ion Stratan, Orest Brodicico, Ştefan Bodrug, Grigorie Coşcodan, Raisa Coşcodan Victoria Burciacova şi alţii.

Figura 1. Profesorul I. Burdian, conf. I. Mironov, conf. G. Stepanov discută rezultatele experimentale

Laboratorul „*Fizica şi chimia semiconductorilor*” a fost creat cam în aceeaşi perioadă de dr. Ion Burdian, din 1974 - profesor universitar doctor habilitat în fizică şi matematică, unul din întemeietorii acestei direcţii ştiinţifice în Moldova. Acest laborator ştiinţific se concentra pe *studiul spectrului energetic al semiconductorilor compuşi*. În laborator şi-a început activitatea un grup mare de fizicieni, care actualmente lucrează în diferite centre ştiinţifice şi universitare din Moldova, remarcându-se prin domenii ştiinţifice proprii recunoscute în Moldova şi peste hotarele ei. Primii paşi în ştiinţa semiconductorilor i-au făcut în laboratoarele catedrei prof. univ. dr. habil. Dumitru Ghiţu, academician, fondatorul unei noi direcţii ştiinţifice - spectrul energetic al semimetalelor pe bază de bismut şi semiconductorilor cu lărgimea îngustă a benzii interzise. Cu sprijinul nemijlocit al acad. D. Ghiţu şi-a ales direcţia proprie de cercetare prof. univ. dr. habil. Tudor Munteanu (absolvent al IPST), vicepreşedintele CSA din Moldova. Această direcţie ştiinţifică i-a pasionat şi pe membrii actuali ai catedrei – conferenţiarii universitari Boris Korolevski, Alexandru Popov, Visarion Bivol, regretatul doctor Alexandru Macheicic ş.a.

O altă direcţie de cercetare desprinsă din cea iniţială în condiţiile laboratorului – *studiul influenţei câmpului electric asupra proceselor de difuzie în compuşii AIIIBV"* - a fost îmbrăţişată de prof. univ. dr. habil. Tudor Şişianu, membru corespondent al AŞ a R. Moldova, absolventul facultăţii de Fizică şi matematică a Institutului Pedagogic, actualmente şef de catedră la Universitatea Tehnică a Moldovei. Acest domeniu de cercetare l-a pasionat şi pe regretatul conf. univ. dr. Chiril Arseni. Şi-a adus aportul la formarea concepţiei moderne despre spectrul energetic al purtătorilor de sarcină în semiconductorii amorfi şi regretatul conf. univ. dr. Grigore Stepanov, absolventul facultăţii de Fizică şi matematică a Universităţii noastre. În aceeaşi perioadă, între anii 1962 şi 1968, s-au format ca teoreticieni care au contribuit la interpretarea rezultatelor experimentale obţinute în laborator regretaţii Iacob Rozneriţă şi Iacob Matreniţchi. Direcţia ştiinţifică condusă de prof. univ. dr. habil. Ion Burdian - *studiul antimonidului de galiu şi al soluţiilor solide obţinute în baza lui* - a fost îmbogăţită cu rezultate remarcabile obţinute de către regretatul conf. univ. dr. Ion Mironov. Pentru prima dată, I. Mironov a studiat antimonidul de galiu dopat cu fier şi nichel, a montat structura centrului de fier şi nichel, a confecţionat un polarizor. În condiţiile laboratorului, pentru prima dată s-au obţinut aliaje ale sistemelor $GaSb - CdTe$ (Alexandru Macheicic), $GaSb - ZnTe$ (Boris Korolevski), $GaSb - AlSb$ (Ion Burdian), $InSb - GaSb$ (Ion Mironov), $AlSb - HgTe$ (Eugen Gheorghiţă), $GaSb - HgTe$ (Vasile Ambros),Cd_3P_2 (Tudor Munteanu).

O nouă direcţie ştiinţifică în laboratorul catedrei - *studiul proprietăţilor fizice ale materialelor semimagnetice cu banda energetică îngustă* $Hg_{1-x}Cd_xTe$, $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$, $GaSb\langle Mn, Gd, Eu, Fe\rangle$ - a fost iniţiată de prof. univ. dr. habil. Eugen Gheorghiţă, academician al AŞ din New-York. La dezvoltarea cercetărilor ştiinţifice în această direcţie şi-a adus aportul conf. univ. dr. Igor Postolachi, absolventul facultăţii, care a obţinut rezultate serioase în studiul spectrelor de radiaţie luminiscentă ale $Hg_{1-x}Mn_xTe$ în prezența câmpul magnetic. Pentru prima dată, conf. univ. dr. Pantelie Untilă, absolventul facultăţii, a realizat tehnologia peliculelor epitaxiale de semimagnetici $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ şi a confecţionat fotoreceptori pe bază de semimagnetici cu parametri fizici perfotmanți.

Spectrul localizat al impurităţilor în diferite materiale $A^{III}B^{V}$şi aliajelor , $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ a fost studiat în detaliu de conf. univ. dr. Leonid Guţuleac, absolventul facultăţii.

Anumite rezultate în cercetarea ştiinţifică au obţinut Veaceslav Pogorleţchi, Valeriu Cioban şi Dumitru Ţîpişca.

Problemele tehnologiei dispozitivelor optoelectronice în baza compuşilor $A^{III}B^{V}$ au fost abordate de conf. univ. dr. Liuba Ţarălungă. Un loc deosebit în dezvoltarea cercetărilor ştiinţifice în domeniul chimiei semiconductorilor îl ocupă lucrările conf. univ. dr. Tidel Şonţovoi, absolventul facultăţii.

Figura 2. Colectivul catedrei de Fizică Teoretică şi Experimentală în anul 2000

Titularii laboratorului au publicat peste 1500 de lucrări ştiinţifice, au obţinut 10 brevete de autor, ei reprezentând cu onoare Universitatea la diferite manifestări ştiinţifice internaţionale şi republicane. În laboratorul catedrei au urmat şcoala ştiinţei mai multe generaţii de studenţi, doctoranzi, cercetători.

Cercetările ştiinţifice realizate în laboratorul catedrei pe parcursul multor ani au fost susţinute de diferite laboratoare ale Institutului Fizico-Tehnic ”A. Ioffe” al AŞ din Rusia, Sankt-Petersburg, de doctorii în ştiinţe Nina Goriunova, Dumitru Nasledov, Boris Kolomieţ, Vladimir Ivanov-Omski, Veaceslav Safarov, Iurii Şmarţev, Vadim Masterov, Iulii Uhanov ş.a., în colaborare cu Institutul de Fizică Aplicată al AŞ a R. Moldova (Dumitru Ghiţu, Tudor Munteanu, Sergiu Rădăuţan), Universitatea din Cernăuţi (prof. univ. dr. Nicolai Gavaleşko, prof. univ. dr. Ştefan Parancici), Universitatea „Alexandru-Ioan Cuza” Iaşi, România (prof. univ. dr. Gheorghe Russu), Universitatea Cluj-Napoca (prof. univ. dr. Emil Burzo), Universitatea de Stat din Moldova (prof. univ. dr. habil. Mihail Caraman), Universitatea de Nord, Baia Mare (prof. univ. dr. Iuliu Pop), Institutul Pedagogic de Stat din Sankt-Petersburg (prof. univ. dr. Gheorghii Ivanov) şi alte centre ştiinţifice din lume.

În diferite perioade, poblemele fizicii teoretice au fost abordate de conf. univ. dr. Alexandru Frenk, conf. univ. dr. Leonid Grosul, conf. univ. dr. Oscar Diminştein, lectorii superiori Iacob Rozneriţă, Iacob Matreniţchi. Rezultate actuale în domeniul fizicii teoretice conţin lucrările conf. univ. dr. Mihail Cernei, conf. univ. dr. Mihail Calalb, drd. Felicia Ermalai, absolventa facultăţii.

Rezultate metodico-ştiinţifice preţioase în domeniul didacticii fizicii preuniversitare şi universitare au obţinut doctorii în ştiinţe Miroslav Kozlovski, Iacob Ghendler, Tudor Raileanu, Nicolae Constantinov, Viorel Bocancea, ş.a. Conf. univ. dr. Viorel Bocancea şi

conf. univ. dr. Nicolae Constantinov sunt autori de manuale de fizică pentru licee şi gimnazii.

Cadrele didactice de la catedră sunt autori și coautori la o serie de monografii și ghiduri metodice [1-4].

Bibliografie

1. TIGINYANU, I., TOPALA, P., URSAKI, V. (ed.) *Nanostructures and Thin Films for Multifunctional Applications*. Springer, 2016. 576 p. ISSN 1434-4904, ISBN 9783-319-30197-6. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-30198-3
2. CHIRIAC, L. (ed.). *Evaluarea procesului de studiere a ştiinţelor reale şi ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM*). Chișinău: Tipografia Centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0.
3. POSTOLACHI, I., BOCANCEA, V., POSTOLACHI, V. *Metodologia utilizării senzorilor în procesul studierii a disciplinei Fizica* (ciclul gimnazial și ciclul liceal). Chişinău: CEP UPS "Ion Creangă", 2023,138 p. ISBN 978-9975-46-697-4.
4. CHIRIAC, L. (coord.). Robotica, Mecatronica și Drone Educaționale. Ghid metodic pentru studenți și profesori. Chișinău, Tipografia centrală, 2022. 199 p. ISBN 978-5-88554-078-0.

CZU: 37.016:620.9:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p468-472

ON THE NEED TO USE CREATIVE TASKS IN THE PROCESS OF TEACHING TECHNOLOGY

Yehor PYROZHKOV, graduate student
https://orcid.org/0000-0003-2022-9606
e-mail: pirozhkov_ep@ukr.net
T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium"
Chernihiv, Ukraine

Abstract. The article reflects the problems related to STEM approaches in education, in particular its important component – engineering. Taking into account the fact that the content of this component is related to the creation of new technical devices and technologies, the author proposes to use creative (inventive and rationalization) tasks in the educational process on technology in a comprehensive school and subjects of the technological cycle in college and university. He does this based on an analysis of publications by STEM specialists. He gives several inventive problems as examples, which makes his conclusions more convincing.
Keywords: creative tasks, technology, engineering, STEM.

Rezumat. Articolul reflectă problemele legate de abordările STEM în educație, în special componenta sa importantă – ingineria. Având în vedere faptul că conținutul acestei componente este legat de crearea de noi dispozitive tehnice și tehnologii, autorul propune utilizarea sarcinilor creative (inventive și de raționalizare) în procesul educațional privind tehnologia într-o școală generală și disciplinele ciclului tehnologic din colegii și universități. Se face acest lucru pe baza unei analize a publicațiilor specialiștilor STEM. Se oferă drept exemple câteva probleme inventive, ceea ce face concluziile formulate mai convingătoare.
Cuvinte cheie: sarcini creative, tehnologie, inginerie, STEM.

Introduction

The word "technology" is used so frequently in the modern world that we now perceive it as something ordinary, not requiring special attention. In Ukrainian schools, it is a subject that combines technical and maintenance work. Technological subjects in colleges and universities. Information and communications technology, nanotechnology, and much more related to material production and the activities of people in many professions.

Although this word often refers to a sequence of specific actions (operations) that almost automatically lead to positive results, we forget that both these individual operations and the technologies themselves require development. Improving the situation is possible not only in production but also in the teaching of technological subjects. We believe that tangible results in this area can be achieved by incorporating creative tasks into the educational process.

Methodology

In the course of the study, the author used an analysis of sources that examine the problems of using creative technical tasks in the educational process and in production, an analysis of the results of tasks completed by participants in the International STEM Competition "Edisons of the 21st Century", as well as personal experience conducting robotics classes in one of the technical clubs in Chernihiv.

Results and discussion

In technology, creative tasks are those that involve inventive and rationalization [4, 7]. As a result of their solutions, new technical devices are improved or created, as well as methods for achieving a positive effect (technologies).

It is known that G. S. Altshuller (pen name: Altov) was one of the first enthusiasts to introduce inventive problems into engineering training. For certain reasons, we have not included his first articles and books in the bibliography. To form an idea of the origin and development of his ideas, it is sufficient to familiarize oneself with the contents of one of his last works [2]. Also of interest is the contents of a book by his associate, Yu. P. Salamatov [9].

G. S. Altshuller initially tried to present inventive activity as an exact science and tried in every possible way to algorithmize it, but then he recognized the participation of psychology in the creative process, which is characteristic only of humans.

There were also attempts to create computer programs that would solve inventive problems. Examples include the programs "Inventing Machine-1" and "Inventing Machine-2," written by Minsk programmers with the participation of inventors. However, their capabilities were not very limited and were primarily limited to searching for physical phenomena and technical effects that would perform a specific function in the technical device being created.

Professor A. A. Davidenko draws attention to the need to use inventive problems in the educational process. The results of his research are reflected in his dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences [4] and in many publications, some of which are included in our bibliography [3, 6, 7]. From the contents of his dissertation, books, and articles, we see how A. A. Davidenko adapted existing inventive and rationalization problems to the educational process, as well as developed new ones, and proposed a methodology for their use in teaching physics and technology.

Let's consider several such problems.

Task 1. "*Houseplants*". Magazines for radio amateurs contain many descriptions of devices for automatic watering of indoor plants. The sensors in these devices consist of two electrodes inserted into the soil containing the growing plants. A voltage is applied to these electrodes, causing an electric current to flow through the soil. As soil moisture

decreases, its electrical resistance increases, which leads to a decrease in current strength. The device's actuator reacts to this, opening the appropriate valve or turning on a pump to supply water to the soil. However, the electric current flowing between the electrodes inserted into the soil causes electrolysis, which alters the chemical composition of the soil and causes plant disease. Therefore, there is a need to improve the described devices or create entirely new ones that can create favorable conditions for plant life over a long period of time.

Task 2. "*Wear-Free Brakes*". The braking systems of most ground vehicles rely on friction between the brake discs or drums of the wheel on one side and the brake shoes, linings, and the like on the other. Dry friction between the contacting surfaces inevitably leads to wear, necessitating periodic replacement of the brake components. Propose a braking system without dry friction between its components to reduce wear during operation.

Task 3. "*Oscilloscope*". The resulting image of the addition of two oscillations is quite well demonstrated using an electronic oscilloscope. To do this, simply feed the two inputs (X and Y) with electrical signals representing the oscillations produced by two separate oscillatory systems. The disadvantage of such a demonstration is that pupils or students have the opportunity to observe the result of the addition of oscillations, but do not see how the process of their addition itself occurs. Suggest a device that would simultaneously demonstrate both the process and the result of the addition of oscillations.

As we can see, such problems don't have a solution algorithm and therefore require creative thinking from the student. The problem statements are written using material that is easily understood by students. They don't require knowledge beyond the curriculum.

Our experience has shown that schoolchildren readily engage in solving such problems on everyday topics. However, during their studies at colleges and universities, students must be presented with problems that require knowledge of a specific subject: mechanical and machine parts, strength of materials, electrical engineering, etc.

A significant number of inventive problems can be found in the publications of A. A. Davidenko [3, 6, 7], as well as in the methodological manual "Proiecte STEM/STEAM la fizică" [1], co-authored by him and Viorel Bocancea. It is obvious that inventive problems allow for the implementation of the engineering component of STEM. We see this in the fundamental documents on STEM approaches in education, as well as in A. A. Davidenko's article "The Engineering Component of STEM" [5].

Our article would not have a logical conclusion at this time if we had left out the problem of using artificial intelligence to solve such problems. The question could have been answered immediately as follows: “Artificial intelligence” is currently unable to solve creative problems. This could be proven using a method used in mathematics. This method is called "proof by contradiction." Indeed, if this were possible, we would have

many inventions, works of art, and more using artificial intelligence. But we demonstrated this directly: we challenged artificial intelligence to solve at least one of the creative problems successfully solved by participants in the All-Ukrainian Tournaments of Young Inventors and Innovators, as well as by participants in the International STEM Competition "Edisons of the 21st Century." And yet, it failed to produce a single original solution.

At the same time, dialogue with artificial intelligence allows for the discussion of existing technical solutions to a problem. This is useful when selecting analogs and prototypes for a future invention. More details about this can be found in the article by A. A. Davidenko [8].

The usefulness of such tasks has been confirmed in teaching practice in comprehensive schools and higher education institutions. They are engaging for students and contribute to the development of their creative abilities. However, several factors that hinder their implementation in the educational process should be considered.

The first of these is the lack of training of teachers. This problem can be solved by improving their qualifications. However, experience shows that this is a very complex undertaking and requires teachers to possess at least a modicum of creativity.

The second factor is the insufficient supply of necessary teaching materials: problem sets (preferably for each subject or for similar subjects), as well as methods for setting and solving them. Given the desire and funding, this can be resolved fairly quickly.

Conclusions

The use of creative tasks in the process of studying technology in schools, as well as technological cycle disciplines in colleges and universities, is very effective. They demonstrate how acquired knowledge can be applied to real-life situations and foster the development of students' creative abilities.

Artificial intelligence at this stage of its development is not capable of solving creative problems.

References

1. DAVIDENKO, A., BOCANCEA, V. *Proiecte STEM/STEAM la fizică. Ghid metodic.* Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chişinău: S. n., 2022 (CEP UPSC). 62 p. (date of application: 17.08.2025) [In Romanian].
2. АЛЬТШУЛЛЕР, Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986. 209 с.
3. ДАВИДЕН, А. А. *Изобретательские задачи в школьном курсе физики. Пособие для учителей*. Чернигов: Деснянська правда, 1996. 96 с.

4. ДАВИДЕНКО, А. А. Давиденко А. А. Теоретичні та методичні засади розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук (13.00.02 – теорія і методика навчання фізи-ки). Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова. 2007.
5. ДАВИДЕНКО, А. А. Інженерний складник STEM. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ, 2024. Вип. 98. 237 с. с.50-57. https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.06
6. ДАВИДЕНКО, А. А. *Науково-технічна творчість учнів: навчально-методичний посібник для загальноосвітніх навчальних закладів*. Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект Поліграф", 2010. 176 с.
7. ДАВИДЕНКО, А.А. Види технічних задач і специфіка їх розв'язування. In: *Трудове навчання в закладах освіти*, 2011. №10. с. 6-11.
8. ДАВИДЕНКО, А.А., ДАВИДЕНКО, П.А. Здатність штучного інтелекту до творчості та його використання в освітній діяльності. Нові технології навчання: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Київ: 2025. Вип. 99. 195 с с. 71-78. https://doi.org/10.52256/2710-3560.2025.99.07
9. САЛАМАТОВ Ю. П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1990. 240 с.

CZU: 37.016:524.3 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p473-476

REZULTATE OBSERVAȚIONALE ȘI PEDAGOGICE PRIVIND STUDIUL STELELOR VARIABILE DE TIP EW (W URSAE MAJORIS) ÎN CADRUL ACTIVITĂȚILOR EXTRAȘCOLARE DE ASTRONOMIE

Jan-Ovidiu TERCU, dr. ing., muzeograf
https://orcid.org/0000-0002-0715-0293
e-mail: ovidiu.tercu@gmail.com
Complexul Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță" Galați

Rezumat. În acest articol sunt prezentate rezultate observaționale și pedagogice obținute în cadrul activităților extrașcolare de astronomie desfășurate la Observatorul Astronomic al Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță" Galați, în care elevi și studenți au fost implicați direct în descoperirea de stele variabile de tip EW (W Ursae Majoris). Prin observații fotometrice au fost determinate date științifice care au fost raportate în baza de date VSX (Variable Star Index) administrată de American Association of Variable Star Observers (AAVSO). Din perspectivă pedagogică, activitățile extrașcolare de astronomie au demonstrat eficiența metodei învățării prin investigație oferind participanților oportunitatea de a aplica cunoștințele teoretice din astronomie, fizică, matematică și informatică într-un context autentic de cercetare științifică. Activitățile au contribuit la formarea competențelor științifice, a gândirii critice și a interesului pentru științele exacte, evidențiind potențialul educațional al astronomiei observaționale în cadrul educației STEAM.

Cuvinte cheie: stele variabile, observații fotometrice, activități extrașcolare, învățare prin investigație.

Abstract. This paper presents observational and pedagogical results obtained within the extracurricular astronomy activities carried out at the Astronomical Observatory of the „Răsvan Angheluță" Natural Sciences Museum Complex in Galați, where high school and university students were directly involved in the discovery of EW-type variable stars (W Ursae Majoris). Photometric observations were used to determine scientific data that were subsequently reported to the VSX (Variable Star Index) database, managed by the American Association of Variable Star Observers (AAVSO). From a pedagogical perspective, the extracurricular astronomy activities proved the effectiveness of the inquiry-based learning approach, providing participants with the opportunity to apply theoretical knowledge from astronomy, physics, mathematics, and computer science in an authentic scientific research context. These activities contributed to the development of scientific competences, critical thinking, and students' interest in the exact sciences, highlighting the educational potential of observational astronomy within the STEAM framework.

Keywords: variable stars, photometric observations, extracurricular activities, inquiry-based learning.

Introducere

Stelele variabile sunt stele a căror strălucire aparentă variază în timp. Acestea se împart în două clase principale: intrinseci și extrinseci. La stelele variabile intrinseci variația strălucirii aparente se datorează proceselor fizice care se desfășoară în interiorul sau la suprafața stelei, cum ar fi pulsațiile, erupțiile ori variațiile de temperatură. În schimb, la stelele variabile extrinseci, variația strălucirii aparente nu este cauzată de fenomene interne, ci de factori externi, precum eclipsarea reciprocă a componentelor dintr-un sistem binar sau datorită unor fenomene legate de rotația lor. Stelele variabile

eclipsante de tip EW (W Ursae Majoris) reprezintă sisteme binare cu perioade scurte, de regulă mai mici de o zi, formate din două componente elipsoidale aflate aproape în contact. Datorită configurației lor, curbele de lumină nu permit identificarea clară a momentelor exacte de început și sfârșit ale eclipselor. Minimele primar și secundar prezintă adâncimi aproape egale sau diferențe nesemnificative, iar amplitudinea variației de magnitudine este în general sub 0,8 magnitudini în filtru V [1]. Activitățile extrașcolare pot avea un caracter academic sau non-academic și pot fi organizate cu sprijinul instituțiilor publice sau al organizațiilor neguvernamentale. Ele se desfășoară în afara programului obișnuit de cursuri, fie în spațiul școlii, fie în afara acesteia, și oferă elevilor oportunități de învățare și dezvoltare care nu fac parte din curriculumul [2, p. 481]. Activitățile extrașcolare de astronomie oferă un context educațional complex, în care învățarea devine activă, aplicată și interdisciplinară. Ele permit elevilor să îmbine cunoștințele teoretice de fizică, matematică și informatică cu observația directă și interpretarea fenomenelor cosmice, contribuind astfel la dezvoltarea unei gândiri științifice integrate – esența abordării STEAM.

Metode şi materiale

Studiul stelelor variabile se realizează prin observații fotometrice efectuate cu ajutorul camerelor CCD. Principalul rezultat al acestor observații este determinarea curbei de lumină. Aceasta descrie variația în timp a magnitudinii unei stele variabile, iar analiza curbei de lumină permite determinarea amplitudinii și a perioadei, în cazul stelelor variabile periodice [3, p. 299]. Rezultatele prezentate în acest articol provin din activități extrașcolare de astronomie desfășurate împreună cu elevi și studenți la Observatorul Astronomic al Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță” Galați. Observațiile fotometrice au fost efectuate cu un telescop de tip Ritchey–Chrétien, prevăzut cu o oglindă principală cu diametrul de 0,4 m și un raport focal f/8, montat pe o montură ecuatorială germană ASA Direct Drive DDM85. Pentru achiziția imaginilor s-a utilizat o cameră CCD SBIG STL-6303E, echipată cu un set de filtre fotometrice UBVRI (Johnson/Cousins). Reducerea datelor fotometrice au fost realizate cu ajutorul programelor MaxIm DL, MPO Canopus și AstroImageJ. Pentru determinarea cât mai exactă a perioadei și amplitudinii stelelor variabile, au fost utilizate și date fotometrice de survey furnizate de la All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) și Zwicky Transient Facility (ZTF). Analiza curbelor de lumină ale stelelor variabile de tip EW a fost efectuată cu ajutorul programelor VStar și Peranso. Pe baza acestor curbe au fost determinate perioada, epoca, valorile minimă și maximă ale magnitudinii, precum și tipul de variabilitate al fiecărei stele. Toate rezultatele, împreună cu Phase Plot-ul, au fost raportate în baza de date internațională a stelelor variabile VSX, administrată de AAVSO.

Rezultate și discuții

Principalul rezultat obținut în cadrul activităților extrașcolare desfășurate la Observatorul Astronomic al Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță" Galați îl constituie descoperirea a zece stele variabile de tip EW (W Ursae Majoris). Observațiile fotometrice realizate împreună cu elevii și studenții au permis descoperirea și confirmarea acestor stele variabile prin analiza curbelor de lumină obținute. Pentru fiecare stea au fost obținute următoarele date: perioada, epoca și intervalul de magnitudini (Mag. range). Datele determinate și validate în baza de date VSX sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Date observaționale pentru stelele variabile de tip EW descoperite în cadrul activităților extrașcolare

Numele intern al stelei (VSX)	Coordonate (RA, Dec) [J2000]	Interval de magnitudini (Mag. range)	Epoca (HJD)	Perioada (zile)
Galati V4	23 56 06.33 +69 16 27.6	15.09 - 15.18 g	HJD 2458777.661	0.333959
Galati V5	00 01 03.14 +58 50 37.2	14.84 - 15.02 V	HJD 2458999.083	0.386514
Galati V8	23 57 36.12 +60 23 24.1	14.93 - 15.27 r	HJD 2458374.829	0.431243
Galati V9	00 01 36.71 +58 51 30.1	17.32 - 17.97 g	HJD 2458278.934	0.365509
Galati V10	00 00 50.14 +50 37 43.5	14.88 - 15.12 r	HJD 2458385.749	0.50228
Galati V11	23 59 48.33 +45 47 18.6	15.76 - 16.03 r	HJD 2456220.243	0.34238
Galati V12	18 11 12.22 +21 15 34.8	15.00 - 15.88 r	HJD 2458645.845	0.305974
Galati V13	23 59 57.22 +68 28 50.9	15.16 - 15.35 r	HJD 2456949.506	0.369239
Galati V14	20 11 18.87 +47 32 30.2	18.83 - 19.43 g	HJD 2458680.824	0.3651412
Galati V15	21 42 06.16 +58 17 02.2	19.36 - 20.2 g	HJD 2458618.863	0.3653

În Figura 1 este prezentat Phase Plot-ul stelei variabile Galati V11 (2MASS J23594832+4547186), obținut pe baza observațiilor fotometrice.

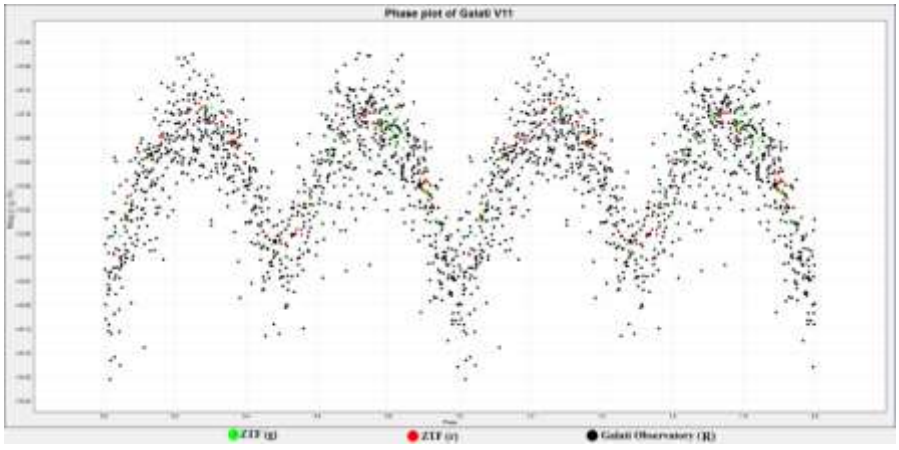


Figura 1. Phase Plot-ul stelei variabile Galati V11 (2MASS J23594832+4547186)

Din punct de vedere pedagogic, observațiile astronomice, reducerea datelor fotometrice și analiza curbelor de lumină ale stelelor variabile de tip EW s-au dovedit extrem de valoroase pentru formarea competenței investigaționale ale elevilor și

studenților implicați. Participanții au fost integrați într-un proces autentic de cercetare astronomică, care a îmbinat în mod direct învățarea teoretică cu experiența practică. Activitățile extrașcolare de astronomie au contribuit la creșterea motivației pentru studiul științelor exacte, prin oferirea unui context interdisciplinar STEAM, în care cunoștințele de fizică, matematică și informatică au fost aplicate direct în domeniul astronomiei observaționale. Astfel, rezultatele obținute nu au doar o valoare științifică, ci și una educațională, demonstrând potențialul pedagogic al cercetării astronomice în cadrul activităților extrașcolare.

Concluzii

Activitățile extrașcolare de astronomie desfășurate la Observatorul Astronomic al Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță" Galați au demonstrat că implicarea elevilor și studenților în proiecte de cercetare reală poate genera rezultate științifice autentice. În cadrul acestor activități au fost descoperite și studiate zece stele variabile de tip EW (W Ursae Majoris). Din perspectivă pedagogică, aceste activități au avut un impact semnificativ asupra procesului de învățare, stimulând interesul pentru științele exacte și dezvoltând competențe transversale esențiale: gândirea critică, abilitățile digitale, capacitatea de analiză și colaborarea în echipă. Prin aplicarea metodei învățării prin investigație, participanții au avut ocazia să integreze cunoștințe din astronomie, fizică, matematică și informatică într-un context STEAM autentic. Activitățile extrașcolare realizate demonstrează că observarea și descoperirea stelelor variabile pot constitui nu doar activități științifice valoroase, ci și instrumente eficiente de formare a competenței investigaționale și de motivare a elevilor pentru studiul disciplinelor exacte.

Bibliografie

1. AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS (AAVSO). Variable star type designations in VSX [online]. [citat 13.10.2025]. Disponibil: https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=about.vartypes
2. FAKHRETDINOVA, G.N., OSIPOV, P., DULALAEVA, L.P. extracurricular activities as an important tool in developing soft skills. In: M. E. Auer, T. Rüütmann (Eds.) *Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. ICL 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer: Cham, 2021, pp. 480-487. ISBN 978-3-030-68201-9.
3. KARTTUNEN, H., KRÖGER, P., OJA, H. et al. (Eds.), *Fundamental Astronomy, Sixth Edition*. Heidelberg: Springer, 2017, 550 p. ISBN 978-3-662-53044-3.

CZU: 37.016:537.2 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p477-482

ABORDARE STEAM ÎN DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DE INVESTIGAȚIE ȘTIINȚIFICĂ LA ELEVI PRIN STUDIUL ELECTROSTATICII

Irina ȚÎCĂU, dr. inginerie mecanică, profesoară de fizică
https://orcid.org/0009-0007-6718-6056
e-mail: irinaticau19@gmail.com
IP Liceul Teoretic „Mihai Eminescu”, Cahul

Rezumat. Lucrarea prezintă o abordare STEAM a capitolului „Electrostatica” din fizica liceală, orientată spre formarea competențelor de investigație științifică la elevi. Activitățile propuse îmbină experimentul clasic cu resurse digitale interactive (simulări PhET, aplicații GeoGebra, platforma Educație Online Moldova) și cu conexiuni interdisciplinare spre matematică, tehnologie și biologie. Rezultatele implementării arată o creștere semnificativă a motivației pentru învățare, a gândirii critice și a capacității de interpretare științifică. Integrarea STEAM contribuie la formarea unei culturi științifice moderne, adaptate nevoilor societății bazate pe cunoaștere.
Cuvinte-cheie: electrostatică, abordare STEAM, competențe științifice, investigație, resurse digitale.

Abstract. The paper presents a STEAM-based approach to teaching the “Electrostatics” chapter in high school physics, aiming to develop students’ scientific inquiry competences. The proposed activities combine traditional experiments with interactive digital resources (PhET simulations, GeoGebra applications, and Educație Online Moldova platform) and interdisciplinary links to mathematics, technology, and biology. The results show a significant increase in students’ learning motivation, critical thinking, and scientific interpretation skills. Integrating the STEAM approach fosters the development of modern scientific literacy aligned with the needs of a knowledge-based society.
Keywords: electrostatics, STEAM approach, scientific competences, inquiry-based learning, digital resources.

Introducere

Educația științifică modernă are rolul esențial de a forma tineri capabili să gândească critic, să rezolve probleme complexe și să aplice cunoștințele în situații reale. Într-o lume în continuă schimbare, în care știința și tehnologia devin din ce în ce mai interdependente, școala are misiunea de a dezvolta competențe transversale, interdisciplinare și creative. În acest sens, abordarea STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) oferă un cadru inovator prin care învățarea devine integrată, relevantă și conectată la realitate.

În cadrul disciplinei Fizică, capitolul *Electrostatica* se pretează excelent la o abordare STEAM datorită caracterului său experimental și aplicativ. Fenomene precum electrizarea corpurilor, interacțiunile dintre sarcini și câmpul electric pot fi explorate prin activități de laborator, modelare digitală și conexiuni interdisciplinare cu matematica (relații funcționale, grafice), cu informatica (simulări interactive), dar și cu biologia (procese bioelectrice în organism).

Curriculumul Național la Fizică (MECC, 2020) subliniază explicit formarea competențelor de investigare științifică: formularea de ipoteze, realizarea experimentelor, analiza datelor și comunicarea rezultatelor. Aceste competențe se aliniază la competențele cheie europene pentru învățarea pe tot parcursul vieții [3], între care „competența științifică și tehnologică” și „competența digitală” ocupă un loc central.

Astfel, aplicarea abordării STEAM în predarea electrostaticii nu reprezintă doar o modernizare metodologică, ci și o necesitate pentru formarea unui profil de elev adaptat cerințelor societății actuale. Această abordare stimulează curiozitatea, colaborarea și capacitatea de a conecta concepte din domenii diferite, cultivând în același timp empatia și creativitatea prin activități artistice și tehnologice.

Metode și materiale aplicate

Lucrarea descrie implementarea unui set de activități STEAM la clasa a XI-a, pe parcursul a cinci lecții de fizică dedicate studiului electrostaticii. Demersul s-a bazat pe metodologia învățării prin investigație (Inquiry-Based Science Education – IBSE), adaptată pentru a include elemente din toate cele cinci domenii STEAM.

1. *Componenta Științifică (Science)*

Elevii au început cu o serie de experimente introductive, având scopul de a observa și descrie fenomenele de electrizare prin frecare, contact și inducție. Au fost utilizate obiecte uzuale – rigle de plastic, baloane, bucăți de hârtie, folie de aluminiu – pentru a demonstra acumularea sarcinilor electrice și efectele de atracție sau respingere. Aceste activități au fost completate de observații filmate cu telefonul, pentru analiză în reluare, facilitând identificarea detaliilor experimentale.

2. *Componenta Tehnologică (Technology)*

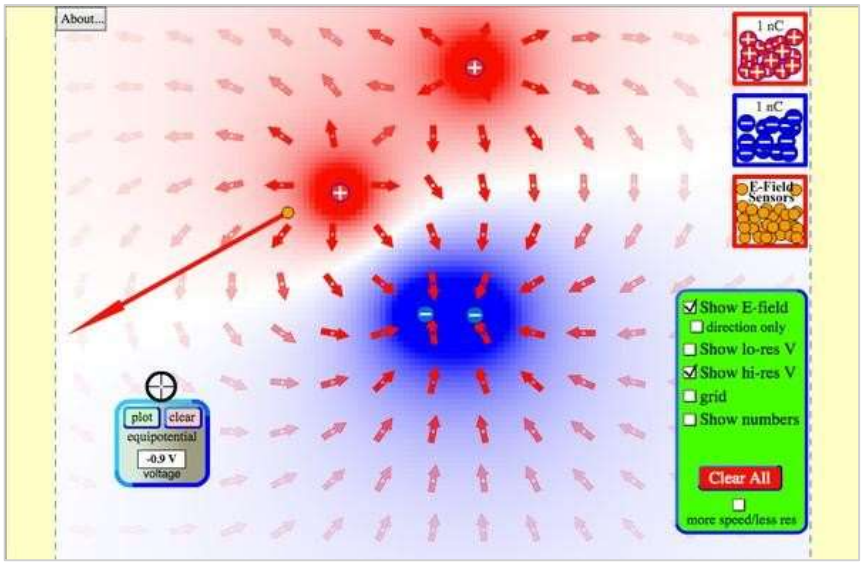


Figura 1. Simulare PhET „Charges and Fields”
cu reprezentarea liniilor de câmp electric și potential

Sursa: captură proprie din aplicația PhET

S-a folosit platforma PhET Interactive Simulations – simularea „Charges and Fields” – pentru a vizualiza liniile de câmp electric, distribuția sarcinilor și vectorii forțelor. Elevii au modificat valorile sarcinilor și distanțele dintre ele pentru a observa modul în care variază intensitatea câmpului.

Simularea a permis și construirea de hărți de potențial electric. În paralel, cu ajutorul GeoGebra Electric Field, elevii au construit grafice ale dependenței forței electrostatice de distanță, consolidând legătura dintre experiment și reprezentarea matematică. În Figura 2 este prezentată distribuția câmpului electric pentru două sarcini pozitive, vizualizată cu ajutorul GeoGebra. Elevii au analizat variația direcției și intensității vectorilor în funcție de poziția sarcinilor.

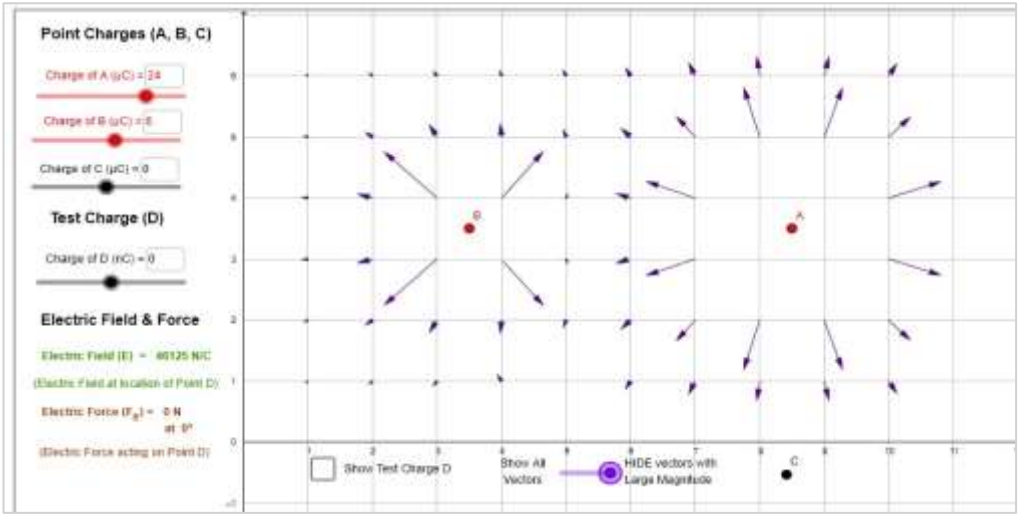


Figura 2. Vizualizarea vectorilor câmpului electric în funcție de poziția sarcinilor (GeoGebra Electric Field)

Sursa: captură proprie din aplicația GeoGebra

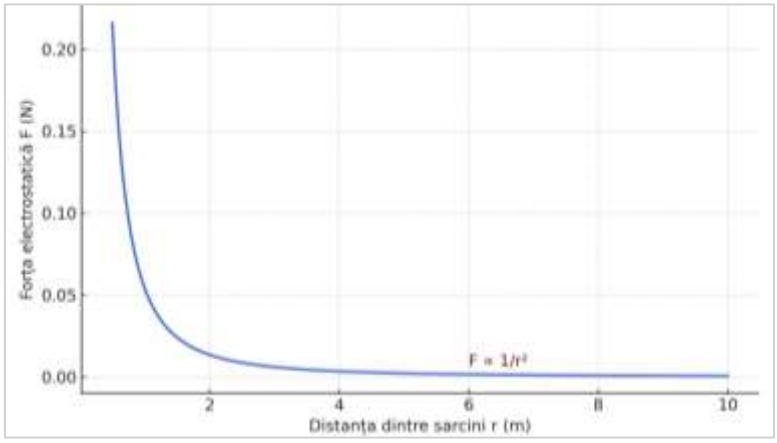


Figura 3. Dependența forței electrostatice de distanță

Sursa: captură proprie din aplicația GeoGebra

Apoi elevii au realizat un grafic (figura 3) pentru a ilustra dependența forței electrostatice de distanță conform legii lui Coulomb — pe măsură ce distanța dintre sarcini

crește, intensitatea forței scade exponențial, confirmând relația invers proporțională cu pătratul distanței.

3. *Componenta Inginerească (Engineering)*

Pentru a înțelege aplicațiile practice ale conceptelor studiate, elevii au fost provocați să **construiască un electroscop funcțional** din materiale reciclabile: borcan de sticlă, fir de cupru, dop de plută și folie de aluminiu. Au fost organizate mici echipe care au proiectat, asamblat și testat propriile modele. Activitatea a stimulat gândirea inginerească și spiritul de colaborare. În final, elevii au comparat sensibilitatea dispozitivelor construite și au formulat concluzii despre importanța izolării și preciziei în măsurători.

Figura 4. Electroscop realizat manual din materiale reciclabile

Sursa: lucrare realizată de elevi din materiale reciclabile

4. *Componenta Artistică (Arts)*

Într-o manieră creativă, elevii au fost încurajați să realizeze postere, infografice și ilustrații digitale despre distribuția sarcinilor electrice și aplicațiile electrostaticii în viața reală – de la imprimante laser până la purificatoare de aer. Au utilizat instrumente digitale precum Canva și PowerPoint pentru a crea materiale vizuale atractive, integrate ulterior într-o expoziție online. Aceste produse au contribuit la dezvoltarea comunicării vizuale și la înțelegerea conceptelor într-un mod intuitiv și expresiv.

Exemplu de infografic realizat de elevii clasei XI: Electrostatica Aplicată

5. *Componenta Matematică (Mathematics)*

Prin colectarea de date experimentale și simulări, elevii au analizat relația dintre forța electrostatică și distanță, confirmând experimental *legea lui Coulomb*:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

Au construit grafice în Excel și GeoGebra, comparând rezultatele obținute. Într-o activitate suplimentară, elevii au analizat asemănările dintre legea lui Coulomb și legea gravitației universale, realizând o schemă comparativă interdisciplinară.

Evaluarea și reflecția elevilor

Procesul de învățare a fost însoțit de jurnale reflexive, în care elevii au notat ipotezele formulate, dificultățile întâlnite și concluziile proprii. Evaluarea s-a realizat pe baza rubricilor de performanță STEAM, ce au vizat curiozitatea, colaborarea, rigoarea științifică și creativitatea în soluționare.

Rezultate obținute

Analiza rezultatelor activităților a evidențiat progrese semnificative în mai multe direcții:

- *Implicarea activă*: 85% dintre elevi au participat voluntar la proiectele inginerești, demonstrând entuziasm și responsabilitate.
- *Gândirea critică*: în cadrul simulărilor digitale, elevii au identificat corect relațiile cauză–efect și au argumentat ipoteze pe baza datelor.
- *Motivația pentru învățare*: peste 80% au declarat că experimentele STEAM „au făcut fizica mai interesantă".
- *Colaborarea*: lucrul în echipă a stimulat abilități sociale și de comunicare, observate mai ales în faza artistică și de prezentare.

Calitativ, activitățile au determinat elevii să înțeleagă rolul fizicii în viața cotidiană și în tehnologiile moderne. În discuțiile finale, elevii au menționat aplicații precum parafulgerele, imprimantele cu jet de cerneală, sau filtrarea electrostatică a aerului — dovezi că înțelegerea conceptelor a depășit cadrul teoretic.

De asemenea, profesorul a observat o creștere a autonomiei cognitive – elevii formulează mai ușor întrebări, propun modificări experimentale și interpretează datele în mod personalizat.

Concluzii

Rezultatele experimentului pedagogic confirmă faptul că integrarea abordării STEAM în predarea electrostaticii contribuie semnificativ la dezvoltarea competențelor de investigație științifică. Elevii au învățat nu doar să reproducă legi și formule, ci să gândească științific, să formuleze ipoteze, să testeze și să reflecteze critic asupra rezultatelor.

Activitățile interdisciplinare favorizează formarea unei gândiri sistemice, în care știința, matematica și tehnologia nu sunt domenii izolate, ci componente interconectate ale aceluiași proces de cunoaștere. Dimensiunea artistică oferă elevilor un cadru expresiv și creativ, indispensabil pentru învățarea prin descoperire.

Integrarea resurselor digitale, precum PhET, GeoGebra și platforma Educație Online Moldova, permite explorarea conceptelor abstracte într-un mod interactiv, accesibil și

vizual. Lecțiile devin mai atractive, iar elevii percep fizica ca pe o știință vie, cu aplicații reale.

Pe termen lung, astfel de demersuri contribuie la formarea unei culturi științifice moderne, la dezvoltarea gândirii critice și la creșterea interesului pentru carierele STEM și STEAM. Abordarea propusă poate fi extinsă și către alte teme din fizică – electricitate, magnetism, energie – consolidând un model educațional centrat pe investigație, creativitate și colaborare.

Bibliografie

1. GUȚU, V. *Didactica fizicii moderne*. Chișinău: Universitatea de Stat, 2019. 214 p. ISBN 978-9975-58-115-3.
2. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. *Curriculum Național la disciplina Fizică, clasele VI–IX*. Chișinău: Lyceum, 2020. ISBN 978-99753437-5-6.
3. European Commission. *Key Competences for Lifelong Learning*. Brussels: Publications Office of the EU, 2018. ISBN 978-92-79-80438-1. Disponibil: https://data.europa.eu/doi/10.2766/291008
4. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Online: https://phet.colorado.edu
5. ȚÎCĂU, I. Formarea și dezvoltarea competențelor de investigație științifică la elevi în cadrul orelor de fizică – Capitolul „Electrostatica”. În: *Conferința „Relevanța și calitatea formării universitare”*. Bălți: USARB, 2025.
6. GeoGebra Classroom Tools. GeoGebra International, 2024. Online: https://www.geogebra.org
7. Educație Online Moldova. *Platformă digitală educațională*. Ministerul Educației și Cerceării, 2024. https://educatieonline.md/

CZU: 37.016:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p483-487

КОНЦЕПЦИЯ STEAM В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ – МЕСТО И РОЛЬ

Наталья БАБУЧ, учитель физики и математики
e-mail: nbabuci77@gmail.com
теоретический лицей им. «В.Сухомлинского» м.Единец

Аннотация. В современном мире, где технологический прогресс и глобальные вызовы требуют от человека не только глубоких предметных знаний, но и умения мыслить критически, творчески и работать в команде, традиционные подходы к преподаванию уже не являются достаточными. В связи с этим актуализируется проблема внедрения междисциплинарных подходов в образовательный процесс. Данная статья посвящена рассмотрению концепции STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) как эффективной методологической основы для преподавания физики. Мы анализируем, каким образом интеграция этих дисциплин позволяет сделать изучение физики более наглядным, практико-ориентированным и увлекательным, а также способствует формированию у учащихся ключевых компетенций, необходимых для успешной реализации в современном обществе.
Ключевые слова: физика, STEAM, междисциплинарный подход, проектное обучение.

Rezumat. În lumea de astăzi, unde progresele tehnologice și provocările globale necesită nu doar cunoș-tințe aprofundate despre anumite materii, ci și abilități critice, creative și de lucru în echipă, abordările tradiționale de predare nu mai sunt suficiente. Prin urmare, nevoia de a integra abordări interdisciplinare în procesul educațional a devenit din ce în ce mai importantă. Acest articol examinează conceptul STEAM ca un cadru metodologic eficient pentru predarea fizicii. Analizăm modul în care integrarea acestor discipline face ca învățarea fizicii să fie mai vizuală, orientată spre practică și captivantă și, de asemenea, ajută elevii să dezvolte competențele cheie necesare pentru o funcționare cu succes în societatea modernă.
Cuvinte cheie: fizică, STEAM, abordare interdisciplinară, învățare bazată pe proiecte.

Введение

Традиционное преподавание физики, ориентированное преимущественно на передачу теоретических знаний, часто сталкивается с проблемой оторванности от реальной жизни. Учащиеся могут успешно решать задачи и воспроизводить законы, но при этом не понимать их практического применения. Это приводит к потере мотивации и поверхностному усвоению материала.

Ответом на этот вызов является внедрение концепции STEAM-образования, которая представляет собой интегрированный подход к обучению, где научные (S) и математические (M) знания применяются через призму технологий (T), инженерии (E) и искусств (A) [5]. Целью данной статьи является определение места и роли этой междисциплинарной системы и предложение конкретных путей реализации STEAM-подхода в преподавании физики.

Концепция STEAM, получившая широкое распространение в последние годы, предлагает принципиально иной подход к обучению, объединяя точные науки с творчеством и искусством. Такой синтез позволяет превратить процесс обучения в

увлекательное исследование, где учащиеся не просто пассивно воспринимают информацию, а активно участвуют в создании проектов, решающих реальные задачи.

Концепция STEAM и ее компоненты

После модернизации Куррикулума по физике [1], в рубрике «*Рекомендуемая деятельность и результаты обучения*» появилось «-выполненный проект STEM/STEAM», что вызвало массу недопонимания среди учителей – что это, как это, зачем и куда ставить оценку, по какому предмету? Прошло 6 лет, что же мы поняли и к чему пришли. STEAM – это аббревиатура, в которой каждая буква имеет свое значение [5]:

S (Science - Естественные науки)- изучение законов природы, проведение экспериментов.

T (Technology - Технологии) - применение технологий, использование компьютерного моделирования, программирования, робототехники.

E (Engineering - Инженерия) -разработка и конструирование, решение прикладных задач, создание прототипов.

A (Art - Искусство) -творческий подход, дизайн, эстетика, визуализация, развитие нестандартного мышления.

M (Mathematics - Математика) - использование математического аппарата для описания и анализа физических явлений.

При организации STEM образования учитывается возможность обучающихся применять теоретические знания в процессе научно-исследовательской деятельности [4]. Интеграция этих компонентов в преподавании физики позволяет создать комплексную образовательную среду. Реализация STEAM-подхода требует от педагога изменения методологии и акцентов в обучении. Вместо фронтальной работы и пассивного слушания, необходимо использовать:

- ✓ Проектное обучение: учащиеся работают над созданием конкретного продукта (робот, модель солнечной системы, макет измерительного прибора). Это позволяет им применять знания по физике, математике, технологии и инженерии в комплексе.
- ✓ Междисциплинарные уроки: проведение совместных уроков с учителями других предметов (информатика, технология, изобразительное искусство). Например, создание 3D-моделей физических явлений или разработка анимационных роликов, объясняющих законы физики.
- ✓ Лабораторные работы с элементами творчества, домашние опыты: использование нестандартных материалов и подходов в лабораторных работах. Например, создание измерительных приборов из подручных средств.

- ✓ Развитие навыков программирования и моделирования: использование компьютерного моделирования и симуляций для визуализации сложных физических процессов.

Полученные результаты

Преимущества STEAM-подхода для учащихся - применение концепции STEAM в преподавании физики способствует:

- Повышению мотивации к изучению предмета, т.к. учащиеся видят практическую значимость знаний и получают удовольствие от процесса творчества и созидания.
- Развитию критического и системного мышления через анализ проблемы, нахождение нестандартных решений и взаимосвязи между различными дисциплинами.
- Формированию навыков командной работы, умению взаимодействовать, распределять роли и брать на себя ответственность.
- Развитию креативности и нестандартного мышления: Компонент "A" (Art) в STEAM позволяет учащимся выражать свои идеи и находить творческие подходы к решению задач, создавать понятную и привлекательную презентации проекта, визуализировать данные.
- Формированию компетенций XXI века - приобретению навыков, необходимых для успешной карьеры и адаптации в быстро меняющемся мире.

Таблица 1. Примеры STEAM-проектов в курсе Физики

(из практической деятельности автора за последние 5 лет)

Класс	Тематика проектов
6	Инструменты измерения, Измерение температуры [2]
7	Единицы измерения, Силы в природе и технике, Измерение давления, Принцип действия шлюзов, Гидравлические машины (10) (Статика жидкостей), Принцип действия качелей, Рычаги в опорно-двигательной системе организма. (Простые механизмы) [1, 3].
8	Шум и его влияние на организм (11), Эхо локация, Уменьшение загрязнения, вызванного использованием тепловых двигателей и/или топлива, Альтернативные источники энергии, Экономия электроэнергии, Влияние магнитного поля на живые организмы [1].
9	Защита и коррекция зрения, Оптические иллюзии [8], Электростатические взаимодействия в природе и технике, Биологические эффекты ядерных излучений и защита от них.
10	От частоты вращения педалей к скорости движения велосипеда, Применение ультразвука.
11	Определение основных источников загрязнения окружающей среды ан локальном уровне / Меры, снижающие загрязнение на территории вашего проживания [9], Электротранспорт [7], Время –необратимый и непрерывный поток [6].
12	Ядерная энергия – на благо или во зло человечеству?

STEAM-подход в физике формирует инженерное мышление — способность видеть проблему, анализировать ее с точки зрения физических законов, разрабатывать решение (проект), создавать прототип, тестировать его, исправлять ошибки и оптимизировать. Конечно, не все проекты заканчиваются созданием макета или прототипа, иногда это презентация результата групповой работы. Но в любом случае это поиск и отбор информации, исследование и изучение вопроса, совместная работа. Вначале семестра или изучения новой главы озвучиваю темы проектов, и ученики выбирают, что их интересует. Кого-то интересует лишь оценка, а кто-то по-настоящему увлекается процессом и наукой. И тогда учитель перестает быть просто транслятором знаний и становится фасилитатором, помогающим ученику пройти полный цикл разработки: от гипотезы до готового продукта.

Из класса в класс проекты «взрослеют» вместе с учениками. Так, например, ученики 6-7 классов, чаще всего ограничиваются плакатами (они еще не изучают информатику) и изготовлением небольших макетов: термометр, динамометр, весы, гидравлический подъемный кран и гидравлический пресс из картона. В этом им конечно же помогают и родители, что является положительным в применении STEAM-подхода в обучении. Ученики 8 класса при подготовке проекта «Шум и его влияние на организм» изготовили макет дома из кирпича, который потом «одели» в шум изоляционные панели и затем обшили доской, каждый раз измеряя уровень шума внутри (программа на телефоне измеряла громкость звуков, проникающих внутрь). Ученики 11класса гуманитарного профиля, при подготовке проекта «Электротранспорт», как конечный продукт изготовили макет «Мир завтра»: в поле стоит ветро-генератор, неподалеку дом, на крыше которого солнечные панели, а во дворе дома припаркован электромобиль. При подготовке проекта на тему «Время – необратимый и непрерывный поток» ученики 11 класса рассмотрели понятие «время» с разных точек зрения, а когда задумались над макетом, представили время, как водный поток, который, как и время необратимый и непрерывный, изготовив действующий водопад из подручных средств.

Конечно, долгое время учителя думали о том, как оценивать проекты STEAM, раз они затрагивают разные дисциплины? Но потом мы договорились на предметных неделях или декадах проводить мероприятие-соревнование по защите проектов и оценивать дипломами и призами работу ребят.

Заключение

Междисциплинарный подход в преподавании физики на основе концепции STEAM является не просто модным трендом, а насущной необходимостью. Он позволяет преодолеть разрыв между теорией и практикой, делает процесс обучения более осмысленным и эффективным, а также способствует формированию у

подрастающего поколения ключевых компетенций, необходимых для успешного будущего. Внедрение STEAM-технологий в образовательный процесс требует от педагогов постоянного самосовершенствования, готовности к экспериментам и сотрудничеству с коллегами, но в конечном итоге приводит к качественно новому уровню образования.

Библиография

1. Министерство Образования и Исследований Республики Молдова. *Национальный куррикулум. Физика*. **(**доступный на https://mec.gov.md/sites/default/files/ fizica_gimnaziu_rus.pdf).
2. СОРОКОВИЧ, В., ГАТМАН Д. *Физика: Учебник для учащихся 6 класса*. Кишинэу: [Lyceum], 2023 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 96 p.
3. БОТГРОС, И., БОКАНЧА, В., ДОНИЧ, В., КОНСТАНТИНОВ, Н. *Физика: Учебник для 7 класса*. Кишинэу: Cartier, 2012.
4. ШАТУНОВА, О. В. STEM- и STEAM-образование: от технологии к искусству. Чебоксары, 2020. с. 259–263.
5. Что такое STEM образование и где его получить? Полный гайд для будущих студентов. Online: https://www.educationcenter.cz/blog/chto-takoe-stem-obrazovanie-i-gde-ego-poluchit-polnyj-gajd-dlya-budushhih-studentov/
6. https://drive.google.com/drive/folders/1_jlULfhYk-MDCNs6XzAxNdF6GyjXVR4TO?usp=drive_link
7. https://drive.google.com/drive/folders/1aP_jGq7XUzYg5P-K5NvN-nWrPyssvpIW?usp=sharing
8. https://docs.google.com/presentation/d/1jZGeqMRVT2H2o-uBb72cIixLPV4n9wSj/edit?usp=sharing&ouid=117220871707523589288&rtpof=true&sd=true
9. https://drive.google.com/drive/folders/1eN7unlt9l2uEYt4DIjXX1VGvsoQ7Blrz?usp=sharing
10. https://drive.google.com/drive/folders/1wmpfzubZB8j3Eo_yR4gEy-Nanp_0s4kxq?usp=sharing
11. https://drive.google.com/drive/folders/1WrXyVmrFwspyRecpM1m4sRi5xAkXTzBc?usp=sharing

CZU: 37.016:53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p488-493

ПРИМЕНЕНИЕ STEAM ПРОЕКТОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Виорел БОКАНЧА, доктор наук, доцент
https://orcid.org/0000-0002-7055-678X
e-mail: vibocancea@gmail.com
Государственный педагогический университет «Ион Крянгэ»
Ольга РУСНАК, учитель физики
https://orcid.org/0009-0001-4301-5056
e-mail: olgarusnac.85ol@gmail.com
Теоретический лицей «Д. Кантемир», Единец

Резюме. В данной работе описывается процесс реализации проекта STEM под названием «Smart House» в рамках учебного модуля по физике «Статика жидкостей» в 7-м классе, модуля по физике: «Электромагнитные явления. Электрокинетика» в 8-м классе, модуля по физике: «Электрокинетика», в 11-м классе. Этот проект STEM позволяет нам мотивировать учащихся к повышению интереса к изучению физики, обеспечить высокий уровень практического применения изученного материала учащимися и освоение способов решения жизненных проблем. Проект был реализован совместно с учащимися 8-11-го класса.
Ключевые слова: STEM-образование, электричество, гидростатическое давление, закон Паскаля, переменное напряжение, альтернативные источники энергии.

Abstract. This paper describes the implementation of a STEM project called “Smart House” as part of the physics module “Fluid Statics” in 7th grade, the physics module “Electromagnetic Phenomena. Electrokinetic” in the 8th grade, and the physics module “Electrokinetic” in the 11th grade. This STEM project allows us to motivate students to increase their interest in studying physics, ensure a high level of practical application of the material studied by students, and master ways to solve real-life problems. The project was implemented jointly with students in grades 8-11.
Keywords: STEM education, electricity, hydrostatic pressure, Pascal's law, alternating voltage, alternative energy sources.

Введение

STEM-образование позволяет использовать научные методы, технические приложения, математическое моделирование, инженерное проектирование в процессе преподавания-обучения-оценки. Подход STEM ведет к формированию инновационного мышления учащегося и развитию навыков XXI века.

По мнению специалистов в области STEM [1], подход STEM обеспечивает успех в большинстве профессий. Практически все эксперты отмечают, что прогрессивные технологии повышают мотивацию к обучению и расширяют базовые знания в области проектирования и программирования.

Обучение STEM — это инновационная методология, которая позволяет нам достичь нового уровня совершенствования компетенций, предусмотренных

модернизированной дисциплинарной программой [2]. Преимущества образования STEM [3], [4]:

1) Интегрированное обучение по темам, а не по предметам.
2) Применение научных и технических знаний в реальной жизни.
3) Развитие критического мышления и навыков решения проблем.
4) Укрепление уверенности в себе.
5) Активное общение и работа в команде.
6) Развитие интереса к техническим дисциплинам.
7) Креативный и инновационный подход к проектам.
8) Развитие мотивации к техническому творчеству через деятельность детей с учетом возраста и индивидуальных особенностей каждого ребенка.
9) Раннее профессиональное ориентирование.

Подготовка учащихся к технологическим инновациям в жизни

Интеграция STEM является одной из основных тенденций в современном образовании. Привлекая интерес, мы увеличиваем мотивацию учеников на успех. Реализация проектных, образовательных и исследовательских мероприятий с использованием прикладного междисциплинарного подхода позволяет создать наилучшую основу для освоения важных знаний в области нескольких дисциплин, таких как физика, математика, инженерия, технологическое воспитание, история.

Особенность подхода STEM заключается в том, что он основан на исследовании как основном типе учебной деятельности, которая не является строго научной, иногда спонтанной и неожиданной, но все же исследованием. Подход STEM основан на проблемах, вопросах, процессах, на проекте, который имеет цели, задачи и роли. В рамках проекта STEM учащиеся являются субъектами: независимыми авторами, инициаторами, лидерами и членами команды, которые не изучают непосредственно темы урока, а производят артефакты и решают проблемные ситуации.

Увеличивающееся загрязнение окружающей среды, нарушение теплового баланса атмосферы постепенно приводят к глобальным изменениям климата. Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с всё нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к использованию нетрадиционных, альтернативных источников энергии. Они экологичны и возобновляемы, основой их служит энергия Солнца и Земли, воды и воздуха.

Человеку нужна энергия, причем потребности в ней увеличиваются с каждым годом. Вместе с тем запасы традиционных видов природного топлива (нефти, угля, газа). Под влиянием новых социальных условий и материальных возможностей людей, под воздействием развивающейся техники и научно-технического прогресса изменяются представления человека о своем жилье.

В связи с тем, что жители республики Молдовы встретились в холодный период времени с подорожанием электроэнергии, мы создали свой ветряной генератор, который будет вырабатывать достаточное количество энергии для обеспечения электричеством всего дома.

Проект Smart House позволяет использовать интеллектуальную систему управления, которая объединяет в единый комплекс все оборудование, решающее различные задачи в сфере обеспечения безопасности, жизнеобеспечения, развлечений и связи. В Smart House установлен, пожарная сигнализация, водоснабжения, защита от утечек газа, управление освещением которая работает с помощью энергии, которую вырабатывает генератор. На каждую систему разработана программа, которая регулирует каждую систему, позволяет контролировать уровень работоспособности каждого датчика в отдельности.

Smart House не только развит своими технологиями, но и его может использовать любой житель нашей страны со среднем уровнем заработной платы.

Задачи исследования:

I. Изучение основ работы генератора, и системы работы сигнализации;
II. Изучение преимуществ использования Smart House и выявление недостатков;
III. Построение функционального макета дома и генератора для проверки полученных знаний;
IV. Изучение концепции с последующим применением и модернизации данного проекта.

Достигнув вышеупомянутых целей, мы продемонстрируем возможности, преимущества и недостатки современного дома и выявим любые недостатки и проблемы.

Таблица 1. Оборудование, использованное при создании умного дома

Smart House • Оргстекло • уголки • профиль • клей • шурупы • OSB	

Рисунок 1. Материалы и приборы для Smart House

Таблица 2. Оборудование, использованное при создании ветряного генератора

Ветряной генератор • Колеса-2 шт (d= 32 см) • Пластмассовая труба (d=100) • Заглушки • Металическия труба l=90 см • Мотор на 12 В (от принтера)	 **Рисунок 2. Материалы и оборудование для ветряного генератора**

Таблица 3. Оборудование, использованное при создании сигнализации

• Ардуино UNO • Кабеля с коннекторами папа-папа • Кабеля с коннекторами мама-папа • Датчик движения • Датчик дыма • Датчик огня • Светодиоды -3 шт • Источник питания (на плату)	 **Рисунок 3. Приборы для сигнализации**

Основы работы

Генератор – необходим для выработки переменного тока. Сила тока и напряжение генератора зависит от скорости и стабильности ветра. Лопасти – приводят в движение вал генератора благодаря энергии ветра. Принцип действия ветрогенератора. Принцип работы ветрогенератора построен на преобразовании кинетической энергии силы ветра в энергию вращения вала генератора. Генератор вырабатывает напряжение 12 В.

Задача генератора состоит в том, что при сооответствующей скорость ветра он вырабатывает энергию, для дома. К генератору прикреплён мотор для выработки энергии. Которая подаётся для освещения дома, освещением дома можно управлять при помощи пульта. Электричество, которое вырабатывает генератор поступает на аккумулятор. Пульт управления управляет освещением (включает и выключает свет), а также управляет подачей воды в душ, он включает воду, которая поступает с гидронасоса в душ, а также с помощью пульта можно открыть дверь. В доме установлена пожарная безопасность.

Пожарная сигнализация на ардуино должна определяет начало пожара с помощью датчиков огня, дыма, и сигнализирует об этом с помощью светодиодов. Кроме того, наша пожарная сигнализация на ардуино будет фиксировать наличие людей в помещении с помощью датчика движения.

Структура изготовления дома (модели) и пожарной сигнализации

Принцип работы ветрогенератора построен на преобразовании кинетической энергии силы ветра в энергию вращения вала генератора. Для вертикальных ветрогенераторов, вертикальная ось соединена с вертикальным ротором. Генератор и ротор расположены внизу конструкции. Лопасти закреплены в вертикальной оси. Вращаясь, лопасти заставляют вращаться ротор генератора, который начинает вырабатывать переменный и нестабильный ток. Это ток идет на контроллер, который преобразует его в постоянное напряжение и заряжает аккумуляторы. С аккумулятора питание идет на инвертор, назначение которого превращение постоянного тока в переменное напряжение 12 В, которое поступает в наш Smart House.Данная энергия поступает на электромотор, на котором зафиксированы лопасти перемещает воду по водопроводным трубам к ванной комнате. На входе в дом установлен датчик движения, который сигнализирует о приближении объекта. На кухне расположена противопожарная сигнализация, сигнализация работает на базе ардуино уно. В состав сигнализации входит датчик дыма, и датчик огня. Если в доме слышен запах дыма, то срабатывает светодиод красного цвета, в качестве обнаружения огня, на макетной плате загорается светодиод желтого цвета.

Пожарная сигнализация на ардуино должна определяет начало пожара с помощью датчиков огня, дыма, и сигнализирует об этом с помощью светодиодов.

Кроме того, наша пожарная сигнализация на ардуино будет фиксировать наличие людей в помещении с помощью датчика движения.

Рисунок 4. Продукт STEAM проекта

Результаты исследований

1) Создание функциональной модели дома.

2) Формирование мнения об актуальности и важности экологических зданий в нашей жизни.
3) Составление списка возможного использования пожарной безопасности.
4) Определение проблем или рисков, связанных с созданием такого типа дома.
5) Создание эскиза конструкции дома, который затем используется в качестве основы функциональной модели.

Выводы

1. Создание такого дома обеспечит эффективность и надежность.
2. Использование ветрогенератора позволит вырабатывать собственную энергию для лёгкого управления домом.
3. Использование противопожарной сигнализации обеспечит сохранность жизни.
4. В то же время есть небольшие недостатки использования ветрогенератора, отсутствие ветра приведет к низкой выработки электроэнергии. От скорости ветра зависит и мощность генератора; - лопасти, предназначены для передачи вращения к валу генератора через редукторы и стабилизаторы скорости вращения ротора генератора; — мачта ветряка должна иметь достаточную высоту.
5. Необходимо регулярно наблюдать за работой данной системы подачи воды, контролировать давление в системе.
6. Постоянное наблюдение, за питанием, которое подается на сигнализацию, так как аккумулятор имеет возможность потери электроэнергии, а плата Ардуино при нехватки определенной силы тока не может выполнить соответствующие действия.

Библиография

1. DUGGER, W. E. Evolution of STEM in the United States. In: *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Queensland, Australia, 2010.
2. *Fizică*. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Clasele VI-IX. Chișinău, 2020.
3. *STEM – Образование в современной школе: Необходимость и преимущества.* URL: http://www.zkoipk.kz/ru/ nconf2018/3-section/4064-stem-.html
4. АЗИЗОВ, Р. *Образование нового поколения: 10 преимуществ STEM образования*. Электронный ресурс: URL: https://ru.linkedin.com/pulse/-stem-rufatazizov

CZU: 371.3:51+53 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p494-498

ОСНОВНАЯ ДИЛЕММА ТОЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Анастасия ФЕДОТОВА, студент 4 курса физико-математического факультета
https://orcid.org/0009-0001-2400-8731
e-mail: nastuha213977@gmail.com
Физико-технический институт ПГУ им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь
Татьяна КОЖУХАРОВА, научный руководитель, учитель математики
https://orcid.org/0009-0000-4553-2594
e-mail: tatiana.kojuharova@bk.ru
МОУ «Бендерский теоретический лицей имени Л.С.Берга», г. Бендеры

Abstract. The article examines an example of the interdisciplinary connection between physics and mathematics through an in-depth study of these subjects. It demonstrates that mastering the art of understanding mathematics is an essential tool for solving physical problems. It is emphasized that knowledge of mathematical methods forms the basis for successful problem-solving in physics. This approach fosters the development of logical thinking, the formation of a scientific worldview, and increases students' interest in studying natural sciences.
Keywords: mathematics, physics, learning activity, derivative, interdisciplinary connections, scientific approach, education.

Аннотация. В данной статье рассматривается пример междисциплинарной связи физики и математики, с углубленным изучением материала по данному предмету, где важнейшим инструментом для решения любых физических задач является искусство понимания математики. Подчёркивается, что знание математических методов является основой успешного решения физических задач. Такой подход развивает логическое мышление, способствует формированию научного мировоззрения и повышает интерес учащихся к изучению естественнонаучных дисциплин.
Ключевые слова: математика, физика, учебная деятельность, производная, междисциплинарные связи, научность, обучение.

В связи с быстрым развитием мира, процесс становления личности является главной задачей, как и для учителя, так и для общества в целом. Он заключается в следующем, во-первых, в осознании им мира, во-вторых, это принятие общественных общепринятых законов, а также в умении взаимодействовать с другими людьми.

На сегодняшний день, одной из актуальных и важнейших проблем современного образования является формирование целостной картины мира у учащихся в процессе обучения. В прошлом столетии, одной из главных задач учителя являлось формирование научного мировоззрения у учащихся, заключающееся во взгляде на мир не только с научной точки зрения, но и с философской, идейной, нравственной. Однако, в настоящее время у образовательных организаций недостаточно возможностей для формирования у

учащихся понимания единства картины мира. Так как невозможно сформировать понимание единства сущности мира, обучая лишь своему конкретному предмету, забывая о философской, эстетической и других сторонах жизни.

В свою очередь, хочется отметить, что на сегодняшний день разрыв научности подачи материала начинается с азов. Изучение таблицы умножения в начальной школе, знание которой в большинстве случаев у учащихся отсутствует, замедляет выполнение вычислительных процессов в математике и, конечно же, смежных предметах, физике на протяжении всей учебной деятельности. Необходимо подчеркнуть то, что урезание часов в математике, начальной школе и среднем звене, а также физико-математических дисциплин в старшем звене являются одной из главных проблем сегодняшнего образования. Эта дилемма тормозит быстрому восприятию понимания информации при решении задач особенно в таких предметах, связанных с точными науками. Поверхностная подача материала и отсутствие задач с практическим применением, которые становятся довольно-таки актуальными при сдаче Государственной итоговой аттестации по данным предметам на сегодня, вдобавок нарушение ее научности мешает глубокому восприятию учащимися тем, которые они проходят за период обучения в школе, т.е. с 5 по 11 класс. К сожалению, учебные программы по математике и физике не совпадают при объяснении некоторых тем. Например, в алгебре и начале анализа производная изучается в конце 10 класса, а для решения задач по физике данный материал требуется уже в 9 классе [3, с.138].

В данной статье рассматривается пример междисциплинарной связи физики и математики, с углубленным изучением материала по данному предмету, где важнейшим инструментом для решения любых физических задач является искусство понимания математики.

Механический смысл производной

Пусть тело движется прямолинейно по закону: $s = f(t)$.

Мы уже знаем, что скорость v движения тела в данный момент t определяется как производная пути по времени: $v = s'$.

Если тело движется неравномерно, то скорость v с течением времени изменяется и за промежуток времени Δt получает приращение Δv. В этом случае величина отношения $\frac{\Delta v}{\Delta t}$, показывающая изменение скорости в единицу времени, называется *средним ускорением* в промежутке времени от t до $t + \Delta t$ [2, с.20].

Положим, что $\Delta t \to 0$, тогда $t + \Delta t \to t$, а среднее ускорение $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ стремится к величине, которая называется *ускорением в данный момент времени* t. Обозначим через a:

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = v' = (s')' = s".$$

Таким образом, *ускорение прямолинейного движения тела в данный момент равно второй производной пути по времени, вычисленной для данного момента.*

Задача 1. Точка движется прямолинейно по закону $s = 2t^2 - 3t + 5$. Найти скорость и ускорение точки в момент $t = 5$.

Решение. Для определения скорости нужно найти первую производную данной функции при $t = 5$. Таким образом:

$$v = s' = (2t^2 - 3t + 5)' = 4t - 3$$

$$v(5) = 4 \cdot 5 - 3 = 17.$$

Ускорение a равно второй производной функции при $t = 5$

$$a = s" = (s')' = (4t - 3)' = 4.$$

Величина ускорения оказалась постоянной для любого значения t, значит, движение точки по заданному закону происходит с постоянным ускорением.

Можно сделать вывод, что применение производных из области математического анализа играет важную роль в изучении физических явлений и процессов.

Вытекание воды

Экспериментально было получено, что скорость вытекания воды через небольшое отверстие равна

$$v = 0{,}4\sqrt{2gh},$$

где g – ускорение свободного падения, равное 9,8 $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, h – высота уровня воды над отверстием, 0,4 – коэффициент вязкости жидкости (рис.1).

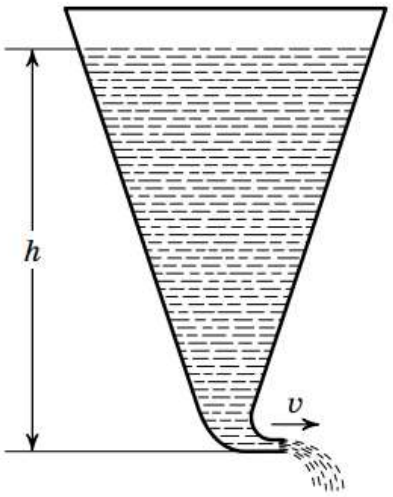


Рисунок 1.

Так как $v = v(h)$ является функцией от h, то по мере вытекания воды скорость вытекания будет уменьшаться [1, с.97].

Составим дифференциальное уравнение, описывающее вытекание воды.

Пусть $S(h)$ - площадь сечения сосуда на высоте h над отверстием, $h = h(t)$ −высота столбца жидкости в момент времени t.

За промежуток времени от t до $t + \Delta t$ высота изменится на

$$\Delta h = h(t + \Delta t) - h(t),$$

а объем ΔV вытекшей жидкости будет равен $-S(h)\Delta h$.

И в то же время, если S_1 - площадь сечения отверстия, через которое вытекает вода, то

$$\Delta V \approx v(h)S_1\Delta t,$$

так как за промежуток времени Δt вытекает вода того же объема, что и цилиндр сечения S и высоты $v\Delta t$.

$$\Delta V = -S(h)h' \approx v(h)S_1\Delta t \,/\, \Delta t$$

переходя к пределу при $\Delta t \to 0$, получим

$$-S(h)h' = S_1 v(h)\; h' = -\frac{S_1}{S(h)}v(h).$$

Задача 2. За какое время вытечет вся вода из цилиндрического бака (рис. 2) высотой 3м, диаметром основания 1м через отверстие в дне диаметром 1см?

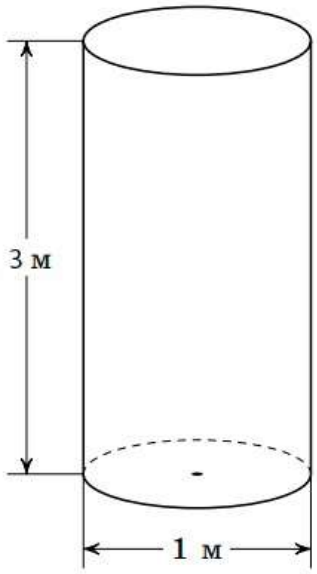


Рисунок 2.

Решение. В этом случае,

$$S(h) = \pi \cdot (0{,}5)^2 = const$$

(в качестве единицы измерения, мы взяли м).

$$S(h) = \pi R^2,$$

где R- радиус основания бака, $R = 0{,}5$ м;

$S_1 = \pi {R_1}^2$- площадь отверстия, R_1- радиус отверстия, $R_1 = 0{,}005$ м.

$$\Delta V = \pi R^2 \Delta h = -\pi {R_1}^2 \cdot 0{,}4\sqrt{2gh\Delta t},$$

$$h' = -0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}\sqrt{2gh} \,/\, \sqrt{2gh},$$

$$\frac{h'(t)}{\sqrt{2gh(t)}} = -0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}.$$

Подберем функции производные, которых правой и левой частям.

$$\left(\frac{2\sqrt{h}}{\sqrt{2g}}\right)' = (-0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}t)'.$$

Через равенство производных можем записать равенство функций с точностью до постоянной.

$$\frac{2\sqrt{h}}{\sqrt{2g}} = -0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}t + C.$$

Определим C. Для этого обратимся к условию, что $h(0) = H$, где H- высота бака, $H = 3$м. В результате: $C = \frac{2\sqrt{H}}{\sqrt{2g}}$.

На выходе получим

$$\frac{2\sqrt{h}}{\sqrt{2g}} = -0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}t + \frac{2\sqrt{H}}{\sqrt{2g}}.$$

Момент вытекания всей воды характеризуется тем, что $h = 0$, откуда время T вытекания всей воды можно найти из уравнения:

$$0{,}4\frac{{R_1}^2}{R^2}t = \frac{2\sqrt{H}}{\sqrt{2g}}.$$

$$T = \frac{2\sqrt{H}R^2}{0{,}4{R_1}^2\sqrt{2g}} = \frac{2\sqrt{3}(0{,}5)^2}{0{,}4(0{,}5\cdot 10^{-2})^2\sqrt{2\cdot 9{,}8}} \approx 19\cdot 10^3\text{с} \approx 5\text{ч}.$$

Ответ: 5ч.

Можно предположить, что решение задач исследования физических процессов методами математического анализа позволяет развить междисциплинарные связи, показать ученику целостную картину мира, развивать логические и практические способности школьника, расширить границы познавательных возможностей.

Прочная связь между предметами, которая за годы практики показывает себя с лучшей стороны и оправдывает возможные ожидания.

Можно уверенно сказать, что междисциплинарные связи являются важным средством достижения прикладной направленности обучения математике. Возможность подобных связей обусловлена тем, что в математике и смежных дисциплинах изучаются одноименные понятия, такие как векторы, координаты, графики и функции, уравнения и т.д., а математические средства выражения зависимостей между величинами (формулы, графики, таблицы, уравнения, неравенства) находят применение при изучении смежных дисциплин.

Литература

1. КОГАН, Б.Ю. *Задачи по физике. Пособие для учителей*. Москва: «Просвещение», 1971. 286 с.
2. ПЕРЫШКИН, А.В., ГУТНИК, Е.М. *Физика 9 класс. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений.* Москва: Дрофа, 2014. 319 с.
3. СЕЛЕВКО, Г. К. *Современные образовательные технологии.* Москва: Народное образование, 1998. 256 с.

Section IV.

Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography

Secția IV.

Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei

CZU: 373+51:001.895(478) DOI: 10.46727/c.steam-2025.p500-510

METODOLOGIA CERCETĂRII STEAM ÎN REALIZAREA PROCESULUI EDUCAȚIONAL: DRUMUL UNEI II MOLDOVENEȘTI

Olesea BECHET, profesoară de matematică
https://orcid.org/0009-0000-4319-5029
e-mail: bechetolesea46@gmail.com
IP Gimnaziu Tîrșiței, raionul Telenești

Rezumat. Proiectul „Metodologia cercetării STEAM în realizarea procesului educațional: Drumul unei ii moldovenești" valorifică abordarea interdisciplinară a învățării prin integrarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii. Activitatea îmbină elemente ale patrimoniului cultural cu aplicații matematice practice, dezvoltând gândirea critică, spiritul de echipă și creativitatea elevilor. Prin descoperirea legăturii dintre simbolurile geometrice și conceptele matematice, elevii își consolidează identitatea națională și competențele STEAM, devenind mai motivați și mai implicați în procesul educațional.

Cuvinte-cheie: STEAM, matematică aplicată, patrimoniu cultural, impact educațional.

Abstract. The project "STEAM Research Methodology in the Educational Process: The Journey of a Moldovan Blouse" promotes an interdisciplinary learning approach by integrating science, technology, engineering, art, and mathematics. The activity combines elements of cultural heritage with practical mathematical applications, fostering students' creativity, teamwork, and critical thinking. By discovering the connection between geometric symbols and mathematical concepts, students strengthen their national identity and STEAM competencies, becoming more motivated and actively engaged in the educational process.

Keywords: STEAM, applied mathematics, cultural heritage, educational impact.

Introducere

Educația contemporană pune un accent sporit pe dezvoltarea competențelor transversale și pe formarea unei gândiri integrate, capabile să conecteze cunoștințe din multiple arii curriculare. În acest context, abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) se evidențiază ca o paradigmă educațională complexă, orientată spre inovare, creativitate și aplicabilitate practică. Valorificarea patrimoniului cultural în cadrul demersului didactic contribuie la consolidarea identității naționale, la dezvoltarea sensibilității estetice și la formarea unor conexiuni semnificative între tradiție și cunoașterea științifică. Proiectul didactic „Metodologia cercetării STEAM în realizarea procesului educațional: Drumul unei ii moldovenești" propune o integrare eficientă a elementelor de patrimoniu cultural în studiul matematicii aplicate, utilizând simbolurile geometrice specifice iei tradiționale ca suport pentru dobândirea competențelor STEAM. Prin implicarea elevilor în activități interactive, colaborative și exploratorii, se urmărește stimularea motivației intrinseci, a gândirii critice și a capacității de transfer a cunoștințelor în situații reale de învățare. Implementarea proiectului a avut un impact semnificativ asupra formării competențelor STEAM și a motivației pentru învățare. Elevii au devenit mai

curioși și mai activi, aplicând conceptele matematice în contexte practice și creative. Activitățile de cercetare și creație artistică au contribuit la dezvoltarea gândirii critice, a cooperării și a respectului pentru tradițiile naționale. Proiectul a cultivat sentimentul de apartenență culturală și a demonstrat că știința și arta pot coexista armonios în procesul educațional modern.

Proiectul activității de învățare STEAM

Metodologia cercetării STEAM în realizarea procesului educațional: Drumul unei ii moldovenești

Date generale: Instituția Publică Gimnaziul Tîrșiței, raionul Telenești

Tema proiectului: Drumul unei ii moldovenești

Numele, prenumele profesorilor: Bechet Olesea, Coadă Olesea, Calutu Maria, Coadă Iulian

Titlul: Metodologia cercetării STEAM în realizarea procesului educațional: Drumul unei ii moldovenești

Disciplina de bază: **Matematica**

Discipline integrate: Biologie, Chimie, Fizică, Matematică, Informatică, Istorie, Educație plastică și tehnologică, STEAM (Aplicații ale figurilor geometrice în design-ul vestimentar).

Grupul țintă: 18 elevi ai clasei a VIII-a

Problema rezolvată prin proiect: Trecutul unui neam este ca un altar, ocrotitor al focului sacru, de unde se proiectează lumini asupra prezentului și a viitorului. Munca unei generații este binefăcătoare numai atunci când se inspiră și se întemeiază pe valorile materiale și spirituale ale trecutului, pe care le îmbogățește și le aplică noilor condiții de viață. Deseori, elevii la orele de matematică, întreabă: „De ce atâtea cunoștințe teoretice, când în practică este cu mult mai simplu? Oare nouă ne trebuie toate acestea pentru viață? În prezent lumea a evoluat și tot ce avem nevoie găsim pe internet?” Noi toți folosim matematica zi de zi, fie că suntem conștienți de asta sau nu. Matematica este limbajul universal al mediului nostru, aplicabilă în domenii foarte diferite, de la arhitectură la designer, inclusiv cel vestimentar, de la gătit la contabilitate. Pornind de la întrebarea firească a elevilor: „De ce atâtea cunoștințe teoretice, când în practică e cu mult mai simplu?”, proiectul „Drumul unei ii moldovenești” a căutat răspunsul prin acțiune și descoperire. În loc de lecții abstracte, elevii au trăit matematica, știința, arta și tehnologia în mod practic — construind, măsurând, creând și cosând. Astfel, matematica s-a regăsit în proporțiile iei, știința în obținerea culorilor naturale, ingineria în construcția războiului de țesut, tehnologia în aplicarea modelelor digitale, iar arta în armonia simbolurilor. În final, elevii au înțeles că teoria prinde viață prin creație și că în spatele fiecărui fir cusut se ascunde o formulă, o regulă, o poveste.

Obiectivul general al proiectului: Dezvoltarea unei înțelegeri pluridisciplinare (STEAM) a iei moldovenești ca simbol național și produs tehnic, analizând drumul acesteia de la materia primă la piesa vestimentară finită, cu un accent special pe integrarea culorilor Tricolorului ca valoare identitară.

Obiective specifice:

O_1: Să enumere figurile geometrice prezente pe ie;

O_2: Să descrie în baza imaginii (a iei), semnificația figurilor geometrice și a simbolurilor tradiționale de pe ia moldovenească;

O_3: Să efectueze măsurări și calcule, în vederea elaborării bugetului necesar la confecționarea unei ii;

O_4: Să determine importanța păstrării și promovării patrimoniului istoric;

O_5. Să integreze tehnologiile moderne (mașina de cusut, aplicații grafice) pentru conservarea și promovarea tradiției.

O_6: să elaboreze produsul ia și macheta de război de țesut.

Perioada realizării proiectului: luna octombrie

Strategii didactice:

- *metode și tehnici*: discuție dirijată, experimentul, problematizare și studiu de caz.
- *forme de organizare*: frontal și în grup
- *materiale didactice*: riglă; creion simplu; foaie A3/A4; hârtie milimetrică; foarfece; mașină de cusut; pânză albă pentru ie și pentru experimente (bumbac); ace; bolduri; carton; hârtie foto și materiale pentru afiș; elemente de decor cum ar fi mărgele; coloranți naturali; ață pentru mărgele; ață colorată și alte materiale care sunt necesare în procesul de elaborare a unei ii moldovenești.
- *mijloace/ tehnologii/ instrumente digitale*: proiector, conexiune internet, calculator, telefon mobil, tabletă.
- *Strategii de evaluare*: chestionar, evaluare orală

Produs: o ie moldovenească și macheta unui război de țesut.

Ipoteza: Investigarea modului în care știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica se împletesc în procesul confecționării iei moldovenești va contribui la dezvoltarea gândirii analitice, estetice și creative a elevilor, formând atitudini de respect, perseverență, patriotism și dragoste față de valorile naționale.

Scop: Formarea unei atitudini conștiente față de valorile tradiționale și dezvoltarea abilităților STEAM prin activități de cercetare, experimentare, creație și prezentare a unor produse culturale – ia moldovenească și macheta unui război de țesut.

Tabelul 1. Organizarea situației experimentale

Nr. d/o	Acțiuni / activități desfășurate	Timp / Perioadă de realizare	Modalități de realizare	Resurse
1	Etapa de documentare: - Argument: Una dintre competențele specifice proiectului STEAM constă în investigarea tradițiilor și simbolurilor moldovenești prin utilizarea resurselor digitale și a metodelor interactive. - Provocare: Descoperirea figurile geometrice prezente pe iele moldovenești și semnificațiilor motivelor tradiționale și a cromaticii iilor moldovenești. - Activități: Căutarea informațiilor despre istoria iei, simboluri, culori, materiale folosite; vizionarea de materiale video și discuții dirijate.	1 săptămână	Discuții dirijate, investigație documentară, utilizarea resurselor digitale	Calculator, internet, proiector, materiale vizuale
2	Etapa de realizare a produsului: - Activități: 1) Drumul confecționării iei moldovenești din materialele alese, pictarea modelelor tradiționale, crearea unor afișe tematice și a unei machete de război de țesut (forma de prezentare: produs -însăși ia și macheta războiului) 2) Efectuarea de măsurări, apoi calcule referitoare la bugetul necesar/devizul de cheltuieli pentru confecționarea iei moldovenești. Forma de prezentare: tabel în Word - Scop STEAM: Aplicarea cunoștințelor interdisciplinare (arte, tehnologie, matematică, istorie) în realizarea produsului final.	1-2 Săptămâni Parcursul lunii octombrie	Atelier de creație, lucru în echipă, aplicare practică a cunoștințelor	Materiale de lucru, hârtie, culori, textile, calculator, imprimantă
3	Etapa de prezentare: - Activități: Organizarea unei expoziții cu produsele realizate (ii, machete, afișe, fotografii); realizarea unei prezentări PowerPoint despre simbolurile iilor. - Obiectiv: Dezvoltarea abilităților de comunicare și exprimare publică.	1 zi	Expoziție, prezentare orală, evaluare între colegi	Videoproiector, laptop, spațiu expozițional
4	Etapa de evaluare: - Activități: Analiza produselor realizate, reflecție asupra activităților, feedback din partea profesorilor și colegilor. - Se evaluează: creativitatea, colaborarea, aplicarea conceptelor STEAM, prezentarea produselor.	1 zi	Autoevaluare, feedback, portofoliu de proiect	Fișe de evaluare, rubrici, observație sistematică

Tabelul 2. Devizul de cheltuieli

Nr. crt.	Denumirea materialelor / serviciilor	Cantitate	Preț unitar (lei)	Valoare totală (lei)	Observații
1	Pânză albă pentru ie (bumbac)	2 m	120	240	Material de bază pentru confecționare

2	Ață colorată (roșu, albastru, galben, verde)	set	50	50	Pentru motivele tradiționale
3	Ace, bolduri, foarfeci	set	40	40	Instrumente de lucru
4	Mărgele și paiete decorative	12 pachete	15	180	Pentru ornamentarea mânecilor și gulerului
5	Mașină de cusut (utilizare atelier privat)	1	150	150	Serviciile achitate doamnei pentru mașina de cusut
6	Hârtie milimetrică, creioane, riglă, coli A4	set	25	25	Pentru proiectare și schițe geometrice
7	Carton, hârtie foto și materiale pentru afiș	set	30	30	Pentru prezentarea finală
8	Servicii tipărire / imprimare postere	5	5	25	Expoziție finală
9	Alte cheltuieli neprevăzut			Aproximativ 740 lei	

Desfășurarea activității propriu-zise cu folosirea materialelor indicate

Într-o lume în care hainele se cumpără ușor, gata făcute, ne-am întrebat: cum arată drumul unei ii moldovenești de la fir la poveste? Ne-am imaginat un fir de bumbac sau de in, simplu și modest, care începe o călătorie lungă. Acest fir este întâi cules, apoi tors, transformat în urzeală și bătează, trecând prin mâinile pricepute ale meșteșugarilor. Războiul de țesut devine scena pe care firul prinde viață, iar apoi cusăturile, rând după rând, îi dau glas. Ia nu este doar o bucată de pânză cusută. Este o hartă a identității, o poveste scrisă cu ac și ață, o legătură între trecut și prezent. Fiecare motiv are un rost, fiecare culoare are o taină, iar fiecare linie cusută devine un vers dintr-o poezie fără cuvinte. Prin acest proiect, am pornit să descoperim cum știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica se împletesc în procesul de realizare a iei. Vom descoperi împreună cum dintr-un simplu fir de ață se naște un simbol al identității noastre moldovenești și că ia nu este doar o piesă de îmbrăcăminte, ci sufletul și identitatea noastră.

În contextul acestui an școlar, dedicat promovării valorilor naționale, proiectul „Drumul unei ii moldovenești" își propune să îmbine tradiția cu inovația prin prisma educației STEAM. Valorile fundamentale ale identității noastre — dragostea de țară, respectul pentru tradiții, unitatea, creativitatea și demnitatea — se regăsesc în fiecare etapă a activității, de la documentarea istorică și artistică până la aplicarea metodelor științifice și tehnologice moderne. Ia moldovenească devine astfel nu doar un simbol al patrimoniului cultural, ci și o punte între trecut și viitor, între meșteșugul popular și gândirea inovatoare a tinerei generații.

Vă invităm să priviți dincolo de pânză și de ață. În fața dumneavoastră se află Ia – Harta Sufletului a 18 inimi. Nu este doar un obiect vestimentar; este testamentul nostru, cusut cu firul timpului și al credinței.

Pe spate, am așezat Soarele – izvorul de lumină, forța care ne unește. El simbolizează unitatea neamului nostru și speranța care ne ghidează mereu spre ziuă, oricât de lungă ar fi noaptea.

Pe cele două mâneci, strălucesc 18 Steluțe, câte una pentru fiecare dintre noi. Noi suntem noile generații, generația STEA care nu doar moștenește tradiția, ci o duce mai departe. Fiecare cusătură, fiecare calcul din acest proiect, este o rază de lumină pe care o adăugăm la patrimoniul național. Mânecile, locul unde sunt așezate steluțele, reprezintă mâna iscusită și acțiunea de a construi viitorul.

Această ie poartă pe mâneci și piept cele trei culori vibrante ale Tricolorului – roșu, galben și albastru. Ele nu sunt doar culori, ci o promisiune: am folosit știința (extracția culorilor din sfeclă, suc de morcovi, cafea naturală, ceapă, pigment albastru alimentar și albastru de metilen) și ingineria (precizia războiului de țesut) pentru a demonstra că valorile noastre cele mai sfinte sunt reale, concrete și eterne.

Această ie este proiectul nostru de tip STEAM: arta de a simți, matematica de a măsura, știința de a cunoaște și curajul (roșul) de a acționa. Vă invităm să ne însoțiți în această călătorie, de la fibră la viitor.

Etapele desfășurate – STEAM

ȘTIINȚĂ
Totul începe cu firul de ață. Știința ne arată de unde vin fibrele naturale: bumbac, in, cânepă. Însă, pentru ca aceste fire să devină pânză, oamenii au inventat un instrument uimitor: războiul de țesut. Pe război, firele se împletesc, se leagă și devin țesătură. Este știință, dar și artă, pentru că trebuie să înțelegi cum să așezi fiecare fir, cum să creezi modele simple încă din țesătură. Am cercetat cum sunt transformate plantele în pânză, cum sunt vopsite cu pigmenți naturali și cât de rezistente sunt. Când vopsim firele cu plante, ele prind culorile pământului, ale cerului și ale florilor. Aici descoperim valoarea respectului pentru natură și pentru resursele pe care ea ni le dăruiește. Am aflat că, odinioară, culorile se obțineau din flori, frunze sau coajă de copac. Noi am experimentat și cu plante, pentru a vedea cum se obțin vopselele naturale. Ia începe prin știință – prin cunoașterea materialului. (Vezi ***Anexa 3*** *demonstrație: arătarea unor experimente care dau culoare – ex. Ceapă, cafea naturală și sucul de morcovi pentru galben, sfeclă roșie pentru roșu, pigment albastru alimentar și albastru de metilen, frunze pentru verde.)* *La capitolul ȘTIINȚĂ vom evidenția cîteva valori:* 1. *Valoarea respectului pentru natură- atunci când am studiat fibrele naturale* 2. *Valoarea tradiției-atunci când am vopsit pânza cu culori naturale* 3. *Valoarea colaborării-atunci când am experimentat împreună*
TEHNOLOGIE
Cu sute de ani în urmă, femeile coseau manual, ore întregi, la lumina lămpii. Astăzi, tehnologia ne ajută: mașini de cusut moderne, programe digitale și aplicații de design care permit să vedem cum ar arăta ia înainte să fie cusută. Ia prinde viață și în lumea digitală. Exemplu il avem chiar pe ia noastră -confecționată de noi simbolurile sunt cusute cu acul și ața o altă parte din simboluri sunt cusute cu

ajutorul mașinii de cusut. Dacă străbunica folosea acul și războiul de țesut, noi putem folosi și mouse-ul, și tableta grafică. Dar scopul rămâne același: frumusețea iei. Acul și războiul de țesut erau tehnologia strămoșilor noștri. Noi am folosit și instrumente moderne: mașina de cusut, dar și aplicații digitale prin care am creat modele și am testat culorile pe ecran înainte de a coase.

Tehnologia ne-a ajutat să îmbinăm tradiția cu inovația. Astfel, am îmbinat trecutul cu prezentul: războiul bunicilor și tehnologia noastră modernă.

1. *Prezentarea evoluției tehnologiei textilului: de la războaiele tradiționale la mașinile de cusut moderne.*
2. *Utilizarea aplicațiilor de design (program grafic) pentru a crea modele ale motivelor de pe ia.*
3. *Din tradiție spre modernitate: ia a fost cusută manual, azi poate fi și digitalizată.*

La capitolul TEHNOLOGIE vom evidenția câteva valori: creativitate, adaptare și inovație

1. *Când folosim programe pentru a crea modele avem valoarea inovației.*
2. *Când îmbinăm tradiția cu modernitatea avem valoarea adaptabilității.*
3. *Când comparăm cusătura manuală cu cea digitală avem valoarea respectului pentru diversitate.*
4. *Programe digitale ne permit să desenăm motive tradiționale, iar cusătura manuală se poate compara cu cea computerizată. Tehnologia ne ajută să păstrăm tradiția vie.*

INGINERIE — IA și RĂZBOIUL DE ȚESUT

Ia nu se face la întâmplare. Ia este o adevărată construcție. Ca la o casă, trebuie să respecți planul: măsori, decupezi, îmbini bucățile. Ingineria înseamnă tipare, croială și structura iei. Dacă o parte este mai mare și alta mai mică, ia nu se va potrivi. Totul trebuie gândit și construit cu precizie. Am avut nevoie de tipare, cusături, măsurători, decupaje, îmbinări linii de construcție, ca un adevărat proiect de inginerie. Am lucrat ca niște mici ingineri: am măsurat bucăți de pânză, am calculat proporțiile pentru mâneci și pentru fața iei, apoi le-am cusut pentru a crea forma finală. Rezultatul? Ia pe care o vedeți aici, făcută chiar de noi(vezi poze în Anexa 1). Așa a prins viață ia noastră, care îmbină tradiția străbunilor cu munca noastră de echipă. La capitolul Inginerie am mai realizat o machetă a războiului de țesut. Războiul de țesut, un instrument vechi folosit de bunicii și străbunicii noștri, devine pentru noi o lecție de colaborare. Am construit o machetă simplă, cu cadru din lemn sau carton, piuneze și fire. Am învățat cum urzeala (firele verticale) și bătaia (firele orizontale) se întâlnesc și se împletesc. Aici înțelegem valoarea muncii în echipă, a răbdării și a solidarității – pentru că niciun fir nu stă singur, toate se susțin unele pe altele. De aceea, ia este și o lecție de organizare și proiectare. Războiul de țesut (macheta vezi Anexa 2) arată cum oamenii au inventat unelte pentru a lucra împreună.

La capitolul INGINERIE vom evidenția câteva valori: organizare, colaborarea, ingeniozitatea, perseverența.

1. *Construcția machetei → valoarea perseverenței și a muncii.*
2. *Funcționarea războiului arată cum firele se împletesc → valoarea unității și a solidarității.*
3. *Munca în echipă → valoarea cooperării.*

ARTĂ

Și acum ajungem la inima iei – arta. Fără artă, ia ar fi doar o cămașă albă. Noi am ales motive tradiționale, fiecare cu un sens. Am folosit rombul pentru belșug, spirala pentru viață, crucea pentru protecție, soarele și stelele pentru lumină și să ne protejeze. Am cusut aceste simboluri pe ia noastră, așa cum făceau odinioară femeile la război – cu răbdare și migală, transformând munca în frumusețe și tot odată ca să purtăm mai departe poveștile strămoșilor. Fiecare linie și fiecare culoare are un sens. Pe ia noastră am cusut trei linii verticale în culorile tricolorului. Prima linie – albastrul – este cerul sub care trăim și credința care ne leagă. A doua linie – galbenul – este lumina soarelui și bogăția pământului. El strălucește și pe ia purtată la sărbători. A treia linie – roșul – este sângele străbunilor care au apărat țara și dragostea care dăinuie în cusăturile iei. Pânza albă ne amintește de puritate și lumină, galbenul soarelui aduce energie și recunoștință, roșul vorbește despre curaj și pasiune, albastrul ne învață credința și liniștea, iar verdele dăruiește speranță și renaștere.

Arta iei se naște prin pași mici, dar încărcați de emoție:

Acul – obiect simplu, dar magic, care ghidează firul prin pânză. Elevii învață să-l mânuiască cu răbdare și atenție. Acul străpunge pânza cu curaj.

Firul de ață – legătura dintre trecut și prezent. Un fir de ață nu e doar material – el este legătura dintre oameni.

Culorile – nu sunt alese la întâmplare. Ele transmit emoții și prind viață cu speranță și iubire.

Cusătura – repetitivă, dar niciodată plictisitoare. Este ritmul inimii care se așază pe pânză.

Modelul final – o compoziție armonioasă de forme geometrice și linii simetrice, care transformă ia într-o operă de artă într-un simbol al valorilor care ne unesc.
La capitolul ARTĂ vom evidenția câteva valori:

1. *Alegerea simbolurilor tradiționale reprezintă valoarea identității și a culturii..*
2. *Cusătura pas cu pas (acul, firul, culorile) este valoarea răbdării, a creativității și a expresiei personale.*
3. *Ia și tricolorul poartă aceleași valori: identitate, libertate, frumusețe și unitate.*

Ia realizată de noi nu este doar o haină, ci o poveste cusută cu suflet este valoarea mândriei și a recunoștinței față de strămoșii noștri.

MATEMATICĂ

Matematica este ascunsă în frumusețea iei. Geometria devine artă, iar cifrele se transformă în modele. Matematica intră în joc atunci când măsurăm pânza pentru tipare (lungime mânecă, lățime față, lungime totală), calculăm proporțiile, trasăm simetriile. Am calculat distanțe, am numărat pașii de cusătură, am folosit simetria pentru ca motivele să fie echilibrate. La fel și cusăturile noastre – am calculat dimensiuni, am folosit simetria și repetiția pentru ca ia să fie armonioasă. Am învățat că, în spatele artei, se află mereu reguli matematice care aduc armonie. Chiar și războiul de țesut are matematică în el: firele trebuie așezate paralel, distanțele trebuie păstrate egale. Am descoperit că matematica nu este doar în manuale, ci și în tradițiile noastre.

La capitolul MATEMATICĂ vom evidenția câteva valori: claritate, logică, armonie, echilibrul și ordinea – toate cusute în fiecare rând de ață.

1. *Simetria și proporțiile din modele arată că ordinea și echilibrul sunt valori fundamentale.*
2. *Calculul proporțiilor → valoarea echilibrului.*
3. *Simetria motivelor → valoarea armoniei.*
4. *Geometria în design → valoarea ordinii și a clarității.*

Concluzie

Știința, Tehnologia, Ingineria, Arta și Matematica s-au unit în acest proiect și au dat naștere iei și războiului nostru. Am descoperit că ia nu este doar o haină, ci o lecție de răbdare, creativitate și identitate. Prin acest drum, am învățat să prețuim tradițiile și să le unim cu prezentul. Am învățat că, de la războiul de țesut al bunicilor până la aplicațiile digitale de azi, ia rămâne aceeași poveste: o punte între trecut și viitor. Drumul unei ii moldovenești este și drumul nostru – de la cunoaștere, la creație, la identitate. Drumul iei este drumul valorilor care ne unesc. Fiecare fir cusut poartă o valoare: respect, iubire, curaj, răbdare, armonie. Ia nu este doar o piesă de port, ci un simbol viu al unității – un pod între trecut și viitor, între generații și inovație, este un simbol al valorilor care ne unesc. Cusută de mâini, dar și de suflete, ia este dovada că trecutul și viitorul pot fi țesute împreună. În final, ceea ce dorim să transmitem este că o ie nu se poartă doar pe trup, ci și în suflet. Proiectul „Drumul unei ii moldovenești” ne-a reconectat cu tradițiile materiale și cu ideea că obiectele culturale sunt și rezultate ale unor procese tehnice, științifice și matematice. Realizarea unui război de țesut (machetă) ne-a oferit o înțelegere practică a modului în care pânza este creată și cum motivele se proiectează și se transpun în realitate. Dacă privim fiecare domeniu STEAM, descoperim câte o valoare: știința ne învață respectul, tehnologia inovația, ingineria colaborarea, arta identitatea, iar matematica echilibrul. Toate acestea se unesc în ia noastră.

Prelucrarea datelor:

1. Analiza prezentărilor;
2. Întocmirea devizului de cheltuieli;
3. Realizarea schiței, pe suprafață plană a unei ii;
4. Confecționarea iei moldovenești și a războiului de țesut;
5. Evidențierea rolului figurilor geometrice în confecționarea iei moldovenești;
6. Prezentarea produsului final. Concluzii.

Afirmarea sau infirmarea ipotezei:

Ipoteza a fost afirmată și scopul atins.

Diseminarea:

- ✓ În cadrul Decadei STEAM sfârșitul lunii octombrie disciplinelor date;
- ✓ Pe pagina web a instituției;
- ✓ La o expoziție locală dedicată portului tradițional.

Anexa 1. Fotografii - proces

Anexa 2. Macheta războiului de țesut

Anexa 3. Experimente de vopsire

Bibliografie

1. ACHIRI, I., BRAICOV, A., ŞPUNTENCO, O. Matematică: Manual pentru clasa a VIII-a. Prut Internaţional, 2019 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”). 224 p. ISBN 978-9975-54-416-0.
1. Arta populară moldovenească – motive, simboluri, tradiții. Chișinău: Editura Știința, 2020.
2. Articole și materiale de pe platformele: https://edu.gov.md, https://art.md, https://traditii.md
3. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova — Curriculum la disciplina Matematica, clasele V–IX, ediția 2020.
4. Manual de educație tehnologică, clasa a VIII-a. Chișinău: Epigraf, 2024. ISBN 978-9975-60-552-6.
5. Ia românească – simbol al identității naționale, Muzeul Național al Satului „Dimitrie Gusti”, București, 2019.
6. Site-ul instituției: IP Gimnaziul Tîrșiței — secțiunea proiecte educaționale, 2025.
7. https://www.canva.com/design/DAG1314veg4/PgSk6U6mUeDjhU5-sTHKmQ/edit

CZU: 372.85:004 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p511-515

STEAM / DE LA PROBLEMĂ LA PRODUS: ROLUL PBL ÎN INTEGRAREA STEAM

Victoria CALISTRU, formator
https://orcid.org/0009-0004-0584-885X
e-mail: calistru.victoria@clasaviitorului.md
Centrul Național de Inovații Digitale în Educație „Clasa Viitorului”

Rezumat. O problemă autentică declanșează cercetarea, gândirea critică și colaborarea interdisciplinară, conducând la produse educaționale cu valoare practică și impact comunitar. Lucrarea investighează aplicarea modelului „de la problema la produs” în educația STEAM prin Învățarea bazată pe probleme (Problem Based Learning – PBL). Sunt descrise etapele cheie – identificarea problemei, investigația științifică, analiza integrată, prototiparea, realizarea produsului și reflectarea publică – precum și rolul profesorului ca facilitator. Secțiunea aplicativă include proiecte reale din școli (calitatea aerului, gestionarea apei, produse ecologice, „Școala verde”) care demonstrează traseul întrebării de cercetare la artefact. Rezultatele evidențiază creșterea competențelor științifice, digitale și colaborative ale elevilor.
Cuvinte-cheie: educație STEAM, PBL, problemă autentică, produs educațional, interdisciplinaritate.

Abstract. An authentic problem triggers inquiry, critical thinking, and interdisciplinary collaboration, leading to educational products with practical value and community impact. This paper examines the “from problem to product” model in STEAM education through Problem-Based Learning (PBL). It outlines the key stages — problem identification, scientific inquiry, integrated analysis, prototyping, product development, and public presentation/reflection — and the teacher’s role as a facilitator. The applied section presents real school projects (air quality, water management, eco-friendly products, “Green School”) that trace the path from a research question to a tangible artifact/product. Findings indicate growth in students’ scientific, digital, and collaborative competences.
Keywords: STEAM education, PBL, authentic problem, educational product, interdisciplinarity.

Educația secolului XXI impune un nou mod de a învăța și de a coopera [1, p.116]. Într-un context în continuă transformare, abordările centrate pe elev, care cultivă gândirea critică, colaborarea și creativitatea, devin esențiale. Învățarea bazată pe probleme (PBL) oferă cadrul ideal pentru integrarea STEAM deoarece plasează elevul în rolul de explorator și creator de soluții reale, iar PBL este un proces activ de învățare în care cunoașterea se construiește pornind de la o problemă deschisă și complexă [2, p.9].

Modelul „de la problemă la produs” descrie traseul de la formularea unei probleme autentice la investigare științifică, prototipare și prezentarea unui produs tangibil sau digital cu impact comunitar.

Conform abordării STEAM, integrarea științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii într-un proces unitar dezvoltă competențe transversale și conectează învățarea la viața reală [3]. „A”-ul din STEAM contribuie la design thinking, vizualizarea datelor și comunicarea soluțiilor. PBL este utilizat pentru integrarea autentică a domeniilor STEAM, în acord cu viziunea UNESCO privind învățarea pentru sustenabilitate [3, p.28].

Procesul de învățare pe modelul „de la problemă la produs” include șase etape principale, adaptate după Boud și Feletti [1, p.74], care asigură o tranziție eficientă de la teorie la acțiune:

1. *Identificarea unei probleme autentice* - elevii formulează o întrebare de cercetare pornind de la un fenomen observabil și relevant pentru comunitate (ex. calitatea apei, aerului, energiei).
2. *Investigația științifică* - colectarea datelor prin observație, experiment sau sondaj, cu integrarea senzorilor, aplicațiilor digitale și a surselor științifice credibile.
3. *Analiza interdisciplinară* - conectarea cunoștințelor din știință, matematică, arte, tehnologie și inginerie pentru interpretarea riguroasă a datelor și explicarea fenomenelor complexe.
4. *Generarea soluțiilor și prototiparea* - proiectarea, testarea iterativă și îmbunătățirea soluțiilor propuse (inginerie și design).
5. *Realizarea produsului final* - un produs educațional relevant (poster, model 3D, campanie digitală, prototip tehnic).
6. *Reflectarea și comunicarea publică* - prezentarea rezultatelor, urmată de autoevaluare și evaluare colegială riguroasă, bazată pe criterii definite (ex. aplicarea cunoștințelor, calitatea colaborării, impactul soluției).

Aceste etape favorizează o învățare activă și reflexivă, transformând profesorul în facilitator, iar elevii în autori și proprietari ai experienței de învățare. Aceștia își asumă roluri și responsabilități reale în formularea problemelor, alegerea strategiilor și monitorizarea progresului prin autoevaluare continuă. În consecință, ei ajung la propunerea soluțiilor și elaborarea produselor autentice [1, p.162].

Pentru a evidenția aplicabilitatea modelului propus, în continuare sunt descrise proiecte reale din școli, centrate pe investigarea unor probleme autentice cu relevanță comunitară.

1. Proiect Biologie – Chimie „ Calitatea aerului din jurul școlii”

Întrebarea problemă: „Cum influențează traficul rutier și vegetația nivelul de poluare din jurul școlii?”

Elevii au măsurat zilnic concentrația de CO_2 și temperatura aerului cu senzorii Pocket Lab, stocând datele în Google Sheets pentru analiză. Rezultatele au evidențiat diferențe între zonele cu trafic intens și curtea școlii, ceea ce a condus la propunerea unor soluții verzi: plantarea unui „gard viu” din specii care absorb particule poluante (Thuja, Ligustrum, Spiraea).

Produse finale: raport digital și infografic interactiv realizat în Canva; plan 3D de mini parc ecologic în Tinkercad.

Competențe dezvoltate: analiză de date, interpretare grafică, aplicarea conceptelor de fotosinteză.

Acest exemplu confirmă observația lui Johnson privind puterea tehnologiilor emergente în sprijinirea investigațiilor științifice [4, p.37].

2. Proiect Geografie – Biologie „Apa – resursă în pericol"

Întrebarea problemă: „Care sunt cauzele scăderii nivelului apei în fântânile locale și cum putem contribui la economisirea ei?"

Elevii au folosit hărți Google Earth pentru compararea imaginilor din satelit și au realizat experimente de laborator privind permeabilitatea solului.

Pe baza datelor, au explicat relația dintre defrișări, infiltrarea apei și nivelul freatic.

Produs final: campanie digitală „Salvează fiecare picătură" – clip video, afișe și ghid pentru gospodării.

Competențe dezvoltate: investigație științifică, educație ecologică, gândire sistemică.

Proiectul reflectă principiul UNESCO conform căruia elevii trebuie să învețe „prin acțiune" pentru a contribui la sustenabilitate [3, p.45].

3. Proiect Chimie – Educație pentru sănătate: „Ce conțin produsele de curățenie?"

Întrebarea problemă: „Cum putem reduce impactul nociv al substanțelor chimice asupra sănătății și mediului?"

Elevii au analizat etichetele produselor de uz casnic, identificând substanțe toxice (amoniac, clor, fosfați). Au formulat ipoteze și au testat soluții alternative – rețete ecologice din bicarbonat, acid citric și oțet.

Produs final: detergent ecologic, etichetat digital cu cod QR, prezentând compoziția chimică și efectele asupra mediului.

Competențe dezvoltate: gândire științifică, design ecologic, responsabilitate civică.

Această activitate se aliniază concluziilor lui Savery [2, p.14], care subliniază importanța problemei autentice în formarea motivației intrinseci pentru învățare.

4. Proiect Geografie – Informatică – Arte: „Școala mea verde"

Întrebarea problemă: „Cum putem transforma școala într-un spațiu mai prietenos cu mediul?"

Elevii au utilizat senzori pentru a măsura temperatura și umiditatea în diverse zone ale școlii. Au proiectat modele 3D în Tinkercad și au creat un tur virtual. Ideile elevilor au fost incluse în inițiativa „Eco Școala viitorului".

Produs final: prototip digital al „Școlii verzi" și plan de reamenajare ecologică.

Competențe dezvoltate: investigare științifică a mediului și interpretarea datelor (temperatură/umiditate), gândire matematică și analiză grafică, utilizarea tehnologiilor

digitale și modelare 3D în Tinkercad, design și comunicare vizuală (tur virtual), colaborare și management de proiect, gândire critică și rezolvare de probleme în condiții reale, cetățenie ecologică și prezentare publică argumentată a soluțiilor.

Exemplele prezentate evidențiază o creștere semnificativă a implicării elevilor și o consolidare a competențelor digitale și colaborative. Totodată, s-a observat o motivație intrinsecă mai puternică, o înțelegere aprofundată a fenomenelor științifice și o capacitate crescută de cooperare în echipă.

Competențele considerate esențiale pentru viitorul profesional (adesea numite Competențe 4C – Gândire Critică, Comunicare, Colaborare, Creativitate – și competențele digitale) nu pot fi formate eficient prin metode tradiționale (predare frontală, memorare). Acestea necesită aplicare practică și rezolvare de probleme reale.

Proiectele STEAM confirmă eficiența învățării prin descoperire, în care elevul devine autor al propriului proces de învățare, iar profesorul — ghid reflexiv care orientează și susține dezvoltarea competențelor [1, p.175].

Deși rezultatele implementării sunt promițătoare, procesul de aplicare în practică evidențiază și o serie de provocări:

- Resurse și timp limitat: lipsa echipamentelor adecvate și a timpului didactic necesar pentru parcurgerea completă a etapelor PBL;
- Formare profesională continuă: nevoia de pregătire sistematică a cadrelor didactice pentru rolul de facilitator interdisciplinar (proiectare, evaluare formativă, managementul echipelor);
- Acces inegal la tehnologie: diferențe între școli în ceea ce privește dotările și conectivitatea, care afectează echitatea participării elevilor.

Direcții de dezvoltare:

- Mentorat pentru profesori: programe de sprijin pedagogic și tehnic (observație la clasă, co-planificare, feedback pe proiecte);
- Laboratoare mobile STEAM: kituri portabile cu senzori și instrumente pentru măsurători, prototipare și analiză de date, accesibile mai multor școli;
- Parteneriate comunitare: colaborări cu autorități locale, ONG-uri și mediul economic pentru co-finanțare, expertiză și implementarea soluțiilor propuse de elevi.

În concluzie, pot afirma că PBL construiește puntea dintre cunoașterea științifică și aplicarea ei în viața reală. În STEAM, modelul „de la problemă la produs” conduce la artefacte autentice care dovedesc integrarea cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Proiectele analizate arată că elevii devin producători activi de soluții, iar școala – un laborator de inovație și gândire critică. În spiritul UNESCO și al literaturii de specialitate [1; 2; 3; 4], acest model depășește statutul de metodă, devenind o viziune pedagogică pentru un viitor relevant, creativ și sustenabil.

Articolul a fost realizat în cadrul subprogramului de cercetare „Digitalizarea procesului de formare inițială a cadrelor didactice pentru asigurarea unui demers didactic eficient, în context cu solicitările pieței muncii”, cod 040102, direcția strategică: valorificarea capitalului uman și social, în cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, pe perioada 2024-2027.

Bibliografie

1. BOUD, D. ȘI FELETTI, G. (Eds.). *Provocarea învățării bazate pe probleme* (ediția a 2-a). Londra: Kogan Page, 2013.
2. SAVERY, JR. Prezentare generală a învățării bazate pe probleme: definiții și distincții. In: *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2015. 1(1), pp. 9–20.
3. UNESCO. *Educație STEAM pentru dezvoltare durabilă.* Paris: Editura UNESCO, 2023.
4. JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V. ȘI FREEMAN, A. *Raportul NMC Horizon: Ediția K–12 2014.* Austin, TX: Consorțiul Noilor Media, 2014.

CZU: 372.85:502/7 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p516-525

TRANDAFIRUL TRANSDISCIPLINAR – O ABORDARE STEAM ÎN EDUCAȚIA MODERNĂ

Violeta GOLOVATÎI, prof. de chimie (grad didactic I), biologie (grad didactic II)
https://orcid.org/0009-0004-7443-3412
e-mail: violetagolovatii88@gmail.com
Irina ILAȘCO, prof. de biologie și chimie (grad didactic II)
e-mail: ilasco.irina10@gmail.com
IP Centrul de Excelență în Economie și Finanțe, Chișinău

Rezumat. Articolul prezintă un exemplu de aplicare a educației STEAM într-un context transdisciplinar, având ca temă centrală Trandafirul – simbol al armoniei dintre știință, artă și natură. Activitățile propuse valorifică conceptele de chimie, biologie, tehnologie, inginerie, matematică și artă, dezvoltând la elevi gândirea științifică, creativitatea și atitudinea responsabilă față de mediu [2]. Prin metode experimentale și aplicații practice, învățarea devine activă, și colaborativă.
Cuvinte-cheie: educație STEAM, transdisciplinaritate, creativitate, știință, natură.

Abstract. The article presents an example of applying STEAM education in a transdisciplinary context, focusing on the rose as a symbol of harmony between science, art, and nature. The proposed activities integrate chemistry, biology, technology, engineering, mathematics, and art, developing students' scientific thinking, creativity, and ecological responsibility. Through experimental methods and practical applications, learning becomes active, collaborative, and meaningful.
Keywords: STEAM education, transdisciplinary approach, creativity, science, nature.

Introducere

Educația contemporană trece printr-un proces amplu de transformare, orientat spre integrarea cunoștințelor și spre formarea unor competențe adaptate realităților dinamice ale secolului XXI. În acest context, conceptul STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) reprezintă o direcție inovatoare care îmbină știința cu arta, gândirea logică cu cea creativă, rațiunea cu sensibilitatea. Această abordare sprijină învățarea interdisciplinară, bazată pe cercetare, experiment și inovație, stimulând formarea unor elevi creativi și reflexivi, capabili să aplice cunoștințele în contexte reale.[7].

Proiectul *„Trandafirul transdisciplinar”***,** aflat în faza de debut, este conceput ca o inițiativă educațională menită să exploreze potențialul integrării STEAM în învățământul preuniversitar. În această etapă incipientă, scopul proiectului este de a experimenta modele de învățare transdisciplinară, prin care elevii să descopere conexiunile dintre fenomenele naturale, principiile științifice și expresiile artistice, folosind ca element comun trandafirul – simbol al echilibrului, al frumuseții și al armoniei naturii.

Prin intermediul activităților practice desfășurate în cadrul disciplinelor chimie, biologie, tehnologie, inginerie, matematică, artă și bionică, proiectul își propune să stimuleze curiozitatea elevilor, să dezvolte gândirea științifică și creativitatea, precum și să

formeze o atitudine responsabilă față de mediu. Fiecare activitate are la bază un principiu experimental sau creativ, urmărind să ofere elevilor experiențe autentice, interdisciplinare și relevante pentru viața reală.

Deși proiectul se află într-o etapă de explorare, rezultatele preliminare arată un impact pozitiv asupra motivației elevilor, asupra colaborării în echipă și asupra percepției științelor ca domenii accesibile și atractive. În etapele viitoare, se preconizează extinderea acestui model la alte teme naturale și tehnologice, precum și realizarea unor parteneriate educaționale între discipline și instituții. Prin simbolistica trandafirului, proiectul devine o metaforă a educației integrative: o înflorire a cunoașterii din intersecția dintre știință, artă și viață. Astfel, „Trandafirul transdisciplinar" nu este doar un exercițiu pedagogic, ci un pas concret către modernizarea procesului educațional, orientat spre o învățare profundă, conștientă și creativă.

Metode şi materiale aplicate

Metodologia propusă pune accent pe învățarea prin experiment și prin proiect**,** urmând ca elevii să fie implicați activ în descoperirea fenomenelor naturale, în observarea proceselor și în aplicarea cunoștințelor științifice pentru realizarea unor produse educaționale. Activitățile vor fi organizate în echipe interdisciplinare, încurajând cooperarea, responsabilitatea și autonomia [1,3].

Tabelul 1. Activități integrate în cadrul proiectului „Trandafirul transdisciplinar"

Domeniu	Activitate	Scop practic	Materiale necesare
Chimie	pH-ul trandafirului – echilibrul naturii	Elevii determină pH-ul ceaiului și al uleiului de trandafir, discutând despre aciditate, neutralitate și utilizări practice.	Ceai de trandafir, ulei de trandafir, hârtie indicatoare pH, pahare.
Biologie	Trandafirul – medicament natural	Elevii investighează efectele benefice ale trandafirului asupra organismului (antioxidanți, efect calmant, susținerea sistemului digestiv și imunitar).	Ceai de trandafir, fișe de lucru, surse online.
Tehnologie	Parfumul natural de trandafir	Realizarea unui ulei parfumat prin infuzie și compararea cu parfumurile sintetice.	Petale de trandafir, ulei vegetal, borcane, filtru de cafea.
Inginerie	Ambalaj ecologic pentru trandafir	Proiectarea unui ambalaj ecologic pentru ceaiul sau uleiul de trandafir, folosind materiale reciclabile și principii de design sustenabil.	Hârtie reciclabilă, carton, lipici, markere.
Artă	Sufletul trandafirului	Crearea unei lucrări artistice (pictură, desen pe hârtie,desen digital) care simbolizează armonia dintre natură și om.	Pânză, hârtie de desen, platforme (Canva).
Matematică	Geometria trandafirului	Observarea simetriei și proporțiilor florii, desenarea unei spirale Fibonacci.	Rigla, compas, aplicație GeoGebra.
Bionică	Picătura inteligentă – efectul petalei de trandafir [5,7]	Observarea proprietăților hidrofobe ale petalelor de trandafir și aplicarea conceptului în materiale biomimetice.	Trandafir proaspăt, pipetă, apă colorată, lupă, hârtie absorbantă.

Conform datelor din Tabelul 1, proiectul „Trandafirul transdisciplinar” propune o abordare integrată a conținuturilor științifice, artistice și tehnologice. Structura activităților demonstrează modul în care principiile educației STEAM pot fi aplicate în contexte reale de învățare [6,2]. O componentă esențială a proiectului va fi integrarea dimensiunii sustenabilității în toate activitățile. Elevii vor fi ghidați să identifice modalități prin care știința și tehnologia pot sprijini protejarea mediului/sănătății și reducerea impactului uman asupra naturii. Astfel, fiecare experiment a fost conceput cu gândul la conservarea resurselor, reutilizarea materialelor, respectarea principiilor economiei circulare și respectarea dreptului la un mod de viață sănătos.

Evaluarea se va realiza, prin observarea implicării elevilor, analiza produselor obținute și discuțiile reflexive privind aplicabilitatea practică a celor învățate. În final, proiectul va demonstra că metoda STEAM, aplicată într-un context tematic apropiat de realitatea cotidiană, favorizează o învățare activă și conștientă, dezvoltând atât competențe științifice, cât și valori umane – responsabilitate, sensibilitate estetică și respect pentru natură.

Rezultate obținute

În urma implementării activităților practice planificate în cadrul proiectului „Trandafirul transdisciplinar”, se preconizează obținerea unor rezultate relevante atât din punct de vedere educațional, cât și formativ. Se așteaptă ca elevii să-și dezvolte competențele științifice, tehnologice, matematice, artistice și de gândire critică, prin aplicarea cunoștințelor teoretice în situații reale și prin colaborare interdisciplinară. Activitățile propuse vor contribui la formarea spiritului de observație, la capacitatea de analiză și sinteză, la înțelegerea legăturilor dintre știință și natură, precum și la dezvoltarea creativității și a sensibilității [6]. Un rezultat important îl va constitui consolidarea conștiinței ecologice și a comportamentelor sustenabile, prin utilizarea materialelor naturale, reciclarea resurselor și aplicarea principiilor economiei circulare.

De asemenea, se urmărește creșterea motivației pentru studiul disciplinelor științifice și artistice, dezvoltarea spiritului de echipă și formarea unei atitudini pozitive față de cercetare, inovație și mediu. Pe termen lung, proiectul își propune să contribuie la formarea unui profil de elev responsabil și capabil să perceapă lumea ca pe un sistem interconectat în care știința, arta și sustenabilitatea coexistă armonios.

În continuare sunt prezentate activitățile practice planificate în cadrul proiectului „Trandafirul transdisciplinar”.

Activitate practică la Chimie: „pH-ul trandafirului – echilibrul naturii”

Scopul: Determinarea și compararea valorilor pH-ului la două produse naturale obținute din trandafir — ceaiul de trandafir și uleiul de trandafir — pentru a înțelege noțiunea de aciditate, alcalinitate și în substanțele întâlnite zilnic.

Obiective de învățare:

1. Să explice ce reprezintă pH-ul și cum se măsoară.
2. Să determine experimental pH-ul unor soluții naturale.
3. Să interpreteze diferențele de pH între produse lichide și uleioase.
4. Să aplice conceptele chimice în situații reale: alimentație, cosmetică, mediu.

Materiale necesare:

- Ceai de trandafir (preparat din petale uscate);
- Ulei de trandafir (natural sau esențial diluat);
- Apă distilată;
- Hârtie indicatoare de pH / pH-metru digital;
- Pahare de plastic sau sticlă;
- Bețișoare de sticlă / linguriță;
- Tabel cu scala pH (de la 1 la 14);
- Șervețele, mănuși de protecție.

Desfășurarea activității:

Experimentul:

1. În două pahare se pun probe de ceai și ulei de trandafir.
2. Se introduce hârtia de pH în fiecare probă timp de 2–3 secunde.
3. Se compară culoarea obținută cu scala de referință.4. Se notează valorile în tabel:

Proba	**Culoarea indicatorului**	**Valoarea pH**	**Tipul mediului**
Ceai de trandafir			
Ulei de trandafir			

*Interpretare și concluzii*_____

Activitate practică la Biologie: „Trandafirul – medicament natural”

Scopul: Descoperirea proprietăților biologice și terapeutice ale trandafirului (Rosa damascena, Rosa gallica) și înțelegerea modului în care substanțele naturale pot sprijini sănătatea organismului.

Materiale necesare:

- ❖ Ceai de trandafir (infuzie);
- ❖ Petale proaspete sau uscate de trandafir;
- ❖ Ulei de trandafir (esențial sau natural);
- ❖ Fișe de lucru / fișe de observație;
- ❖ Surse de informare (manual, internet, etichete de produse naturale).

Desfășurarea activității:

Etapa 1. Observarea. Profesorul prezintă diferite produse derivate din trandafir: ceai, ulei, apă florală, creme, dulceața. Elevii le observă și notează aspecte precum mirosul, culoarea,

textura și modul de utilizare. Se discută: „De ce credeți că oamenii folosesc trandafirul în medicină sau cosmetică?”

Etapa 2. Documentarea. Elevii, individual sau în grupe, folosesc surse de informare pentru a identifica efectele biologice principale ale trandafirului: antioxidant, antiinfecțios, calmant, digestiv ușor, regenerator cutanat.

Completare:

Substanță activă	Efect biologic	Utilizare practică
Uleiuri volatile		
Flavonoide		
Vitamina C		

Etapa 3. Degustare și analiză senzorială. Elevii gustă o linguriță de ceai de trandafir (sau doar mirosul, dacă nu se permite consumul) și notează senzațiile percepute: aromă, gust, efect calmant, miros. Se discută: „Cum credeți că aceste proprietăți pot influența starea noastră de bine?”

*Concluzie*_____

Activitate practică la Tehnologie: Obținerea uleiului de trandafir de Damasc prin infuzie

Scopul: Să se realizeze un ulei parfumat natural din petale de trandafir de Damasc (Rosa damascena) prin metoda infuziei la cald sau la soare, observând etapele procesului de extracție și condițiile optime de păstrare.

Obiective de învățare:

- ❖ Să identifice etapele procesului tehnologic de obținere a unui ulei floral.
- ❖ Să aplice regulile de igienă și siguranță în timpul experimentului.
- ❖ Să înțeleagă rolul temperaturii și al timpului în extragerea compușilor aromatici.
- ❖ Să analizeze proprietățile produsului obținut și condițiile de conservare.

Materiale necesare:

- ❖ Petale proaspete de trandafir de Damasc (Rosa damascena);
- ❖ Ulei purtător: ulei de jojoba, migdale dulci, măsline sau floarea-soarelui;
- ❖ Vas de sticlă cu capac (curat, uscat);
- ❖ Sită fină sau pânză / tifon;
- ❖ Recipient de sticlă închisă la culoare (pentru depozitare);
- ❖ Lingură de lemn, mănuși, șervețele curate.

Etapele de lucru:

- *Adunarea materialelor.* Adunați petale de trandafir proaspete dimineața devreme, când parfumul este cel mai puternic. Alegeți doar petalele curate, fără urme de

umezeală sau insecte. Clătiți-le ușor cu apă rece pentru a îndepărta impuritățile și lăsați-le să se usuce complet pe un șervețel (aproximativ 1 oră).

- *Pregătirea infuziei.* Puneți petalele de trandafir uscate în borcan, umplându-l pe jumătate. Turnați uleiul purtător până ce petalele sunt complet acoperite, cu 1–2 cm de ulei deasupra. Amestecați ușor și închideți ermetic vasul de sticlă.
- *Infuzia la soare sau la cald.*
  a) Metoda solară (naturală): Așezați vasul de sticlă la soare timp de 48 de ore (până la 3 zile). Căldura blândă favorizează extragerea uleiurilor esențiale fără a le degrada. Amestecați ușor zilnic.
  b) Metoda bain-marie (rapidă): Așezați vasul de sticlă într-un vas cu apă caldă (40–45°C) timp de 30–40 de minute. Evitați fierberea pentru a nu distruge compușii aromatici. După încălzire, lăsați vasul de sticlă acoperit să se răcească lent.
- *Filtrarea uleiului.* După perioada de infuzie, turnați conținutul vasului de sticlă printr-o pânză / tifon într-un alt recipient curat. Stoarceți ușor petalele pentru a extrage tot uleiul parfumat. Rezultatul este un ulei limpede, cu nuanță galben-aurie și miros delicat de trandafir.
- *Depozitarea corectă.* Turnați uleiul filtrat într-o sticlă închisă la culoare, pentru a-l proteja de lumină. Închideți bine capacul și păstrați într-un loc răcoros și uscat. Etichetați: „Ulei de trandafir de Damasc – natural, data preparării”. *Observații*_____
- *Concluzie*_____

Activitate practică la Inginerie: „Ambalaj ecologic pentru trandafir”

Scopul: Să se proiecteze și să se realizeze un ambalaj ecologic pentru ceaiul sau uleiul de trandafir, utilizând materiale reciclabile și aplicând principii de design sustenabil și estetic. Elevii îmbină elemente de știință, tehnologie și artă, dezvoltând gândirea practică și creativitatea inginerească.

Obiective de învățare:

- ❖ Să identifice proprietățile materialelor reciclabile utilizabile în ambalaje.
- ❖ Să aplice principiile de design ecologic (reducere, refolosire, reciclare).
- ❖ Să planifice etapele de realizare a unui ambalaj funcțional și estetic.
- ❖ Să colaboreze în echipă, respectând criterii tehnice și estetice.
- ❖ Să prezinte produsul final, explicând avantajele ecologice.

Materiale necesare:

- ❖ Carton reciclat, hârtie kraft, cutii refolosite;
- ❖ Lipici natural / adeziv solid;
- ❖ Foarfece, riglă, creion, markere;
- ❖ Ață, bandă de hârtie, șnururi textile;
- ❖ Etichete din hârtie reciclabilă;
- ❖ Mostre de ceai sau ulei de trandafir (pentru adaptarea formei ambalajului).

Desfășurarea activității:

- Etapa 1 – Introducere. Discuție despre poluarea generată de ambalaje și alternativele ecologice. Analiza unor exemple reale de ambalaje sustenabile (din carton, sticlă, bambus etc.). Prezentarea cerinței: „Proiectează un ambalaj ecologic pentru ceaiul sau uleiul de trandafir.”
- Etapa 2 – Proiectarea schiței. Elevii lucrează în echipe (2–3 persoane). Se realizează o schiță tehnică simplă a ambalajului (cutie, sticlă, plic, etui). Se notează dimensiunile, materialele și modul de închidere/deschidere. Se decide mesajul de pe etichetă („Eco-friendly”).
- Etapa 3 – Realizarea prototipului. Elevii decupează, pliază și lipesc materialele reciclabile conform schiței. Se adaugă elemente estetice: desen floral, petală de trandafir lipită, șnur natural etc. Se fixează eticheta cu numele produsului și al echipei.
- Etapa 4 – Evaluarea și prezentarea. Fiecare echipă prezintă produsul și explică: de ce materialele alese sunt ecologice, cum contribuie designul la protejarea mediului și cum ar putea fi îmbunătățit produsul (ex.: etichetă biodegradabilă, refolosire, design modular).

*Concluzie:*_____

Activitate practică la Matematică: „Geometria trandafirului”

Scopul: Să descopere simetria și proporțiile din structura naturală a trandafirului și să realizeze o spirală Fibonacci, exemplificând modul în care matematica descrie frumusețea naturii.

Obiective de învățare:

- ❖ Să observe simetria radială a florii de trandafir.
- ❖ Să construiască grafic o spirală Fibonacci pe baza unei succesiuni numerice.
- ❖ Să aplice concepte geometrice (spirală, arc de cerc, dreptunghiuri aurii).
- ❖ Să exprime prin desen și culoare armonia dintre natură și matematică.

Materiale necesare:

- ❖ O floare de trandafir proaspăt (sau o imagine tipărită a unei flori);
- ❖ Rigla, compasul, creionul, radiera;

- ❖ Foaie de desen (A4 sau A3);
- ❖ Culori / markere / creioane colorate;
- ❖ Calculator, un program de desen digital.

Desfășurarea activității:

- Etapa 1 – Observarea simetriei.

Elevii privesc o floare de trandafir și identifică numărul de petale, dispunerea lor circulară și repetițiile. Profesorul explică conceptul de simetrie radială și ordine în natură. Se compară floarea cu alte forme naturale (coajă de melc, floarea-soarelui, con de brad).

- Etapa 2– Construcția spiralei Fibonacci(*Metoda manuală):*
- ❖ Pe foaie, desenează un pătrat de 1×1 cm.
- ❖ Lângă el, desenează un alt pătrat de 1×1 cm.
- ❖ Deasupra, un pătrat de 2×2 cm.
- ❖ Continuă cu 3×3 cm, 5×5 cm, 8×8 cm etc., conform succesiunii Fibonacci.
- ❖ În fiecare pătrat, trasează un arc de cerc cu raza egală cu latura pătratului anterior.
- ❖ Conectează arcele — obții o spirală elegantă care imită dispunerea petalelor unui trandafir.
- ❖ Etapa 3 – Interpretarea artistică. Elevii colorează spirala, adăugând un trandafir în centrul ei sau adaptând culorile petalelor. Se discută despre armonia dintre matematică, biologie și artă.

*Concluzie*_____

Activitate practică la Artă: „Sufletul trandafirului”

Scopul: Să dezvolte simțul estetic, expresivitatea personală și creativitatea prin realizarea unei lucrări artistice (pictură, desen sau lucrare digitală) care simbolizează armonia dintre natură și om, având ca element central trandafirul.

Obiective de învățare:

- ❖ Să identifice elementele de compoziție (linie, culoare, formă, spațiu) în reprezentarea artistică a trandafirului.
- ❖ Să exprime prin imagine idei, emoții și simboluri legate de natură și umanitate.
- ❖ Să utilizeze materiale și tehnici plastice diverse (acuarelă, colaj, digital art).
- ❖ Să realizeze o compoziție echilibrată și expresivă, inspirată din observarea realității.
- ❖ Să argumenteze alegerea stilului și a culorilor utilizate.

Materiale necesare:

- ❖ Foaie de desen A4 / A3 sau tabletă grafică (pentru artă digitală)
- ❖ Creioane, acuarele, tempera, pensule, paletă

❖ Reviste vechi, hârtie colorată, lipici (pentru colaj)

❖ Imagini de inspirație (trandafiri, oameni, natură)

Desfășurarea activității:

- Etapa 1 – Inspirația.

Profesorul prezintă imagini și lucrări de artă care includ trandafiri (Van Gogh, Renoir, artă digitală modernă). Se discută semnificația trandafirului: iubire, echilibru, frumusețe, fragilitate, perfecțiune naturală. Elevii sunt invitați să răspundă: „Cum ați reda sufletul unui trandafir – prin culoare, formă sau expresie umană?”

- Etapa 2 – Schița ideii

Elevii realizează o schiță rapidă a lucrării (simbol, portret, peisaj, floare, combinație abstractă). Profesorul oferă feedback: compoziția trebuie să fie echilibrată și să transmită o emoție clară.

- Etapa 3 – Realizarea lucrării.

Elevii aleg una dintre tehnici: pictură (acuarelă, guașă, acrilic), desen expresiv (creioane, pastel), colaj (hârtie colorată) sau lucrare digitală (Canva). Tema: „Sufletul trandafirului” – legătura dintre natură și om. Se încurajează includerea de simboluri: mâini, inimi, frunze, spirale, elemente geometrice sau motive culturale.

- Etapa 4 – Expoziția și reflecția.

Lucrările se expun în clasă sau pe panou digital. Fiecare elev își prezintă lucrarea, explicând ce emoție a dorit să transmită, ce culori și forme a folosit și cum a combinat elementele naturii cu figura umană sau cu simbolurile universale.

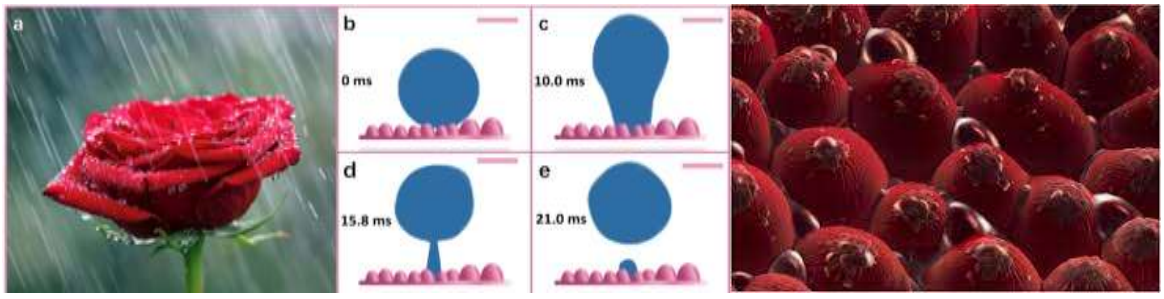
*Concluzie*_____

Activitate practică la Bionică: „Picătura inteligentă”

Scopul: Observarea proprietăților hidrofobe ale petalelor de trandafir și înțelegerea modului în care natura inspiră materiale moderne.

Materiale:

- 1 trandafir proaspăt; Pipetă sau seringă; Apă colorată (cu colorant alimentar);
- Lupă / telefon cu cameră macro; Hârtie absorbantă.



Etape:

1. Puneți o picătură de apă colorată pe o petală.

2. Observați forma sferică a picăturii (nu se întinde).
3. Înclinați petala – picătura rămâne lipită.
4. Comparați cu o frunză de varză sau hârtie: acolo apa se împrăștie.
5. Discutați ce ar însemna să construim un material care se comportă la fel?

*Concluzie*_____

Concluzii

Proiectul *„Trandafirul transdisciplinar”*, aflat la început de implementare, demonstrează potențialul modelului educațional STEAM de a integra cunoștințele din știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică într-un demers comun de formare a competențelor. Activitățile propuse vor contribui la dezvoltarea gândirii științifice și creative a elevilor, la creșterea motivației pentru învățare și la consolidarea abilităților de colaborare și rezolvare a problemelor. Prin caracterul lor practic și interdisciplinar, aceste activități favorizează formarea unei culturi a sustenabilității, orientând elevii spre comportamente responsabile față de mediu și spre utilizarea rațională a resurselor naturale [6]. Proiectul valorifică legătura dintre știință și artă, între rațiune și sensibilitate, oferind o perspectivă educațională modernă, centrată pe elev și pe învățarea prin experiență.

Bibliografie

1. BYBEE, R. W**.** *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities.* Arlington, VA: NSTA Press, 2013. ISBN 978-1-936959-28-3.
2. BEQUETTE, J. W.**,** BEQUETTE, M. B. Art Integration in STEM: A Framework for Creativity. In: *Art Education Journal*, vol. 65, nr. 2, 2012, p. 40–47. ISSN 0004-3125.
3. GHERGUȚ, A. *Didactica modernă. Teorie și practică.* Iași: Editura Polirom, 2018. 480 p. ISBN 978-973-46-7392-6.
4. *Understanding the Petal Effect: Wetting Properties and Surface Structure of Natural Rose Petals***.** *Lang muir*, 2024. Disponibil online. [Accesat: 11.10.2025]. Link de acces: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39803870/.
5. *Biomimetic Rose Petal Structures Obtained Using UV-Nanoimprint Lithography***.** *Polymers*, 2022, 14(16):3303. Disponibil la: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/16/3303 [Accesat: 11.10.2025].
6. Surse educaționale STEAM. Disponibil la: http://www.steamedu.ro, http://www.scoalatransdisciplinara.ro [Accesat: 11.10.2025].
7. Rose Petal Effect. *Google Scholar overview.* Disponibil la: https://www.google.com/search?q=Rose+Petal+Effect [Accesat: 11.10.2025].

CZU: 37.01:58 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p526-539

STEAM ȘI LIMBAJUL CULORILOR DIN LUMEA FLORILOR, FLUTURILOR, CORALILOR, FRACTALILOR ȘI PERSONALITATEA OMULUI

Sofia GRIGORCEA, doctor în biologie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-4948-6430, e-mail: grigorcea.sofia@upsc.md
Eugenia CHIRIAC, doctor în biologie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-5935-0414, e-mail: chiriac.eugenia@upsc.md
Liubomir CHIRIAC, doctor habilitat, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828, e-mail: chiriac.liubomir@upsc.md
Natalia LUPAȘCO, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-3854-2521, e-mail: lupasco.natalia@upsc.md
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău
Odetta ȚÎGANAȘ, doctor în biologie, profesoară de biologie
Instituția Publică Liceul Teoretic „Spiru Haret” , Chișinău

Rezumat. În articol sunt prezentate activitățile realizate în cadrul ședinței cercului BOTANISTUL pe tema *STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului*. Integrarea educației STEAM în activitățile extracurriculare/extracurs reprezintă provocarea secolului 21 în sistemul educațional, necesar pentru a modela viitorul nostru. Inspirația, creativitatea, pasiunea și responsabilitatea au fost la ordinea zilei în cadrul ședinței, astfel, toți participanții au fost captivați de momentele petrecute, exprimându-și dorința de a mai participa la asemenea activități. Să continuăm să ne inspirăm din creațiile naturii, construind un viitor mai sustenabil și mai armonios.
Cuvinte cheie: STEAM, BOTANISTUL, culori, creații ale naturii.

Abstract. The article presents the activities carried out at the meeting of The BOTANIST circle on the topic of STEAM and the language of colors in the world of flowers, butterflies, corals, fractals and the personality of human. Integrating STEAM education into extracurricular/extracurricular activities represents the 21st century challenge in the education system needed to shape our future. Inspiration, creativity, passion and responsibility were the order of the day at the meeting, thus, all participants were captivated by the moments spent, expressing their desire to participate in such activities. Let us continue to draw inspiration from nature's creations, building a more sustainable and harmonious future.
Keywords: STEAM, BOTANIST, colors, creations of nature.

Introducere

Integrarea educației STEAM în procesul didactic, prin organizarea diferitelor activități extracurs/extracurriculare, reprezintă o strategie eficientă pentru a stimula creativitatea, gândirea critică și rezolvarea de probleme în rândul educabililor. Acest tip de educație pune accent pe învățarea prin practică, interdisciplinaritate și colaborare – competențe esențiale în secolul XXI. Educația STEAM este un mod captivant și inspirat de a conecta experimentele educaționale cu oportunitățile din viața reală [1, 2].

Cercul „BOTANISTUL” cu tema: *STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului,* vizează aspecte mai puțin tratate

în cadrul lecțiilor obișnuite, orientând activitățile spre formarea unor competențe noi, necesare pentru explorarea și înțelegerea profundă a rolului culorilor în natură și în viața cotidiană. De ce culorile? Deoarece, noi, oamenii, suntem marcați de culori și nici un alt aspect important al vieții noastre nu este mai complicat și mai puțin înțeles ca culoarea. Culorile sunt parte din viața noastră, ne influențează dispoziția, caracterul, personalitatea, ș.a. [3, 4].

Metode şi materiale aplicate

Ședința interdisciplinară a cercului studențesc „BOTANISTUL" " cu tema: *STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului,* a fost coordonată de către Eugenia Chiriac, dr., conf. univ., Catedra Biologie Vegetală și Natalia Lupasco, dr., conf. univ., catedra Informatică și Tehnologii Informaționale, care au implicat activ în procesul de organizare atât cadrele didactice, cât și studenții facultăților de Biologie și Chimie, și Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, UPSC, precum și elevii pasionați de Botanică ai claselor a VIIIA, VIII B, VIII C, VIIID, IXA și a IXA de la IPLT „Spiru Haret" din municipiul Chișinău, împreună cu Dna Odetta Țiganaș, dr., profesoară de biologie, grad didactic superior; elevii claselor a X-a, 11-a, IPLT „Alexandru cel Bun", orașul Sîngera, mun. Chișinău, împreună cu Dna Natalia Antoci – profesoară de biologie, grad didactic I.; Dna Zinaida Chiosa - profesoară de chimie Liceul Privat „Da Vinci", grad didactic superior, șefa catedrei Științe și TIC, mun. Chișinău; elevi de la IPLT „Mihai Marinciuc", mun. Chișinău.

Figura 1. Avizul pentru ședința cercului "BOTANISTUL" cu tema: *STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului*

Tema și planul de activitate pentru ședința cercului a fost discutate de Biroul de organizare a cercului „BOTANISTUL”, de la catedra Biologie vegetală, din componența căreia fac parte atât cadrele didactice, cât și studenți pasionați de lumea vegetală. Ulterior se elaborează avizul, de către șeful biroului de organizare, care include: data, ora, locul, tema și subiectele care urmează să fie prezentate în cadrul cercului (fig. 1). Inspirația, creativitatea, pasiunea și responsabilitatea au fost la ordinea zilei.

Rezultate obținute

O comunicare interesantă și captivantă cu tema *Culori și conexiuni: flori, design, modă* a fost prezentată de *Corina Druță-Andronachi*, masterandă, programul *Nutriție umană*, USMF „Nicolae Testemițanu” (fig. 2 A). Tema prezentată este actuală și importantă, întrucât explorează aspectele naturii ce inspiră domenii creative precum desig-nul vestimentar și arta vizuală, construind o punte între știință și artă, între naturalețea lumii botanice și rafinamentul creației umane.

Diversitatea și simetria florilor nu este întâmplătoare, ci reprezintă rezultatul unor mecanisme evolutive eficiente pentru a atrage polinizatorii specifici în dependență de simetria actinomorfă sau zigomorfă a florilor. La rândul sau, culoarea florilor transmite semnale precum mirosul, prezența polenului sau nectarului pentru anumiți polenizatorii specifici, ca de exemplu culoarea violetă este percepută de către albini ca și polenizator principal pentru florile de lavandă, culoarea roșie specifică florilor de hibiscus sunt adesea polenizate de către păsările Colibri și florile ligulate care au culoarea galbenă, precum este floarea-soarelui atrag în calitate de polenizatori fluturii.

În perioada anilor 2021-2023 în cadrul cercetărilor efectuate asupra tezei de licență cu tema „*Particularitățile biologice ale culorilor florilor la plantele angiosperme din R. Moldova și semnificația lor”*, au fost analizate 510 specii de plante cu flori de culoarea albă și galbenă și analizată simetria lor actinomorfă (radiară) și zigomorfă (bilaterală). În rezultat s-a constatat că indiferent de culoarea florii, simetria actinomorfă este mai des întâlnită la florile plantelor de pe teritoriul R. Moldova, din considerente practice, adică disponibilitatea polenizatorilor răspândiți pe acest teritoriu.

Tot odată în studiu a fost evidențiat aspectul de percepere a culorilor de către om. Răspunsul a implicat o combinare a cunoștințelor din fizică, biologie și psihologie. Deși totul începe de la lumină, toate obiectele din jurul nostru reflectă anumite lungimi de undă în spectre vizibile diferite de la 380 până la 750 nm, de la violet la roșu, această lumină este ceea ce ochii noștri percep, deși ochii ar fi a doua componentă principală în acest proces, în retină găsim două tipuri de celule fotoreceptoare numite conuri și bastonașe. Conurile sunt de 3 tipuri, care percep culoarea albastră, verde și roșie și bastonașele, care dacă ar fi doar ele am vedea în alb și negru, dar care sunt foarte importante pentru răspunsul la întuneric sau lumină slabă. O a treia componentă ar fi creierul, deși toate aceste semnale,

impulsuri nervoase sunt transmise de către cortexul vizual spre creier unde la final este percepută culoarea. Dar există anumiți factori care influențează culoarea, cum ar fi lumina ambientală. Percepția culorii este diferită când ne aflăm în lumina naturală și lumina dintr-o anumită încăpere. Stările noastre emoționale și psihologice manifestă au impact determinant în perceperea culorii. Omul percepe culoarea galbenă sau portocalie mai intens când este fericit. Perceperea culorii este un proces foarte complex și reprezintă o adevărată colaborare între lumină-creier-ochi-mediu înconjurător. Este uimitor cum ceva atât de simplu ne-ar părea culoare, implică atât de multe mecanisme.

Culoarea instrument important în design. Designerii știu că alegerea culorii nu este niciodată întâmplătoare, de exemplu în publicitate culoarea roșie sugerează energie, putere și urgență. Verdele în publicitate poate sugera un produs care este prietenos cu mediul, în designul interior culoarea verde reflectă o imagine caldă, relaxantă și naturală, deci exprimă naturalețea fiind ideală pentru zonele de recreere. Pe când albastru induce o stare de calm de liniște fiind perfectă pentru birouri sau dormitoare.

Revoluția Dior în modă și culoare. Cristian Dior a redefinit moda postbelică prin utilizarea unor pastele de culori îndrăznețe precum rozul și lavandă, pentru a pune în valoare feminitatea, delicatețea, dar și a utilizat contraste puternic de alb-negru pentru a sugera eleganța și clasicismul. Cristian Dior credea cu tărie în puterea culorii afirmând, citez: *Culoarea este un instrument esențial pentru a crea o siluetă*. Un detaliu interesant a fost inspirația lui din natură, în special din flori pe care le-a considerat mereu un model perfect de armonie și frumusețe. El a demonstrat că moda nu este doar despre haine ci și despre povestea culorilor și emoțiilor pe care acestea le transmit. Simetria florii ca și expresie a armoniei, reprezintă un accesoriu important în crearea artei. În design-ul florii actinomorfe se simbolizează accesibilitatea și universalitatea, caracteristici pe care le regăsim și în siluetele echilibrate ale lui Dior, care evocă idealul universal al eleganței. Imaginea unei flori actinomorfe cu simetrie perfectă în jurul unui cerc, ne duce cu gândul la rochii vaporoase, ușor de admirat, de purtat accesibil și respectiv care atrag priviri de peste tot. Dacă punem accent pe designul florilor zigomorfe, se întâlnește în florile mai complexe care atrag un public mai restrâns, aceste creații exprimă exclusivitate și rafinament, ele sunt ca niște opere de artă care captează atenția unui grup restrâns la fel ca florile zigomorfe care atrag un grup specific de polenizatori specializați (fig. 2 B).

Maria Mânăscurtă, studenta a. II, programul Biologie și chimie, UPSC, a activat publicul cu o energie aparte, evidențiind *simbolul florilor în viața noastră și semnificația culorilor lor* (fig. 3 A), oferind fiecărui participant la discuție, câte o ilustrată confecționată manual de către ea (fig. 3 B), cu floarea și culoarea preferată.

A B

Figura 2. Secvențe din prezentarea *Culori și conexiuni: flori, design, modă (A, B)*

A B

Figura 3. Secvențe din prezentarea *Simbolul florilor în viața noastră și semnificația culorilor lor* (A), și ilustrațiile confecționate manual de către studenta Maria Mânăscurtă (B)

Culorile sunt mai mult decât simple nuanțe care ne aduc frumusețea în viața noastră, de fapt ele sunt un limbaj universal, întrucât fiecare culoare transmite o anumită emoție, o anumită stare de spirit. Atunci când vorbim despre culori nu putem să ne gândim la minunatele și fascinantele creaturi ale naturii care sunt florile. Dea lungul istoriei, florile sunt considerate ca purtători de semnificații profunde. În Antichitate florile erau folosite în diverse ritualuri, fiind considerate sacre, în Evul Mediu acestea erau folosite pentru a transmite sentimente ascunse, iar în Epoca editorială a apărut o știință întreagă sub denumirea de *Florografie* sau *Limbajul florilor*. În ziua de astăzi florile continuă să fie parte a exprimării gândurilor și emoțiilor noastre.

Pentru a determina ce emoții reflectă culorile florilor s-a organizat un interviu cu întrebări, în dependență de răspuns era oferit un cadou cu o floare ilustrată manual.

- Care este floarea preferată?
  Răspuns: Trandafir, Crin, Lalea, Liliac, ș.a.
- Ce emoții vă trezesc florile de culoare galbenă?
  Răspuns: Îmi dau un sentiment de modestie, optimism, energie, căldură, mă gândesc la lumină, viitor și la un sentiment plăcut.
- Când ați primit sau cadonat ultima oară flori?
  Răspuns: Recent.
- Ce culoare a florii exprimă prietenie?
  Răspuns: Galben și alb deoarece semnifică nevinovăția, de exemplu romanițele, lalele galbene.
- Care floare ar însemna un vis?
  Răspuns: Lavanda prin parfumul ei exprimă nevinovăția, libertatea, pacea și liniștea.
- Ce emoție vă transmit florile de culoare portocalie?
  Răspuns: Bucurie prietenie, loialitate, pasiune, entuziasm și energie.
- Floare ce ține minte totul?
  Răspuns: Nu mă uita este foarte frumoasă de culoare albastră.
- Ce culoare ar avea înțelepciunea în lumea florilor?
  Răspuns: Floarea înțelepciunii este zambila albastră.
- Primăvara este prima floare care apare în pădure?
  Răspuns: Ghiocelul și simbolizează pace, liniște, puritate, curaj.
- Ce emoții vă trezesc florile de liliac mov?
  Răspuns: Tandrețe, ceva regal, calm, puritate, dorul față de cineva.
- Este o floare ce exprimă amintirile, emoțiile spuse de bunici?
  Răspuns: Macul roșu.
- Ce exprimă liliacul alb?
  Răspuns: Pace, speranță

Paula Cebotaru, studenta a. II, programul Biologie și chimie, și Irina Mardari, studenta programului Biologie, UPSC, au captivat publicul cu date interesante despre *fluturii Morpho și culoarea albastră irizată*, argumentând cu exemple de produse STEAM (fig. 4 A, B, C, D).

În natură se diferențiază două tipuri de surse, de culoare: pigmentată și structurală. Culoarea obișnuită/pigmentată se datorează pigmenților care absorb anumite lungimi de undă, exemplu clasic este pigmentul dintr-o floare.

Culorile structurale (fig. 4 B, C, D), sunt găsite în natură sub numeroase forme și se disting prin proprietățile lor optice speciale. Intensitatea, efectul metalic, lucios sau mat,

precum și mecanismele de schimbare a culorii, reprezintă un interes în cercetare și pentru utilizarea în aplicații tehnice.

Fluturele albastru (*Morpho menelaus*) reprezintă o creație spectaculoasă a naturii, al cărui albastru intens și irizat a cucerit inimile oamenilor și a stârnit interesul cercetătorilor din întreaga lume. Masculul fluturelui *Morpho* este cunoscut pentru aripile sale de un albastru vibrant (fig. 4 C). Această culoare reprezintă un mecanism, care îi oferă avantaje în atragerea partenerilor, cât și în apărarea împotriva prădătorilor. În timpul zborului fluturele pare să dispară și să reapară datorită mișcărilor aripilor și a refracției luminii. Această iluzie vizuală îl face extrem de dificil de urmărit și capturat.

Femela fluturelui are un alt tip de adaptare (fig. 4 D), aripile sale sunt camulflate cu nuanțe de maro, mai puțin strălucitoare. Acest camuflaj îi oferă protecție suplimentară, ajuntând-o să se ascundă de prădători. Diferența dintre mascul și femelă este un exemplu impresioinant al modului în care natura echilibrează funcțiile de atracție și apărare în cadrul unei specii. Dar ceea ce face cu adevărat special fluturele *Morpho* este modul în care se produce această culoare albastră vibrantă. Această culoare se datorează structurii microscopice extrem de bine organizate, aripile fluturelui sunt acoperite cu solzi microscopici dispuși în creste și lamele. Acești solzi constau din chitină, o substanță naturală, și sunt așezați în straturi care interacționează cu lumina vizibilă. Structura lor este construită astfel încât să producă refracția și difracția luminii.

A

B

C

D

Figura 4. Secvențe din prezentarea *Fluturii Morpho și culoarea albastră irizată* (A), fenomenul de Iridescență (B), masculul fluturelui *Morpho* (C), femela fluturelui *Morpho* (D)

Fluturele *Morpho menelaus* nu este doar un simbol al frumuseții naturale, ci este o dovadă a ingeniozității naturii și a capacității sale de a inspira soluții tehnologice inovatoare. Studiul culorilor structurale și irizate ne arată cum putem combina frumusețea cu utilitatea, dezvoltând tehnologii care respectă și imită natura.

Fenomene similare pot fi observate în alte creații naturale toate bazate pe aceleași principii fizice (fig. 5).

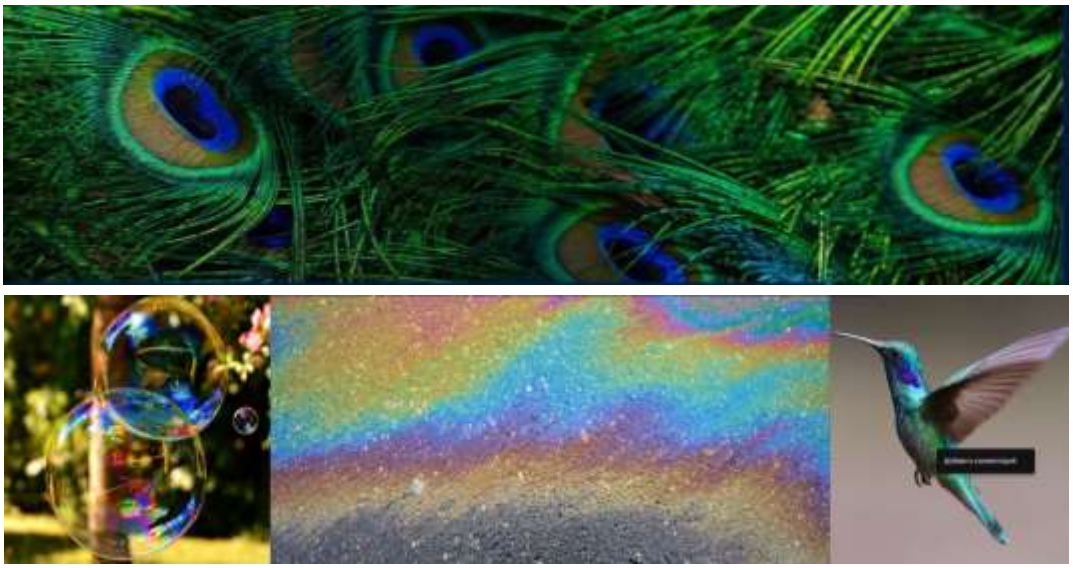


Figura 5. Exemple de culorile structurale

Cercetătorii au dezvoltat metode bioinspirate pentru colorarea suprafețelor, inspirate de structura aripilor fluturelui. Aceste metode permit obținerea culorilor fără utilizarea pigmenților chimici, ceea ce le face mai ecologice, mai durabile și mai economice.

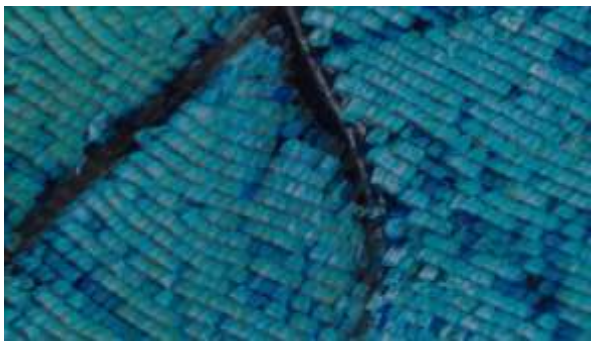


Figura 6. Metodă bioinspirată de colorarea a țesăturilor

Un interes deosebit a avut comunicarea *Forma și culoarea Fractalilor – enigme ale naturii*, prezentată de Bălănescu Mihaela, studenta a. II, programul Informatică, facultatea FMTI, UPSC.

Un fractal este o figura geometrica fragmentata sau frânta, care poate fi divizată în părți, astfel încât fiecare dintre acestea sa fie (cel puțin aproximativ) o copie miniaturala a întregului. Cuvântul *"fractal"* a fost introdus de matematicianul Benoit Mandelbrot în 1975 și provine din latinescul *"fractus"*, care înseamnă spart sau fracturat [6].

Principalele caracteristici ale fractalilor sunt autosimilaritatea (părțile sunt copii ale întregului), structura fină la scări arbitrar de mici (detalii infinite) și o neregularitate pe care limbajul geometric euclidian nu o poate descrie.

Fractali din natură (fig. 8). Benoit Mandelbrot a arătat ca în natură există mulți fractali și ca aceștia pot modela cu precizie unele fenomene. Mandelbrot împreuna cu colaboratorii săi au introdus tipuri noi de fractali pentru a modela lucruri mai complexe, cum ar fi arborii si munții.

Figura 7. Secvențe din prezentarea *Forma și culoarea Fractalilor – enigme ale naturii*

Conceptul de similitudine poate fi extins într-o anumita măsura prin introducerea unor mici schimbări în seria de transformări similare – așa-numitele perturbări. Daca introducem anumite perturbări într-un arbore fractal uniform, rezultatul poate semăna cu un copac real, un coral sau cu un burete.

Fractali aproximativi pot fi observați ușor în natură; aceste obiecte afișează o structura auto-similara la o scara mare, dar finita. Exemple de fractali din natura: norii, fulgii de zăpadă, cristalele, lanțurile montane, fulgerele, rețelele de râuri, liniile de coastă.

Arborii și ferigile sunt fractali naturali care pot fi modelați ușor pe calculator folosind un algoritm recursiv.

Natura recursivă este evidentă în aceste exemple - o ramura a unui arbore sau o frunza a unei ferigi este o copie în miniatura a întregului: nu identice, dar similare. O alta plantă la care se poate observa ușor auto-similitudinea este conopida (sau broccoli).

În corpul uman, pot fi modelate cu ajutorul fractalilor: ramificațiile venelor și arterelor, structura rinichiului și a scheletului, inima și sistemul nervos [6].

Fractalii în arta (fig. 9)**.** Datorită frumuseții lor, fractalii sunt prelucrați de unii oameni în artă, colorați în manifestările lor diferite și grupați în galerii de imagini fractal, pentru a ului și pentru a provoca imaginația. De asemenea, fractalii mai pot fi utilizați

pentru a modela cu precizie muzica produsă de diferiți compozitori. Fractalii se regăsesc și în unele picturi, precum și în arta și arhitectura africană.

Figura 8. Exemple de fractalii în natură [5]

Figura 9. Exemple de fractalii în artă [5]

Anișoara Gheț, studenta a. III, programul Ecologie, Nicu Grigorcea, studentul a. II, programul Biologie și Bogdan Catlabuga, studentul a. I, programul Ecologie, facultatea B/Ch, UPSC, au animat publicul cu „*Roata culorilor*”, având la bază concursul „*Eu și culoarea mea*”.

Culoarea este mai mult decât un simplu pigment, este emoție, energie, expresie. Fiecare culoare exprimă o poveste, transmite o stare și ne ajută să vedem lumea dintr-o perspectivă diferită. În cadrul evenimentului au fost invitați 5 doritori pentru a juca la Roata culorilor. Prin învârtirea roții se selecta o anumită culoare cu o anumită semnificație pentru fiecare participant în parte (fig. 10).

Despre *splendoarea culorilor coralilor* a vorbit Daniela Climov, studenta a. II, programul Biologie.

Splendoarea culorilor coralilor este una dintre cele mai fascinante minuni ale naturii subacvatice. Recifurile de corali, adesea numite „Pădurile tropicale ale oceanelor”, nu doar că susțin o biodiversitate impresionantă, ci oferă și un spectacol vizual de o frumusețe rară.

Figura 10. Secvențe din activitatea „*Roata culorilor*”

Coralii oferă lumii subacvatice o explozie de culoare și o structură de o complexitate impresionantă. Culorile vibrante ale coralilor provin în mare parte de la algele microscopice care trăiesc în țesuturile lor. Algele oferă coralilor nutrienți prin fotosinteză și, în schimb, primesc protecție și acces la lumină solară. Pe lângă culorile date de alge, coralii produc și propriii pigmenți, uneori fluorescenți, care pot crea nuanțe de: turcoaz, roz intens, violet electric, portocaliu aprins, galben fosforescent [7].

În funcție de adâncimea apei și intensitatea luminii solare, culorile coralilor pot părea diferite – un recif poate arăta complet altfel dimineața decât la amiază.

Figura 11. Splendoarea culorilor la corali [7]

Splendoarea culorilor coralilor nu este doar o expresie a frumuseții naturale, ci și un simbol al echilibrului fragil dintre viață, lumină și apă.

Zinaida Chiosa, profesoară de chimie Liceul Privat „Da Vinci”, grad didactic superior, șefa catedrei Științe și TIC, mun. Chișinău a interesat pe cei prezenți cu comunicarea „*Culori tradiționale: arta vopsirii firelor în portul popular românesc”*, prezentând evoluția culorii de la origini până la ia confecționată de Dumneaei (fig. 12).

Figura 12. Secvențe din activitatea „*Culori tradiționale: arta vopsirii firelor în portul popular românesc”*

În cadrul cercului BOTANISTUL au fost prezentate experiențe interesante, completate de filmulețe inspirate, executate de studenți, de exemplu: *Culorile fierbinți sau Cum influențează culoarea absorbția căldurii*, efectuate de către Maria Mînăscurtă și Paula Cebotaru; *Culorile strălucitoare, sau Ce se întâmplă când amestecăm ulei și apă*?, executat de Nicu Grigorcea. Studentul a. II, programul Biologie și Chimie, Mihai Botnaru a efectuat experiența *Cromatografia colorată, sau Cum putem separa culorile din cerneală,* precum și concursul „ *Isteține și culoare”.*

Un grup de elevi talentați de la IPLT „Spiru Haret”, îndrumați de către Mihai Ostahi, profesor de Arte Plastice, au prezentat o *expoziție fascinantă de lucrări proprii, pline de culoare, mister și pasiune* (fig. 13).

Figura 13. Lucrările elaborate și prezentate de elevi de la IPLT „Spiru Haret”, în cadrul expoziției cercului BOTANISTUL

Ședința s-a încheiat cu cântecul „*Galbenă gutuie*”, interpretat de elevele Alina Apostu și Ecaterina Oliinyk, clasa a 8C, IPLT „Spiru Haret, municipiul Chișinău.

La sfârșitul ședinței studenții care au participat activ, precum și profesorii au fost apreciați cu Diploma de participare. Toți participanții au fost captivați de momentele petrecute în cadrul ședinței, exprimându-și dorința de a mai participa la asemenea activități.

Concluzii

1. Educația STEAM este o abordare interdisciplinară, centrată pe rezolvarea problemei din lumea reală, iar pentru aceasta, este necesar de a le arăta elevilor/studenților relevanța acestor activități, ajutându-i să facă legătura între ceea ce studiază, de ce studiază și cum ar putea să folosească acest lucru în practică.
2. Strategiile de organizare și realizare a cercului „BOTANISTUL”, implică activități de cercetare, prin muncă independentă, stimulând dezvoltarea interesului pentru cunoașterea fenomenelor biologice, dezvoltarea creativității, cultivarea spiritului de responsabilitate și formarea unor deprinderi de lucru specifice biologiei vegetale, precum și dezvoltarea capacităților de interacțiune și integrare în mediul academic și social.
3. Culorile sunt esențiale în natură, în design și în psihologie, ele atrag polenizatorii, creează emoții și contraste în design și nu în ultimul rând au un impact foarte mare asupra comportamentului uman. Înțelegerea psihologiei culorii este cheia succesului în artă, modă și publicitate.
4. Inspirația, creativitatea, pasiunea și responsabilitatea au fost la ordinea zilei, toți participanții au fost captivați de momentele petrecute în cadrul ședinței, exprimându-și dorința de a mai participa la asemenea activități.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. CHIRIAC, E., GRIGORCEA, S., NEDBALIUC, B., ALUCHI, N., ȚIGANAȘ, O. Conceptul STEAM din perspectiva educației ecologice. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*, Ediţia a 4-a, 01-02 noiembrie 2024, Chişinău. Chişinău: IDIS "Viitorul", 2024, pp. 472-478. ISBN 978-5-86654-132-4. DOI: https://doi.org/10.46727/c.steam-2024.p472-478
2. GRIGORCEA, S., CHIRIAC, E., NEDBALIUC, B., ȚIGANAȘ, O. Rolul proiectelor STE(A)M în dezvoltarea competențelor de cercetare la elevi/studenți prin prisma studierii lichenilor. In: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)*, Ediţia a 4-a, 01-02 noiembrie 2024, Chişinău. Chişinău: IDIS

"Viitorul", 2024, pp. 488-497. ISBN 978-5-86654-132-4. DOI: https://doi.org/10.46727/c.steam-2024.p488-497

3. GRIGORCEA, S., CHIRIAC, E., NEDBALIUC, B., BRÎNZĂ, L., ALUCHI, N. Strategii de organizare și realizare a cercului „Botanistul” pe tema „Pigmenţii vegetali - substanţe indispensabile pentru univers”. In: *Acta et commentationes. Ştiinţe ale Educaţiei*. Nr. 1 (31), Chişinău, UPSC, 2023, pp. 114-130. ISSN 1857-0623.
4. *Univers Pedagogic Pro*. Cercul științific studențesc „BOTANISTUL” cu tema: STEAM și limbajul culorilor din lumea florilor, fluturilor, coralilor, fractalilor și personalitatea omului. coord. Țurcan Silvia, Univers Pedagogic Pro, Nr. 45 din 12 decembrie 2024.
5. UDUDEC, M. Fractalii. Colegiul Național „Petru Rareș”, Suceava. https://www.ududec.com/wp-content/uploads/2013/09/Fractali.pdf
6. https://www.mixdecultura.ro/2016/10/ce-sunt-fractalii/
7. https://www.digi24.ro/stiri/sci-tech/natura-si-mediu/

CZU: 378:614.2:578 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p540-545

STIMULAREA EDUCAȚIEI PENTRU SĂNĂTATE ÎN RÂNDUL STUDENȚILOR PRIN VALORIFICAREA ÎNSUȘIRILOR UNOR ASPECTE ALE AGENȚILOR PATOGENI

Sofia GRIGORCEA, doctor în biologie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-4948-6430, e-mail: grigorcea.sofia@upsc.md
Eugenia CHIRIAC, doctor în biologie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-5935-0414, e-mail: chiriac.eugenia@upsc.md
Boris NEDBALIUC, doctor în biologie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-9116-4515, e-mail: nedbaliuc.boris@upsc.md
Victor ANGHEL, student
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Rezumat. Educația pentru sănătate reprezintă un instrument esențial al promovării sănătății, contribuind la pregătirea tinerilor pentru viață și la îmbunătățirea stării generale de sănătate a populației. Valorificarea aspectelor de însușire a agenților patogeni în educația pentru sănătate oferă o modalitate puternică de a stimula interesul studenților, de a le îmbunătăți înțelegerea și de a promova comportamente responsabile pentru o viață sănătoasă.
Cuvinte cheie: educație, sănătate, studenți, agenți patogeni.

Summary. Health education is an essential tool of Health Promotion, contributing to preparing young people for life and improving the general health of the population. Harnessing aspects of pathogen appropriation in health education provides a powerful way to stimulate students ' interest, improve their understanding, and promote behaviors responsible for healthy living.
Keywords: education, health, students, pathogens.

Introducere

Educația pentru sănătate este un proces prin care oamenii dobândesc cunoștințe, competențe și atitudini pentru a lua decizii informate privind propria sănătate și a celor din jur, ajutând la reducerea comportamentelor de risc și la promovarea unui stil de viață sănătos [2].

Stimularea educației pentru sănătate prin valorificarea aspectelor de însușire a unor agenți patogeni se bazează pe înțelegerea modului în care agenții patogeni acționează, se transmit și afectează organismul uman, ceea ce reprezintă un factor esențial pentru prevenirea, controlul, diagnosticul corect, și tratamentul eficient al bolilor infecțioase. Identificarea rapidă a agenților patogeni, înțelegerea mecanismelor prin care aceștia provoacă boala, alegerea terapiei antimicrobiene adecvate, precum și implementarea măsurilor de igienă și profilaxie pentru limitarea răspândirii infecțiilor sunt esențiale pentru elaborarea politicilor de sănătate publică și pentru educația sanitară a populației.

Afecțiunile Otorinolaringologice (ORL), care includ probleme ale urechii, nasului și gâtului, sunt frecvent întâlnite în populația generală și, netratate la timp, pot duce la

complicații serioase. Agenții patogeni cei mai frecvenți incriminați afecțiunilor ORL la ora actuală sunt *Haemophilus influenzae, Branhamela cataralis, Streptococus pneumonia, Staphiloccocus aureus, Streptococul β-hemolitic* ș.a. [1].

Metode şi materiale aplicate

A fost elaborat și aplicat chestionar alcătuit din 10 itemi, ce vizează unele aspecte ale afecțiunile Otorinolaringologice (ORL). În cadrul chestionării au participat 20 de studenți din anul IV de studiu, învățământ cu frecvență redusă.

Chestionarul include următorii itemi:

1. Infecțiile ORL sunt cauzate de:
   a) bacterii; b) virusuri; c) ciuperci microscopice.
2. V-ați confruntat cu unele afecțiuni ORL?:
   a) da; b) nu; c) nu cunosc.
3. În cazul în care ați suferit, indicați localizarea acestora:
   a) nas; b) gât; c) ureche.
4. Care infecții bacteriene sunt mai agresive și necesită un tratament mai îndelungat?
5. Indicați ce simptome ale infecțiilor ORL cunoașteți.
6. Numiți principalele cauze de apariție și dezvoltare ale infecțiilor ORL.
7. Indicați unele măsuri de prevenire ale afecțiunilor ORL.
8. Ce plante cu efect antimicrobian cunoașteți?
9. Plantele medicinale sunt eficiente în tratarea bolilor ORL:
   a) da; b) nu; c) nu cunosc.
10. Este necesară adresarea la timp la medic în cazul infecțiilor ORL:
    a) da; b) nu.

Rezultate obținute

Răspunsurile la întrebări au reflectat nivelul de cunoaștințe ale studenților despre afecțiunile ORL. Referitor la i*nfecțiile ORL cauzate de bacterii, virusuri; ciuperci microscopice*, au fost înregistrate următoarele răspunsuri: 25% de studenți au menționat ciupercile microscopice, 25% au selectat virusurile și 50% - bacteriile (fig. 1).

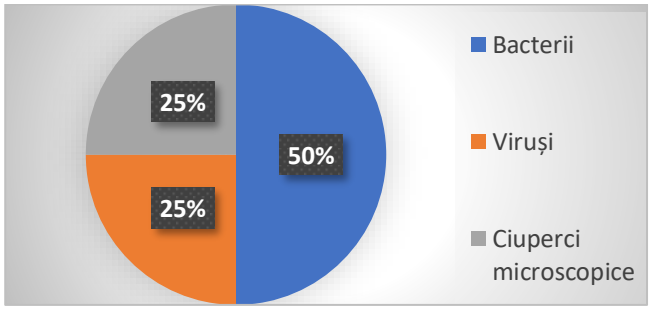


Figura 1. Prezentarea gafică referitor la *infecțiile ORL cauzate de bacterii, virusuri, ciuperci microscopice*

Incidența afecțiunilor ORL constă prin pătrunderea microorganismelor patogene prin diferite forme cum ar fi virusurile, bacteriile sau ciupercile microscopice. Gravitatea afecțiunilor ORL depinde de capacitatea și volumul microorganismelor pătrunse în organismul uman.

La întrebarea dacă s-au confruntat cu afecțiuni ORL, marea majoritate din cei chestionați au răspuns - Da (fig. 2).

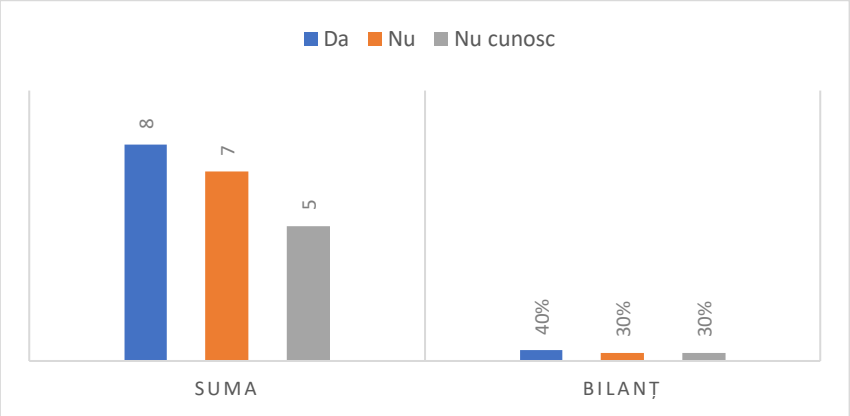


Figura 2. Prezentarea gafică referitor la *confruntarea respondenților cu afecțiuni ORL*

Datele din fig. 3. demonstrează raportul dintre frecvența afecțiunilor ORL pe cele trei organe componente și anume gât, nas și ureche. Astfel s-a constatat că incidența bolilor de gât este mai frecvent întâlnită, fiind reprezentată de amigdalită.

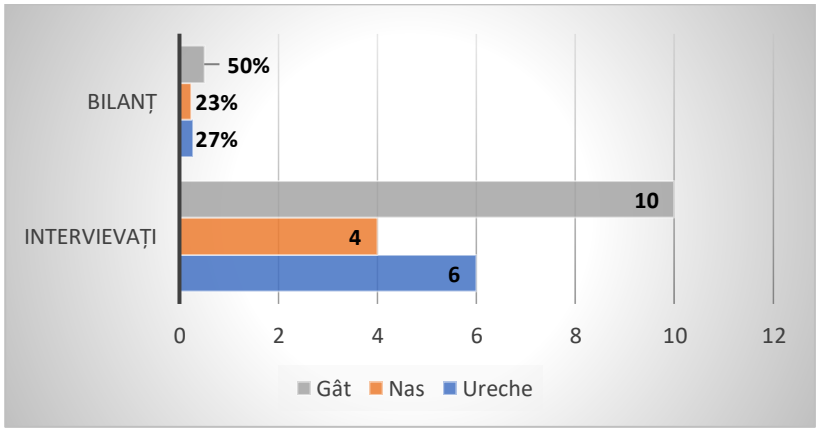


Figura 3. Prezentarea grafică a frecvenței afecțiunilor ORL, în dependență de incidența organelor componente: gât, nas și ureche

La întrebarea care infecții bacteriene sunt mai agresive și necesită un tratament mai îndelungat, 70% dintre studenți intervievați au răspuns *Streptococii*, iar 30% au menționat *Stafilococii* (fig. 4). Marea majoritate a infecțiillor bacteriene care declanșează boli ORL sunt reprezentate prin *Streptococi* deoarece ei sunt prezenți pretutindeni, au capacitate sporită de dezvoltare și sunt mai dificil de tratat.

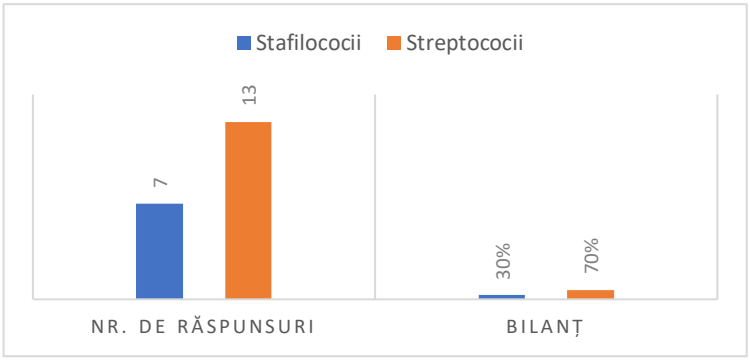


Figura 4. Prezentarea grafică a celor mai răspândite și agresive specii bacteriene

La simptomele afecțiunilor ORL studenții supuși chestionării au indicat, rinoree (scurgerea de mucus din nas), nas înfundat, strănut, obstrucție nazală, hiposmia (scăderea calității simțului olfactiv), anosmia (lipsa mirosului). Din cel otologic fac parte otalgia (dureri în urechi), otoreea, scăderea calității auzului (hipoacuzie). Simptomatologia gâtului (laringologice) precum dureri la deglutiție, acumulare de puroi pe amigdalele palatine etc (fig. 5).

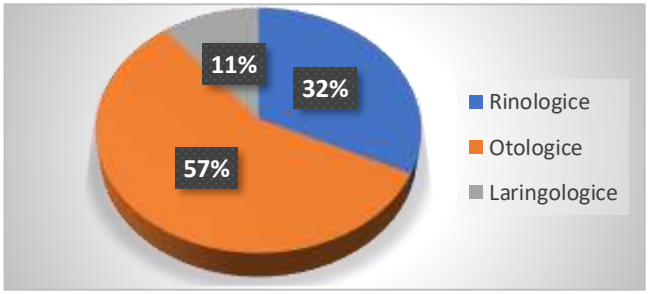


Figura 5. Prezentarea gafică a răspunsurilor c
u privire la simptomatica infecțiilor ORL

La indicarea principalelor cauze de apariție și dezvoltare ale afecțiunilor ORL, 80% dintre studenții interogați au indicat răspunsuri corecte, precum: contactul cu grupuri mari de oameni (aglomerații); schimbările bruște de temperatură; consumarea lichidelor reci; imunitatea compromisă (fig. 6).

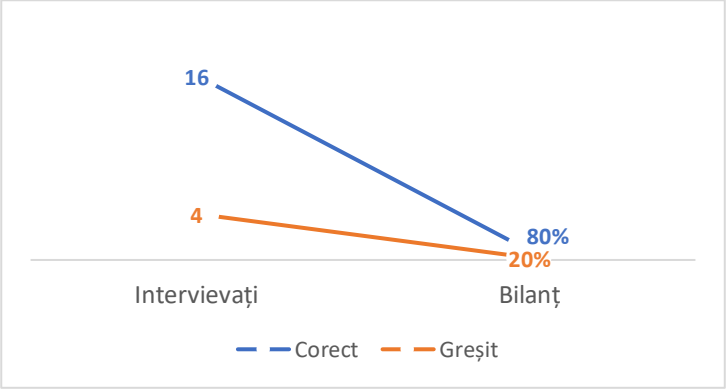


Figura 6. Prezentarea grafică a principalelor cauze de apariție
și dezvoltare ale afecțiunilor ORL

La măsurile de prevenire a afecțiunilor ORL, 85% din persoanele interogate au menționat răspunsuri corecte, precum: purtarea măștii de protecție în timpul sezonului gripei sezoniere; spălarea des pe mâini cu apă și săpun; evitarea contactului cu persoane bolnave; consumarea zilnică a fructelor și legumelor; practicarea sportului (fig. 7).

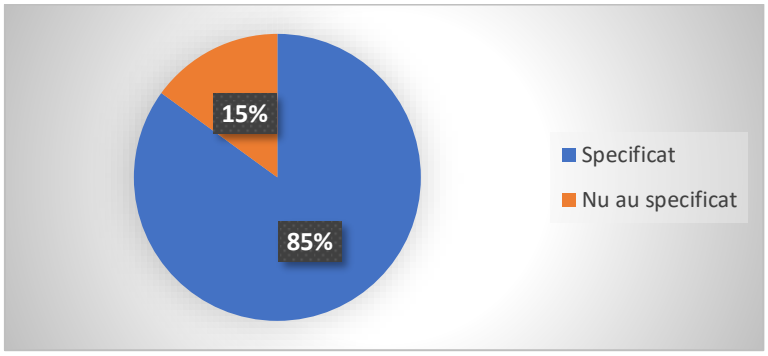


Figura 7. Prezentarea grafică a măsurilor de prevenire ale afecțiunilor ORL

Analiza datelor cu privire la *cunoașterea plantelor cu efect antimicrobian*, 70% din studenții chestionați au indicat răspunsuri corecte, menționând, urzica, ceapa, usturoiul, echinacea, gențiana, frunzele de eucalipt, ș.a (fig. 8).

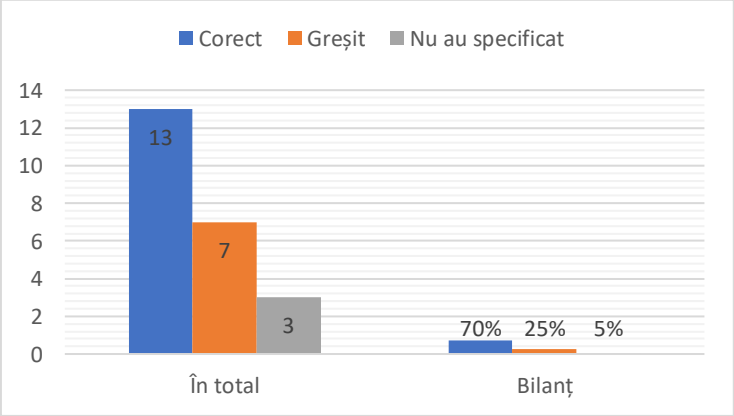


Figura 8. Prezentarea grafică cu privire la cunoașterea plantelor cu efect antimicrobian

La întrebarea dacă plantele medicinale sunt eficiente în tratarea bolilor ORL, 45% dintre studenții chestionați au răspuns cu da, 25 % - nu și 30% - nu cunosc (fig. 9).

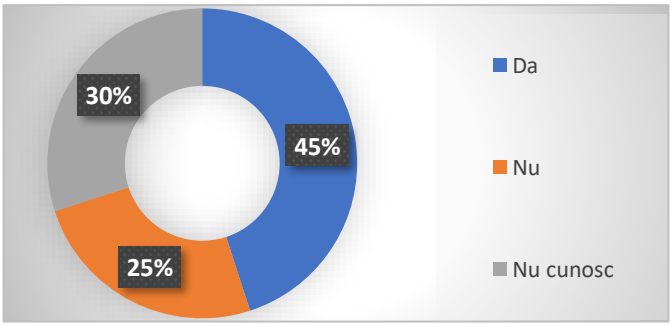


Figura 9. Prezentarea grafică referitor la eficiența plantelor medicinale în tratarea afecțiunilor *ORL*

Plantele medicinale sunt eficiente în tratarea bolilor ORL datorită proprietăților lor antiinflamatoare, antimicrobiene și contribuie la fortificarea imunității sănătății omului.

Dacă este necesară adresarea la medic în cazul afecțiunilor ORL, 90% dintre persoanele supuse chestionării au răspuns da (fig. 10).

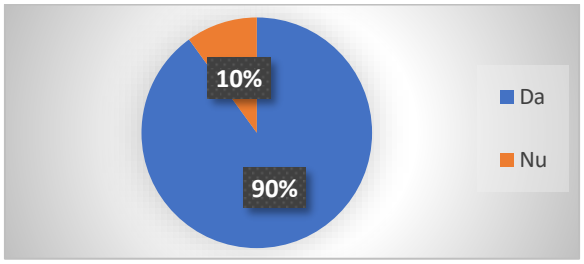


Figura 10. Prezentarea grafică a necesității adresării la medic în cazul afecțiunilor *ORL*

Adresarea promptă la medicul specialist ORL este esențială pentru: diagnosticul corect, prevenirea complicațiilor, tratamentul adecvat și eficient, monitorizarea evoluției bolii, educația pentru sănătate, etc.

Concluzii

În rezultatul chestionării s-a constatat că nu toți studenții intervievați dețin cunoștințe cu privire la afecțiunile Otorinolaringologice. Se remarcă importanța valorificării aspectelor de studiere a agenților patogeni, ca o modalitate necesară în stimularea interesului pentru sănătate, cât și îmbunătățirea măsurilor necesare referitor la prevenirea și combaterea maladiilor, respectiv promovarea unui comportament responsabil pentru un mod de viață sănătos.

Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetări ştiinţifice „Valorificarea și conservarea diversității vegetale prin implicarea educabilului în diverse activități inter și transdisciplinare ce asigură pregătirea viitorilor biologi”, din cadrul catedrei Biologie vegetală, facultatea de Biologie și Chimie, și al proiectului de cercetare „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale” Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă”, Chișinău.

Bibliografie

1. ABABII, I., MANIUC, M., SANDUL, A. Otorinolaringologie: Manual / col. aut.: [et al.]; Univ. de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”. Chişinău: S. n., 2019 (Tipogr. „Print Caro”). 430 p.
2. FRIPTULEAC, G. Promovarea sănătății și educația pentru sănătate (teorie și practică). Ministerul Sănătății, Muncii și Protecției Sociale. Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”. Centrul Editorial-Poligrafic Medicina. Chișinău, 2018. 332 p. ISBN 978-9975-82-102-5.

CZU: 37:57:001.895 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p546-554

INTERDISCIPLINARITATEA ÎN PREDAREA BIOLOGIEI PRIN ABORDAREA STEAM

Rovim PÎRGARI, profesor de chimie și biologie
https://orcid.org/0009-0002-3997-3371
e-mail: pirgarirovim96@gmail.com
IP Gimnaziul Corpaci, r-nul Edineț

Rezumat. În ultimele decenii, în științele educației, tendința de integrare a disciplinelor școlare este din ce în ce mai evidentă. Abordarea integrată în învățământul preuniversitar apare din imposibilitatea uneia dintre discipline, oricare ar fi ea (biologie, chimie, geografie, fizică etc.) de a rezolva problemele complexe ale conținutului unitar al vieții, al lumii în care trăim. Educația prin discipline școlare este un proces cognitiv care urmărește dezvoltarea competențelor și formarea cunoștințelor epistemologice într-un anumit domeniu, independent de realizările obținute în alte domenii ale cunoașterii.
Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, integrare, epistemologică, abordare interdisciplinară, analiză histologică, abordare integrată.

Abstract. In the last decades, in the sciences of education, the tendency of integrating school subjects is more and more obvious. The integrated approach in pre-university education arises from the impossibility of one of the disciplines, whatever they may be (biology, chemistry, geography, physics, etc.) to solve the complex problems of the unitary content of life, of the world in which we live. Education through school subjects is a cognitive process that seeks the development of skills and the formation of epistemological knowledge in a particular field, independent of the achievements obtained in other fields of knowledge.
Keywords: Interdisciplinarity, integration, epistemological, interdisciplinary approach, histological analysis, integrated approach.

Interdisciplinaritatea, în condițiile actuale ale desfășurării procesului de învățământ, se impune ca o direcție principală a renovării activității cadrelor didactice [1]. Această renovare presupune atât conținutul lecțiilor, cât și metodele și strategiile de lucru.

Termenul „*interdisciplinaritate*” este definit în Dicționarul explicativ ilustrat al limbii române ca „*transfer de concepte și metodologii dintr-o disciplină în alta*” și provine din cuvântul francez *interdisciplinarité*. Dicționarul nu face însă nicio diferență față de pluridisciplinaritate. [3] În schimb, C. Cucoș afirmă în (Cucoș, 2005) că interdisciplinaritatea „*este o formă a cooperării între discipline diferite cu privire la o problematică a cărei complexitate nu poate fi surprinsă decât printr-o convergență și o combinare prudentă a mai multor puncte de vedere*”.[2]

Elemente de interdisciplinaritate pot fi găsite în filozofia Greciei antice, în pedagogia lui Comenius, iar la noi în lucrările lui Dimitrie Cantemir, și mai apoi Bogdan Petriceicu Hașdeu.

Literatura de specialitate indică puține aspecte realizării conexiunilor interdisciplinare la lecțiile de biologie. Acestea se realizează prin creșterea potențialului

creativ al elevilor și promovarea activităților extracurriculare integrate unde se axează pe motivația învățării și propriei formări al elevului.

A. Becleanu Iancu spunea: „*Intedisciplinaritatea este un proces de cooperare, unificarea și codificarea unitară a disciplinelor științifice contemporane, caracteristic actualei etape de dezvoltare a cunoașterii științifice, în care fiecare disciplină își păstrează autonomia gnoseologică, specializarea și independența relativă și, în același timp, se integrează în sistemul global de cunoștințe*" [4].

Interdisciplinaritatea este un mod de acțiune specific cercetării științifice, dar în domeniul educației poate fi transferat pe două direcții:

- elaborarea curriculumului: planuri-cadru, programe școlare, manuale,
- proiectarea și desfășurarea procesului de predare-învățare [6].

Prima direcție presupune o intervenție instituțională, deocamdată materializată în definirea ariilor curriculare și în stabilirea competențelor generale ale disciplinelor, în elaborarea unor programe școlare. În schimb, cea de-a doua direcție poate oferi câmp liber manifestării interdisciplinare prin activități formale și nonformale de învățare.

Actualitatea cercetării

La nivel formal și nonformal elementele de conținut sunt structurate după anumite principii de natură didactică. Specialiștii menționează numeroase moduri de organizare: logică, lineară, concentrică, după puterea explicativă a cunoștințelor, modulară, integrată, interdisciplinară etc. Ultimul mod de organizare, bazat pe un principiu de cercetare științifică, s-a concretizat în educație prin multiple, dar insuficient clarificate, abordări.

Scopul propus este cercetarea gradului de interdisciplinaritate în studierea biologiei în școală

Obiectivele cercetării:

- studierea biologiei ca obiect de învățământ;
- întocmirea chestionarului;
- promovarea sondajului;
- prelucrarea și interpretarea datelor;
- recomandare față de abordare interdisciplinară la lecțiile biologie în școală.

Metodologia cercetării

Pentru a realiza obiectivele propuse s-a analizat curricula și manualele școlare, în vederea aprecierii unor posibilități de abordare interdisciplinară în studierea biologiei în cadrul disciplinelor școlare. A fost elaborat și completat un chestionar pe platforma Google Forms (un software de administrare a sondajelor oferit de Google) privind percepția elevilor liceale referitor la interdisciplinaritate, ce conține întrebări închise, care propun elevilor variante de răspuns, pentru a fi aleasă doar una, cât și deschise, la care

elevii pot veni cu idei și variante proprii de răspuns. Cercetarea a fost efectuată pe un eșantion de 25 de elevi (cl. XI-XII-a), cuprinși în categoriile de vârstă 17-18 ani. Investigarea a avut loc în 2 instituții de învățământ din raionul Edineți: Liceul Teoretic „M. Eminescu", Liceul Teoretic „Pan Halipa", în perioada Februarie-Martie anul 2025.

Rezultate, analize, discuții

Pentru a cerceta subiectul, s-a analizat curricula liceală, precum și manualele școlare de biologie geografie, etc. și, pentru identificarea lecțiilor în care să se coreleze biologia cu alte subiecte școlare.

Biologia și chimia sunt foarte strâns legate, rezultând o intersectare prin biochimie sau știința ce studiază chimia compușilor organici cu acțiune biologică, sau compoziția chimică a lumii vii. De cele mai multe ori, nucleul acestui tip de hibrid se află între disciplinele formale. Noile obiecte de studiu vin să acopere anumite "pete albe" de pe harta cunoașterii. Interdisciplinaritatea aceasta permite evidențierea compoziției chimice a sângelui, urinei, solului, a sevelor brută și elaborată la plante, formulele chimice ale hormonilor, determinarea anumitor compuși organici: proteine (sinteza de proteine la dogma centrală a geneticii - translația la nivelul ribozomilor, de la nivelul membranelor celulare), glucide (compuși rezultați din fotosinteză, ciclul Krebs celular etc.), lipide (anumiți hormoni sterolici, membrane celulare), acizi nucleici (ADN, ARN) etc. Interdisciplinaritatea dintre subiecte la biologie și chimie le-am organizat în tabelul 1:

Tabelul 1. Legătura interdisciplinară dintre cursul gimnazial de biologie și chimie

	Subiectele din cursul de biologie	***Subiectele din cursul de chimie***
1	Nutriția la plante. Fotosinteza. Nutriția la animale. Nutriția la om.	Substanțe anorganice și organice. Proprietățile substanțelor. Substanțe pure și amestecuri. Apa naturală – amestec de substanțe. Aerul – amestec de substanțe gazoase.
2	Semnificația nutriției și respirației. Igiena alimentației. Igiena respirației. Schimbul de substanțe și de energie dintre organism și mediu	Oxigenul - rolul biologic. Utilizarea oxigenu-lui. Circuitul oxigenului în natură. Sărurile. Importanța sărurilor în viața omului. Oxizii în viața noastră. Apa în viața de zi cu zi. Importanța apei. Apa naturală. Epurarea apei. Apa ca solvent. Soluțiile. Disociația electrolitică.
3	Compoziția chimică a celulei. Schimbul de substanțe și energie la nivelul celular. Alcoolul	Calciul și compușii lui. Fierul și compușii lui. Rolul biologic și circuitul sulfului în natură. Azotul. Oxidul de carbon (IV). Grăsimile. Alcoolul. Hidrații de carbon.
4	Circuitul materiei și fluxul energiei în natură. Cicluri bio-geo-chimice.	Proteinele. Rolul biologic al proteinelor.

Cu ***fizica***, de asemenea se poate realiza interdisciplinaritate, rezultând o „nouă" disciplină: biofizica, cu implicații chiar medicale. Se ajunge la un grad foarte mare de integrare a curriculumului prin fuziune. Prin interacțiunea biologie-fizică se pot studia anumite aspecte precum: termoliza, termogeneza, influența gravitației asupra plantelor (geotropisme, fototropisme, nastii), noțiuni de aerodinamică (deplasarea păsărilor în

mediul aerian) sau hidrodinamică (deplasarea viețuitoarelor acvatice, mișcări pasive prin plutirea frunzelor de nufăr pe suprafața apei, legea lui Arhimede etc.), sistemul de pârghii I, II și III în cazul articulațiilor, funcționarea sistemului mușchi-oase-articulații, noțiuni de optică (analizatorul optic, studiul principiului de funcționare al microscopului optic), noțiuni de acustică (propagarea sunetelor, frecvența, timbrul, noțiuni de fiziologie umană împreună cu cele de mecanică etc.).

Dacă ne referim la conexiunea ***geografia - biologia*** se intersectează în ramura numită ecologie și protecție a mediului (studiul factorilor geografici, geologici, mecanici care influențează dezvoltarea ecosistemelor), influența climatului, a poziției geografice, a substratului asupra răspândirii organismelor și fenomenele de adaptare ale acestora (de exemplu transformarea frunzelor de cactus sub formă de țepi ca o adaptare la secetă sau dezvoltarea cocoașelor cu grăsime la cămilă ca adaptare la mediul deșertic etc.) Interdisciplinaritatea dintre subiecte studiate la lecțiile de biologie și geografie sunt prezentate în figura 1:

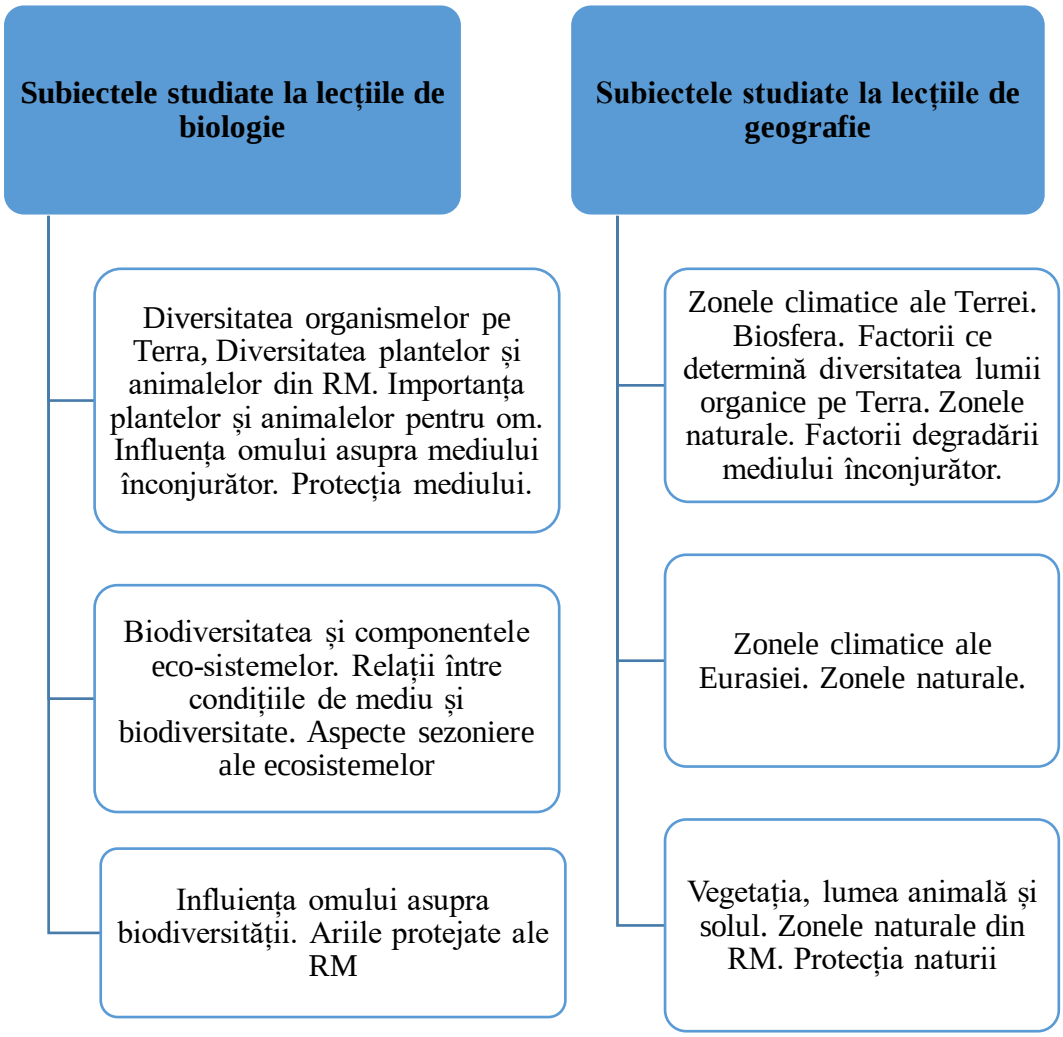


Figura 1. Interdisciplinaritatea dintre subiecte studiate la lecțiile de biologie și geografie

Cu ajutorul ***informaticii***, mai ales în această perioadă pandemică, biologia a fost adusă la un cu totul alt nivel. Am putut dezvolta diverse platforme educaționale, am putut crea resurse educaționale deschise digitale, putem urmări diverse structuri anatomice, procese fiziologice cu ajutorul unor softuri, programe de vizualizare 3D (circulația sângelui, sistemul muscular, osos, disecții virtuale, analize histologice), putem crea teste și jocuri interactive la calculator etc. Practic informatica s-a integrat prin „Instruirea asistată de calculator" ca o metodă modernă de predare.

La orele de ***istorie*** se pot studia anumiți biologi remarcabili precum George Emil Palade, Grigore T. Popa, Victor Babeș, Marie Curie, Pavlov, Gregor Mendel, Louis Pasteur sau Emil Racoviță, descoperirile și cercetările lor, implicațiile lor în domeniul științelor exacte pentru a veni în sprijinul biologiei atunci când prezentăm importanța studierii legilor mendeliene, a principiului fermentațiilor, axa hipotalamo-hipofizară sau rolul ribozomilor într-o celulă.

Biologia implică și ***desen*** pentru a înțelege mai bine structura unor anumite elemente celulare, tisulare, organe etc. Determinăm interiorizarea morfologiei unor componente complexe sau care au dimensiuni microscopice. Aducem într-un mod didactic microscopicul la nivel macroscopic.

Corelația biologie – ***limbi străine***: denumirile științifice, terminațiile familiei, ordinului, genului sau speciilor pot fi studiate la lecții de limba latină. Prin studierea unei limbi de circulație internațională (engleză, franceză, germană, spaniolă etc.), anumite structuri, organe, părți ale organismului pot fi învățate și astfel o persoană își poate dezvolta vocabularul acelei limbi.

Prin corelarea lecțiilor de ***dezvoltarea personală*** cu biologia putem înțelege necesitatea păstrării mediului curat, pentru că problemele de mediu, dezastrele ecologice pe care le observăm în jurul nostru ne vor influența viața. Avem nevoie de ore de educație ecologică obligatorii pe fiecare nivel de studiu.

Pentru a afla care este atitudinea elevilor referitor la interdisciplinaritate, a fost elaborat un chestionar, care a fost propus elevilor cuprinși în sondaj.

Prin *prima întrebare* a anchetei, elevii au fost rugați să expună dacă disciplinele studiate la liceu au legătură unele cu altele sau nu există nici o legătură între ele. Rezultatele în formă grafică sunt prezentate în figura ce urmează (Figura 2).

Analizând figura 2, se poate observa că, după părerea elevilor-respondenți, mai mult de jumătate (13 - 52%) consider că disciplinele studiate la liceu sunt intens legate unele cu altele, practic o jumătate din ei (11 - 44%) declară că există unele legături între ele numai o persoană (4%) disciplinele studiate la liceu au legătură unele cu altele sau nu există nici o legătură între ele.

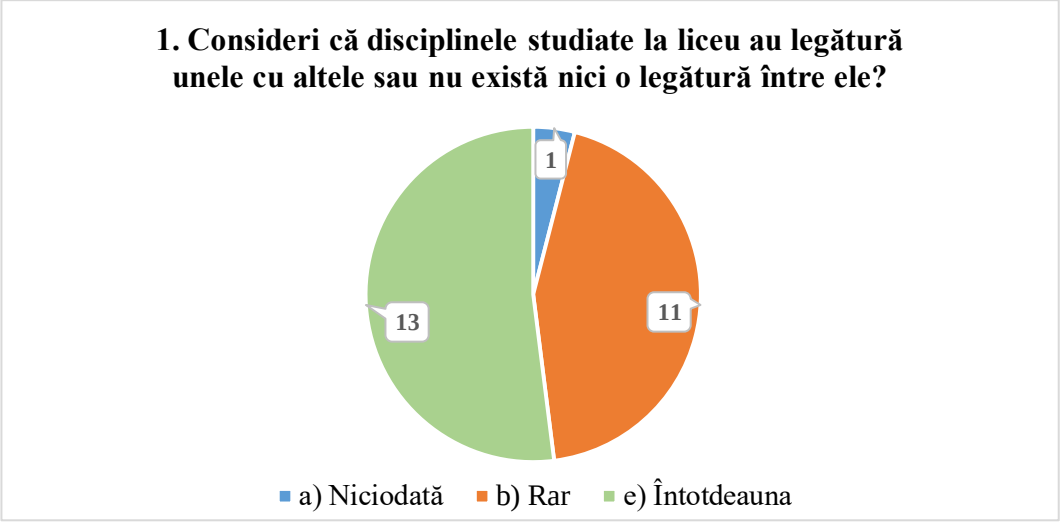


Figura 2. Răspunsuri la întrebarea 1

O *următoare întrebare* a anchetei propunea participanților la sondaj să indice dacă în timp ce li se predă un subiect, fac ei legături între acest și alte subiecte studiate, încercuind una din literele ce o exprimă**.** Rezultatele prelucrate matematic sunt prezentate în figura 3.

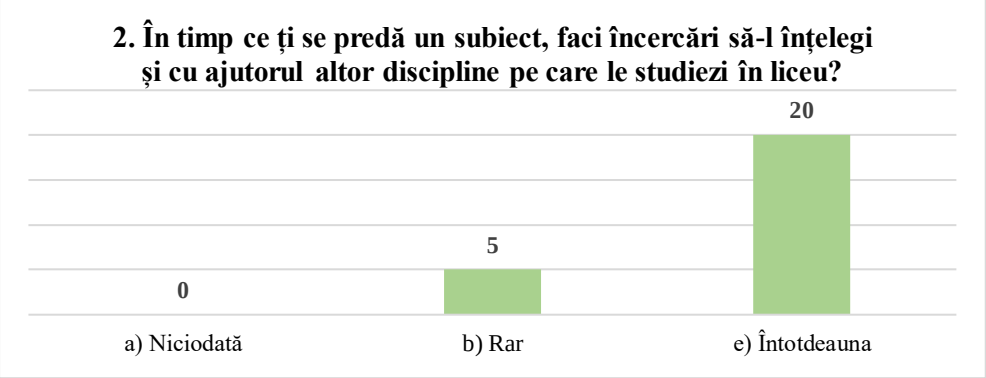


Figura 3. Răspunsuri la întrebarea 2

Datele prezentate denotă că în opinia a cca 80 % din elevi (majoritatea din ei), întotdeauna fac legături între subiect predat la ore cu alte subiecte studiate în ciclul liceal.

A *3-a întrebare* din chestionar este de tip deschis, la care elevii pot veni cu variante proprii de răspuns și solicita elevilor să prezinte pe scurt o legătură ce există între biologie și oricare altă disciplină studiată. Rezultatele prelucrate matematic în formă grafică sunt prezentate în figura ce urmează (fig. 4).

La *întrebarea a 4-a* elevii erau rugați să enumere, pe o scară de la 1 la 5, disciplinele școlare care au legătură cu biologia, în ordinea descrescătoare a importanței acestor legături. Cu punctul 5 au fost numiți disciplinele școlare: chimie (22), geografie (2), fizică (1).

Biologia și chimia sunt foarte strâns legate, rezultând o intersectare prin biochimie sau știința ce studiază chimia compușilor organici cu acțiune biologică, sau compoziția chimică a lumii vii.

Prin interacțiunea ***biologie-fizică*** se pot studia anumite aspecte

La conexiunea ***geografia - biologia*** să referă la ecologie și protecție a mediului, factorilor geografici, geologici, mecanici ce influențează dezvoltarea ecosistemelor, influența climatului, a poziției geografice, etc.

Cu ajutorul ***informaticii*** se pot dezvolta diverse platforme educaționale, create resurse educaționale deschise digitale, diverse structuri anatomice, procese fiziologice cu ajutorul unor softuri

La orele ***de istorie*** se pot studia anumiți biologi remarcabili

Figura 4. Răspunsuri la întrebarea 3

La întrebarea a 5-a *Încercuiește literele ce indică cazurile când între disciplinele indicate mai jos există tangențe/corelații vădite în explicarea realităților și fenomenelor* litera *c)* a fost încercuită în cel mai multe chestionare, urmate de literele *b)* și *d),* apoi litera *e).*

La întrebarea a 6-a *Care din următoarele teme ar putea fi studiate prin mai multe discipline școlare împreună* cel mai des au fost menționate următoarele: *Colectarea și reciclarea deșeurilor, Ecosistemele de pădure, Viața în mări și oceane*.

La întrebarea a 7-a elevii au fost rugați să indice prin încercuire disciplinele în cadrul cărora ar trebui să fie dezbătute problemele de poluare a mediului, încălzire globală, efectul de seră. Au urmat următoarele răspunsuri: *c. Ecologie, a. Geografie, d. Chimie, b. Fizică.*

La întrebarea a 8-a elevii trebuiau să indice în limitele de la 1 până la 5 măsura în care ei cred că așa discipline școlare ca *biologia, fizica și chimia* pot fi promovate într-o singură disciplină cu numele ”*Științe*” , majoritatea respondenților au dat punctajul maxim, un sfert au punctat cu 2și doar 2 persoane au dat punctajul minim.

Reieșind din rezultatele Chestionarului *Privind percepția elevilor claselor a XI-XII-a referitor la interdisciplinaritate* realizarea interdisciplinarității la lecțiile ***de biologi***e se desfășoară în mai multe scopuri:

- transferul cunoștințelor în diverse contexte;
- lărgirea orizontului de cunoștințe din diverse domenii, argumentând fenomenele, procesele biologice, rezolvând situațiile de probleme din perspectiva mai multor discipline, în nivelul unui câmp comun de aplicabilitate și formare a competențelor;

- îmbinarea competențelor, specifice disciplinei și formularea competenței integrate de manifestare, orientare în viață, studiind regulile vieții;
- formarea competenței de investigație prin dezvoltarea deprinderilor de analiză a fenomenelor, proceselor, în baza lucrărilor practice și a corelării cunoștințelor din alte domenii;
- generalizarea și sistematizarea volumului de cunoștințe, priceperi, deprinderi și formarea competențelor la elevi, în cadrul mai multor discipline;
- perfecționarea modului de învățare integrală pentru dezvoltarea multilaterală a elevului ca personalitate, anexată la experiența de viață în plan moral, intelectual, social, etic, estetic, tehnologic, fizic etc.

Concluzii

Sub aspectul implementării, dat fiind modul de pregătire inițială cel mult bidisciplinară al profesorilor, interdisciplinaritatea poate fi realizată de un dascăl care posedă cultură pluridisciplinară sau, mai realist, de echipe alcătuite din diferiți specialiști. Chiar dacă acest mod de lucru prezintă oarecare incoerență disciplinară, el poate conduce în schimb la îndeplinirea unor obiective de învățare de nivel înalt: rezolvarea de probleme, luarea de decizii, a învăța să înveți. Acestea asigură transferul competențelor dintr-o disciplină în alta și, mai important, pregătesc elevul pentru viață și muncă. Avantajele intredisciplinarității sunt prezentate în figura 5.

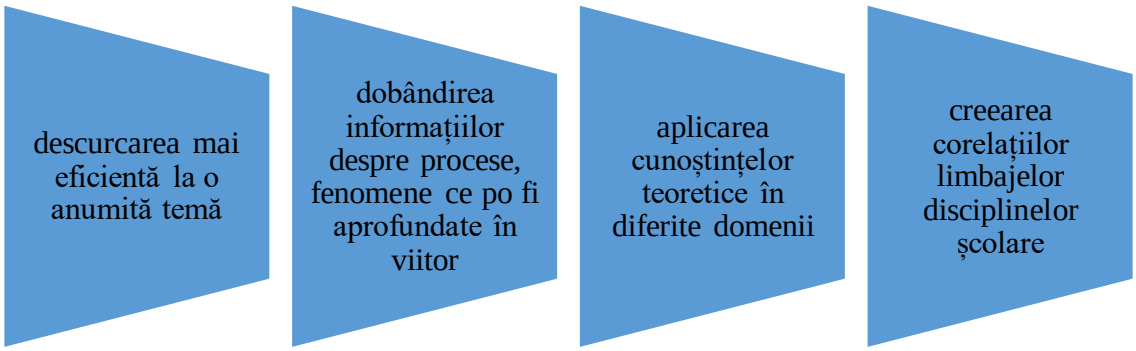


Figura 5. Avantajele intredisciplinarității

Conexiunea disciplinei biologia cu alte discipline școlare se va axa pe formarea la elevi a unor competențe, necesare pentru a se descurca în situații sociale noi, fiind că, cu cât elevul are mai multe informații din diferite domenii de viață, cu atât o va realiza într-un mod mai corect. Cunoștințele acumulate la școală sunt utilizate în rezolvare problemelor și situațiilor în viața cotidiană.

Important este, în primul rând, ca abilitățile obținute să nu rămână nevalorificate, în al doilea rând, să le acordăm șanse de schimbare. Astfel, pedagogia contemporană este în favoarea unui învățământ de calitate, pe axarea și formarea unor competențe la elevi, ceea ce reprezintă un factor de dezvoltare și integrare a personalității elevului [7, p.198].

Recomandări pentru profesorii de biologie ce exemplifică aplicațiile biologiei în alte obiecte școlare, în viața cotidiană a elevilor sunt stipulate în figura 6.

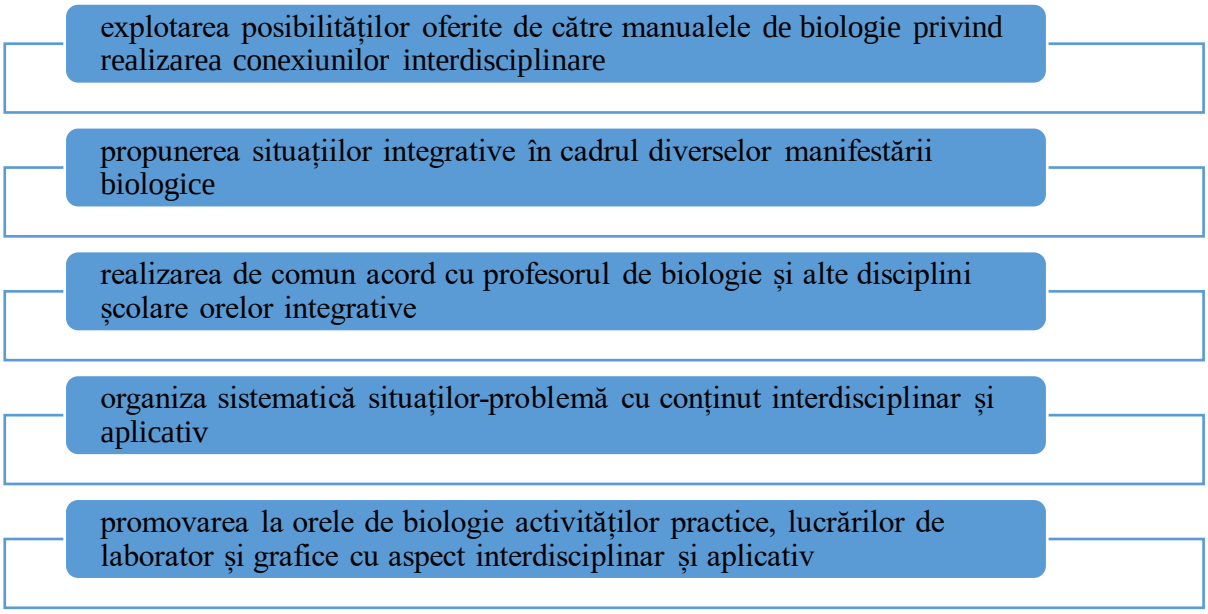


Figura 6. Recomandări pentru profesorii de biologie ce exemplifică aplicațiile biologiei în alte obiecte școlare

Bibliografie

1. CRISTEA, S. *Dicționar de pedagogie*. Chișinău-București: Grupul Editorial Litera. Litera Internațional, 2000.
2. CUCOȘ, C. *Pedagogie*. Iași: Editura Polirom. 2005.
3. *Dicționarul explicativ ilustrat al limbii române*
4. *Interdisciplinaritatea*. Vol. I. Cluj-Napoca: Editura Casei Corpului Didactic, 2003.
5. MINDER, M. *Didactica funcțională. Obiective, strategii, evaluare*. Chișinău: Editura Cartier, 2003.
6. NEGREA, G. O., SUCIU, N., SĂNDULESCU, G., IORGULESCU, M. C. *Fascinanta provocare a interdisciplinarității. Orientări și exemple privind învățarea bazată pe investigație și abordări interdisciplinare la matematică, fizică și biologie – gimnaziu*. ARMANIS, 2014. 62 p. ISBN 978-606-8595-29-0.
7. PRUNICI, E. Repere metodologice a realizării conexiunii interdisciplinare în cadrul predării-învățării biologiei în gimnaziu. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice Vol. 2*, Didactica științelor exacte. Chișinău: UST, 1-2 martie 2019. pp. 197-203. ISBN: 978-9975-76-268-7.

CZU: 37.01:57+004.9 DOI: 10.46727/c.steam-2025.p555-561

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕСТОВ ЦИФРОВОЙ БИБЛИОТЕКИ *EDUCAȚIE INERACTIVA* НА УРОКАХ БИОЛОГИИ ПО ЕДИНИЦЕ ОБУЧЕНИЯ «ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ» В 12 КЛАССЕ

Снежана ТЕРТЯК, учитель биологии
https://orcid.org/0009-0002-5232-3402
e-mail: snejulika1977@gmail.com
IPLT „Alexandr Pușkin”, мун. Кишинев

Аннотация. Использование цифровых и мультимедийных ресурсов становится важным инструментом в реализации компетентностного подхода. В данной статье представлены авторские разработки интерактивных тестов и видеоресурсов по биологии, размещённые на платформе https://educatieinteractiva.md. Особое внимание уделено возможностям применения данных материалов при изучении учебной единицы «Основы генетики» в курсе биологии для 12 класса. Представленные ресурсы способствуют повышению мотивации учащихся, обеспечивают индивидуализацию обучения и позволяют эффективно формировать и оценивать предметные компетенции.
Ключевые слова: онлайн-инструменты, видеоуроки, интерактивные тесты, методы обучения.

Abstract. The use of digital and multimedia resources has become an important tool in applying a competency-based approach. This article presents the author’s interactive biology tests and video materials available on the platform https://educatieinteractiva.md. Special attention is given to the possibilities of using these materials in studying the learning unit **„Fundamentals of Genetics”** in the 12th-grade biology course. The presented resources enhance students’ motivation, ensure individualized learning, and effectively support the development and assessment of subject-specific competencies.
Keywords: online tools, video lessons, interactive tests, teaching methods.

Современное образование невозможно представить без использования цифровых технологий и интерактивных инструментов обучения. Они позволяют сделать учебный процесс более гибким, доступным и интересным для учащихся. Одним из таких инновационных инструментов, успешно внедрённых в Республике Молдова, стала платформа *Educaţie Interactivă*.

Одним из решений, способствовавших обеспечению непрерывности обучения, стало создание и развитие национальных образовательных платформ. Так, в период пандемии появилась цифровая библиотека **„***Educaţie Online***”** [6]; (educatieonline.md), включающая видеоуроки и методические материалы на румынском и русском языках, разработанные в соответствии с национальной учебной программой [1].

В ноябре 2022 года на её основе была официально запущена новая платформа — *educatieinteractiva.md*, представленная в рамках мероприятия *„Educaţie interactivă – Tradiţie şi inovaţie la un click distanţă”*. Проект был реализован при поддержке Примэрии муниципия Кишинэу и Direcţia Generală Educaţie, Tineret şi Sport, а также при содействии Программы развития ООН (ПРООН) [4, с.4].

Платформа *educatieinteractiva.md* была создана с целью предоставления свободного доступа к интерактивным упражнениям, тестам, обучающим играм и другим видам заданий, соответствующим учебным программам Республики Молдова. Её задачи заключаются в повышении качества преподавания через активное вовлечение учащихся, развитие их самостоятельности, критического мышления и интереса к предмету. Важным направлением стало также содействие родителям как партнёрам в образовательном процессе, а двуязычность платформы (румынский и русский языки) делает её доступной для всех категорий пользователей.

Уже к началу 2023 года на платформе были зарегистрированы тысячи пользователей, создано десятки тысяч интерактивных упражнений. В дальнейшем появились новые функции — мобильное приложение, возможность поиска по темам и классам, создание персональных планов и интерактивных карточек, что значительно расширило возможности платформы и повысило её популярность среди педагогов.

Внедряя интерактивные тесты в учебный процесс, учитель должен учитывать ряд методических аспектов:

1. *Определить и объяснить учащимся цель выполнения теста*, подчеркнув его значение для усвоения темы.
2. *Сформулировать проблемные или наводящие вопросы* перед началом работы, чтобы направить внимание учащихся на ключевые понятия.
3. *Поощрять активное участие* — побуждать учеников рассуждать, анализировать варианты ответов, аргументировать свой выбор.
4. *Структурировать задания по уровням сложности*, обеспечивая постепенное продвижение от простых вопросов к более аналитическим.
5. *Интегрировать мгновенную оценку и обратную связь*, что позволяет учащимся сразу увидеть результаты, осознать ошибки и скорректировать свои знания.

Таким образом, использование интерактивных тестов на платформе *educatieinteractiva.md* способствует повышению эффективности обучения, делает процесс усвоения знаний более осмысленным и развивает у учащихся навыки самоконтроля и самостоятельного мышления.

Использование интерактивных образовательных ресурсов открывает новые перспективы для преподавания биологии, такие инструменты позволяют сделать уроки более наглядными, способствуют формированию устойчивого интереса к предмету и повышают уровень усвоения материала.

Работа с платформой *educatieinteractiva.md* даёт возможность учителю создавать собственные интерактивные задания, адаптированные к потребностям

учащихся, что полностью соответствует современным тенденциям цифрового образования.

В электронной библиотеке *EducatieOnline.md* по предмету «Биология» для 12 класса представлено 27 уроков, из которых 17 относятся к учебной единице «Основы генетики». Из которых четыре урока являются авторской разработкой. Для более эффективного усвоения материала к этим урокам были разработаны интерактивные тесты на платформе *educatieinteractiva.md*, которые помогают учащимся закреплять знания и проверять понимание ключевых понятий.

1. Биология, 12-й класс, Молекулярные основы наследственности. Нуклеиновые кислоты, Тертяк Снежана, 12-й класс: https://www.educatieonline.md/details?6e165f997f4446dd9702628f59176180 ссылка на тест: https://educatie interactiva.md/completeaza-tabel/15011 - заполни таблицу.
2. Биология, 12-й класс, Структура ДНК. Репликация ДНК, Тертяк Снежана, https://www.educatieonline.md/details?aef393a328af477aaf9cd51893828688, ссылка на тест: https://educatieinteractiva.md/adevarat-fals/19850 - верно -ложно
3. Биология, 12-й класс, Материальные основы наследственности. Хромосомы, Тертяк Снежана, https://www.educatieonline.md/details?dde869c4ccc6400f96d39ce428b8755b, ссылка на тест: https://educatieinteractiva.md/sondaj/12339 - хронология
4. Биология, 12-й класс, РНК - структура и функции, Тертяк Снежана, 12-й Класс, Тема: РНК - структура и функции. https://www.educatieonline.md/details?799c43ad68d7450eb2df46cc3f1f6e26, ссылка на тест: https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/21649 - выбери правильный вариант ответа.
5. https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/21655 - Определение термина ген и определение его структурных особенностей.
6. https://educatieinteractiva.md/completeaza-tabel/15018 - Определение митоза и мейоза как деление ядра.
7. https://educatieinteractiva.md/completeaza-tabel/15041 - Описание митоза, как процесса деления ядра.
8. https://educatieinteractiva.md/completeaza-tabel/15019 - Определение процессов овогенеза и сперматогенеза.
9. https://educatieinteractiva.md/adevarat-fals/19876 - Описание процесса гамето-генеза.
10. https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/21741 - Наследование организмов. Законы Грегора Менделя. Моногибридное скрещивание.
11. https://educatieinteractiva.md/cursa-cai/16406 - Транскрипция. Трансляция.

На платформе *educatieinteractiva*.md, авторской разработкой являются более 30 тестов для учащихся разных классов и продолжаю активно пополнять коллекцию новыми заданиями.

В рамках единицы обучения «Основы генетики» учебная программа по биологии для 12-го класса предусматривает формирование следующих специфических компетенций:

С1 – Применение биологической терминологии в различных контекстах общения, касающихся структур, процессов, явлений, законов, концепций [3, с.7];

- Определение терминов: наследственность, изменчивость, ген, хромосома, генотип, фенотип, репликация, транскрипция, трансляция, амитоз, митоз, мейоз, гомозиготный организм. гетерозиготный организм, мутации.
- Пояснение структурных особенностей нуклеиновых кислот.
- Описание процессов репликации, транскрипции, трансляции.
- Идентификация типов хромосом, типов мутаций и мутагенных факторов, нормального кариотипа и наследственных патологий человека.

С3 – Участие в мероприятиях по поддержанию собственного здоровья и здоровья окружающих путем применения интерактивных методов для формирования саногенных навыков [3, с.7].

- Аргументирование необходимости применения специальных методов в изучении генетики человека.
- Предложение методов профилактики наследственных заболеваний человека.
- Распознавание механизмов основных закономерностей наследования признаков.

При создании интерактивных тестов, на платформе *educatieinteractiva.md*, старалась охватить различные темы и представить их в разнообразных, увлекательных формах работы. Среди них — задания типа «Скачки» (выбор правильного варианта ответа), множественный выбор, «Правда или ложь», сопоставление пар, построение хронологии, заполнение таблиц и другие виды упражнений.

Такая разнообразная структура тестов позволяет учащимся закреплять знания разносторонне: развивать внимательность, аналитическое и логическое мышление, умение классифицировать и систематизировать информацию, а также проверять и самостоятельно оценивать уровень усвоения материала. Использование интерактивных заданий делает процесс обучения более динамичным и мотивирующим, способствует более глубокому пониманию биологических понятий и формированию устойчивых навыков применения знаний на практике

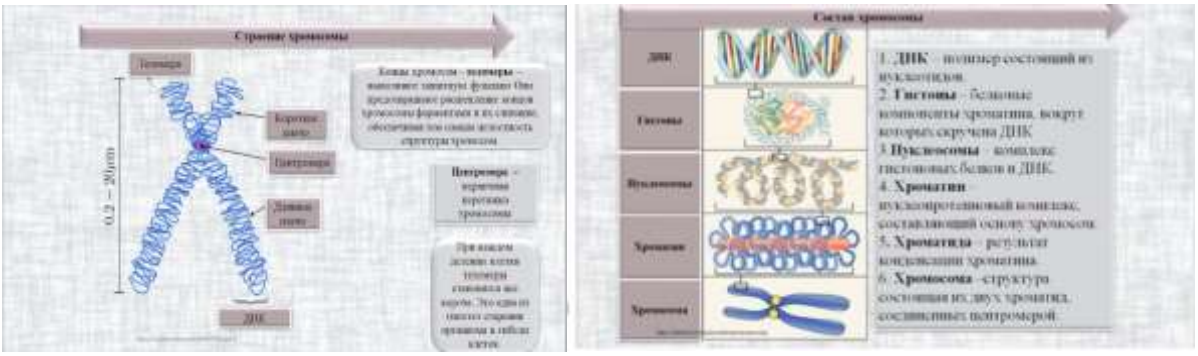


Рисунок 1. Слайд со структурой

https://www.educatieonline.md/details?dde869c4ccc6400f96d39ce428b8755b

На этапе осмысления содержание урока представлено в научной форме: каждое определение, понятие или пример сопровождаются наглядными изображениями и графическими схемами. Это не только облегчает понимание материала, но и повышает вовлечённость учащихся, поддерживает их интерес к учебной деятельности. Графическая организация уроков придаёт им оригинальность, используя изображения и схемы, которых нет в презентациях или видеоуроках других авторов по данной теме, в том числе разработки самого автора. Кроме того, при создании уроков учитывалось представление примеров, отличных от приведённых в учебнике, что способствует более глубокому осмыслению материала.

На этапе рефлексии уроки содержат ряд вопросов и упражнений для самостоятельного выполнения с последующей презентацией решений. На основе этих элементов был создан интерактивный тест, который позволяет учащимся проверить усвоение знаний, закрепить ключевые понятия и отработать навыки применения информации на практике.

Рисунок 2. Скриншот интерактивного теста «Структурные особенности хромосом»

Тема: Структура и функции РНК [3, с.25]

Цели: К концу урока ученик будет способен:

1. Определять понятия: РНК, нуклеотид, кодон, антикодон, транскрипция, трансляция;
2. Опознавать в схемах и моделях структуру РНК и объяснять её функции;
3. Понимать роль различных типов РНК (мРНК, тРНК, рРНК) в процессе синтеза белка.

Ресурс: Видеоматериал или анимация, иллюстрирующая строение и функции РНК.

Этап актуализации знаний:

Мозговая карта: Учитель демонстрирует видеоурок educatieonline «Структура и функции РНК» (или альтернативно работа на Padlet) с вопросом: «Что вы знаете о РНК?» Ученики записывают свои знания в сетку. Затем они просматривают фрагмент видео (например, 2'56"–3'25") и сверяют услышанную информацию с собственными записями. Учитель даёт обратную связь и плавно переходит к теме урока.

Этап осмысления:

- *Обсуждение*: Ученики прослушивают вопрос из видео (5'08"–7'07"): «Какая роль РНК в передаче генетической информации?» Учитель предлагает записать варианты ответов в (Padlet). Затем учащиеся слушают следующий фрагмент (5'08"–7'07") и сверяют информацию с собственными идеями. Учитель комментирует и выделяет наиболее точные ответы.
- *Рефлексивное упражнение*: Ученики просматривают следующий фрагмент видео и объясняют почему мРНК, тРНК и рРНК являются функциональными элементами синтеза белка. Учитель даёт обратную связь.
- *Рабочие листы*: Использование интерактивных заданий на educatieinteractiva.md, составленных на основе учебника биологии для 12 класса, позволяет закрепить материал и проверить понимание структуры и функций РНК. https://educatieinteractiva.md/alegere-multipla/21649 Ученики выполняют задание и создают наглядное представление типов РНК и их функций, используя примеры мРНК, тРНК и рРНК.
- *Экстензия*: Вопрос. Чем отличается ДНК от РНК. Ребята заполняют интерактивную таблицу (Рис. 3).

Вывод

Платформа **educatieinteractiva.md** помогает сделать уроки интереснее и живее. Благодаря интерактивным заданиям, играм и тестам ученики не просто запоминают материал, а действительно его понимают и применяют на практике. Такая форма обучения развивает самостоятельность, любопытство и уверенность в своих знаниях. Это хороший способ превратить урок из обычного объяснения в увлекательное исследование, где каждый ученик вовлечён и активен.

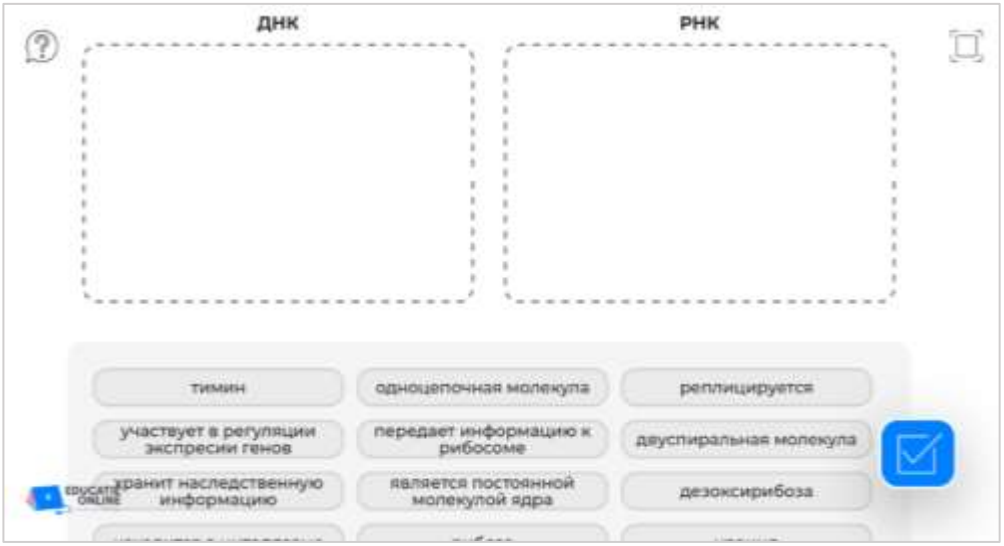


Рисунок 3. Пример интерактивной таблицы

Библиография

1. https://educatieinteractiva.md/
2. http://www.educatieonline.md/About Educație online. Despre proiect
3. Биология: Curriculum naţional: Clasele 10-12: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare / Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova; coordonatori: Angela Cutasevici, Valentin Crudu, Mariana Goraș; grupul de lucru: Nina Bîrnaz (coordonator) [et al.] Chişinău: Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 120 p.
4. CUTASEVICI, A., MUNCA-AFTENEV, D., PAVALOI, A. [et al.]. Ghidul utilizării bibliotecii virtuale www.educatieonline.md. DGETS, 2022. Режим доступа: https://ru.scribd.com/document/560804139/Ghidul-de-utilizare-a-Bibliotecii-digitale-Educa%C8%9Bie-online
5. *Ghid de implementare*. Chișinău: Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). 112 p.
6. NASTAS, S., PISĂU, A., HÎNCU, I. [et al.]. Ghid metodologic: Instrumente de implementare a tehnologiilor în învățământul general. Chișinău: Print-Caro, IȘE, 2018. 86 p.
7. PAȘA, L., Utilizarea resurselor video ale bibliotecii digitale educatieonline.md în predarea-învățarea modulului „Ecologia și protecția mediului” în clasa a XII-a. În: *Conferința Republicană a Cadrelor Didactice*. 26-27 februarie 2022, Chișinău, Vol. 2: Didactica științelor naturii. 2022. 232 p.