

INTEGRAREA ABORDĂRII STEAM ÎN PREDAREA FIZICII: O STRATEGIE EDUCAȚIONALĂ INTERDISCIPLINARĂ PENTRU ELEVII COLEGIULUI DE MEDICINĂ

Alexandru BIBIC, doctorand, profesor de fizică și discipline TIC

<https://orcid.org/0009-0002-4234-3469>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

I.P. Colegiul de Medicină, Cahul

Rezumat. Articolul investighează impactul integrării modelului STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte, Matematică) în curriculumul de fizică medicală. Studiul argumentează că abordarea STEAM facilitează dezvoltarea competențelor interdisciplinare, a creativității și a gândirii critice, esențiale pentru formarea viitorilor profesioniști medicali. Sunt analizate metode precum învățarea bazată pe proiecte, simulările digitale și integrarea artelor, evidențiind rolul acestora în creșterea motivației și a angajamentului studenților. De asemenea, se subliniază importanța formării continue a cadrelor didactice și a colaborării interdepartamentale pentru implementarea eficientă a STEAM în educația medicală.

Cuvinte cheie: STEAM, interdisciplinaritate, inovare, educație medicală, curriculum integrat.

INTEGRATING THE STEAM APPROACH INTO PHYSICS TEACHING: AN INTERDISCIPLINARY EDUCATIONAL STRATEGY FOR MEDICAL SCHOOL STUDENTS

Abstract. The article investigates the impact of integrating the STEAM model (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) into the medical physics curriculum. The study argues that the STEAM approach facilitates the development of interdisciplinary skills, creativity and critical thinking, all essential for the training of future medical professionals. Methods such as project-based learning, digital simulations and the integration of arts are analyzed, highlighting their role in increasing student motivation and engagement. The article also emphasizes the importance of ongoing teacher training and interdepartmental collaboration for the effective implementation of STEAM in medical education.

Keywords: STEAM, interdisciplinarity, innovation, medical education, integrated curriculum.

Introducere în educația STEAM și relevanța sa pentru predarea fizicii medicale

Abordarea STEAM reprezintă o extindere a conceptului inițial STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), integrând în mod explicit și domeniul Artelor pentru a forma un cadru educațional care susține și stimulează creativitatea și inovația. Această integrare răspunde unei necesități recunoscute în educația modernă, aceea de a pregăti elevii și studenții pentru competențe interdisciplinare care să îi ajute să navigheze complexitățile lumii secolului XXI, unde rezolvarea problemelor impune gândire critică, adaptabilitate și colaborare între discipline diverse. În acest context, STEAM devine mai mult decât o simplă sumă a disciplinelor sale componente — este un cadru educațional holistic ce promovează învățarea transdisciplinară și dezvoltarea unui set larg de abilități cognitive și practice. Traseul evolutiv al educației STEAM, comparativ cu tradiționala

STEM, reflectă această schimbare de paradigmă care pune accent și pe dimensiunea creativă, estetică și interpretativă a învățării, accentuând necesitatea dezvoltării competențelor socio-emoționale și culturale integrate în procesul educațional [1]. De asemenea, literatura de specialitate subliniază nevoie stringentă de a stimula competențele digitale și colaborative pentru a răspunde eficient noilor modele de muncă și viață din economia digitală globală [2]. Având o bază teoretică și aplicativă solidă, STEAM constituie un cadru de referință recomandat în numeroase strategii educaționale internaționale ca instrument de pregătire a unei forțe de muncă inovatoare și interesate de învățarea pe tot parcursul vieții [3]. Mai mult, metode didactice și curriculare inovatoare, ce implică proiecte creative și interdisciplinare, sunt sugerate pentru implementarea practică a acestui cadru [4].

Educația medicală contemporană necesită o revelație profundă asupra modului în care științele fundamentale, precum fizica, sunt integrate cu aplicabilitatea lor clinică reală. Interdisciplinaritatea devine, astfel, o necesitate imperativă pentru pregătirea studenților la medicină, deoarece aceștia trebuie să își însușească nu doar cunoștințe teoretice, ci și abilități practice complexe, precum diagnosticarea și tratarea bolilor, care se bazează pe o înțelegere aprofundată a proceselor fiziologice din perspectiva fizicii aplicate. Unele modele educaționale moderne, cum ar fi integrarea metodelor STEAM cu simulările umane și învățarea bazată pe scenarii, permit studenților să facă conexiunea directă și explicită între noțiunile de bază din fizică și aplicarea lor în contexte clinice, facilitând astfel o învățare profundă și aplicabilă [5]. Mai mult, integrarea locală a cunoștințelor tradiționale sau a specificului cultural în cadrul predării prin proiecte îmbunătățește nu doar înțelegerea conținutului, ci și sensibilitatea studenților față de dimensiunile umane și socio-culturale ale medicinei [6]. În plus, pedagogiile care adoptă o abordare interdisciplinară susțin dezvoltarea gândirii critice și reflexive, esențiale pentru un medic modern capabil să facă față provocărilor actuale și viitoare ale domeniului medical [7].

Aplicarea principiilor STEAM în curricula de fizică la nivelul Colegiului de Medicină are menirea de a stimula creativitatea studenților și capacitatea lor de a aborda probleme complexe, fapt esențial în domeniul medical într-un mediu profesional aflat într-o dezvoltare și schimbare continuă. Astfel, integrarea determină dezvoltarea unor competențe multiple — de la gândirea critică și rezolvarea de probleme la motivația pentru învățare și spiritul colaborativ — toate acestea fiind necesare unor medici viitori care să răspundă cerințelor unui sistem medical tehnologizat și multidimensional [1]. În plus, contribuie la alinierea curricula cu obiectivele globale precum cele stipulate de Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (SDGs), în special prin promovarea educației de calitate și a învățării pentru dezvoltare durabilă [8]. Studiile arată că utilizarea modelului de învățare bazat pe proiecte, integrat în context STEAM, generează nu numai rezultate academice pozitive, ci și dezvoltă caracteristici personale esențiale, cum ar fi responsabilitatea,

comunicarea și munca în echipă, ceea ce reprezintă o justificare suplimentară a acestei abordări educaționale în context medical [9].

Componentele interdisciplinare ale abordării STEAM în fizica medicală

În cadrul serviciilor medicale contemporane, utilizarea modelelor matematice devine indispensabilă pentru înțelegerea fenomenelor fiziologice și patologice. De exemplu, fenomene precum circulația sangvină, propagarea undelor electrice în inimă sau oxigenarea sângelui sunt adesea modelate matematic pentru diagnostic sau predicție terapeutică. Modul în care fizica este aplicată în contexte medicale, precum utilizarea undelor electromagnetice în imagistică sau radioterapie, presupune o bună înțelegere a conceptelor fizice fundamentale, dar și capacitatea de a le adapta cadrului clinic specific [1]. În plus, matematica devine esențială pentru înțelegerea proceselor biologice la nivel fizic, de exemplu, în modelarea dinamicii celulare sau a interacțiunilor moleculare [9]. Acest demers interdisciplinar este susținut didactic prin introducerea unor module integrate ce facilitează învățarea evolutivă și aplicativă, asigurând o fundamentare solidă concepțională a studenților în fizică medicală [2].

În procesul educațional pentru fizica medicală, tehnologia și ingineria joacă un rol crucial, atât în facilitarea învățării, cât și în dezvoltarea competențelor practice de specialitate. Utilizarea simulărilor digitale permite studenților să experimenteze și să înțeleagă procese fiziologice complexe prin recrearea virtuală a acestora, de exemplu, simularea funcțiilor cardiace sau a interacțiunilor medicamentoase la nivel molecular [5]. Mai mult, prin proiecte bazate pe învățare (PjBL), studenții sunt activ implicați în crearea și gestionarea unor proiecte educaționale care integrează componente tehnologice și ingineresti, consolidând astfel abilități esențiale cum sunt analiza datelor, designul experimental și rezolvarea problemelor medicale tehnologizate [10]. Exemple concrete includ folosirea sistemelor de navigație prin satelit în demonstrații didactice sau integrarea dispozitivelor electronice avansate în laboratoare, care reflectă realitățile tehnice ale profesiei medicale [11].

Introducerea artelor în predarea fizicii medicale facilitează nu numai înțelegerea conceptelor științifice abstracte, ci și creșterea angajamentului și a motivării studenților. Tehnicile precum storytelling-ul sau teatrul educațional sunt metode eficiente pentru a face subiecte complexe, cum sunt cele din domeniul fizicii, mai accesibile și mai atractive. De exemplu, utilizarea poveștilor despre univers sau gravitație poate ajuta la o mai bună fixare a conceptelor prin implicarea emoțională a elevilor [12]. Artele vizuale și teatrul educativ contribuie, de asemenea, la dezvoltarea gândirii divergente și a empatiei, competențe esențiale în profesia medicală care implică interacțiuni umane complexe [13]. În plus, integrarea artelor în educația STEM, generând astfel STEAM, este recunoscută pentru

impactul său pozitiv asupra creativității și a capacității de inovare în rândul studenților la medicină [14].

Strategii pedagogice pentru integrarea STEAM în predarea fizicii la Colegiul de Medicină

Învățarea bazată pe proiecte reprezintă o metodă pedagogică de succes în predarea interdisciplinară a fizicii medicale, deoarece ea structurează procesul educațional prin implicarea activă a studenților în proiecte care solicită integrarea cunoștințelor din diverse discipline STEAM. Proiectele implică identificarea și rezolvarea de probleme reale, favorizând învățarea contextualizată și motivația intrinsecă. În domeniul fizicii medicale, astfel de proiecte ar putea include dezvoltarea unor modele matematice aplicate, realizarea de simulări sau crearea de prototipuri tehnologice, toate cu scopul clar de a genera soluții practice pentru situații clinice concrete [1]. Studiile au demonstrat cum PjBL în context STEAM stimulează creativitatea și abilitățile colaborative ale studenților, pregătindu-i mai bine pentru lumea reală și pentru complexitatea mediului medical interdisciplinar [8]. Mai mult, integrarea metodei în curricula medicală a relevat îmbunătățiri semnificative în înțelegerea conceptelor fizice, precum și o mai mare implicare în activitățile educaționale [9].

Simulările digitale constituie un instrument pedagogic extrem de valoros în predarea fizicii medicale, oferind studenților oportunitatea de a experimenta indirect, dar interactiv, procese fiziologice complexe, inclusiv fenomene clinice reale. Profesorii folosesc această metodă pentru a consolida conceptele fizice teoretice prin replicarea lor în contexte practice și sigure, ceea ce contribuie esențial la transferul cunoștințelor către aplicabilitatea clinică [5]. Platformele digitale și instrumentele interactive, uneori integrate cu tehnologii VR sau AR, oferă un mediu favorabil pentru învățarea activă și pentru dezvoltarea unor competențe tehnice și cognitive specifice [15]. Evaluările efectuate în urma utilizării simulărilor au arătat rezultate pozitive nu doar la nivel de asimilare a cunoștințelor, ci și în creșterea motivației și a angajării studenților în procesul educațional [10].

Utilizarea narativelor și a abordărilor artistice în predarea fizicii medicale se dovedește a fi o strategie eficientă pentru îmbunătățirea memorării pe termen lung și pentru stimularea interesului studenților față de subiect. Povestirile pot crea conexiuni semnificative și pot contextualiza informațiile complexe, facilitând astfel înțelegerea și internalizarea lor [12]. Aplicarea tehnicilor artistice în cadrul activităților educaționale a fost asociată cu rezultate pozitive în creșterea interesului și a capacității de reținere a conținutului fizic, în particular pentru studenții mai puțin orientați științific, cum ar fi cei din domeniul medical non-clinic [13]. În plus, aceste metode creative sporesc empatia și gândirea critică, aspecte indispensabile în contextul formării profesionale medicale multidisciplinare [14].

Rolul cadrelor didactice în implementarea metodei STEAM în fizica medicală

Pentru ca implementarea metodei STEAM să fie eficientă în predarea fizicii medicale, este imperativă asigurarea unei formări profesionale continue și adecvate pentru cadrele didactice. Acest proces îl echipează pe profesor cu competențe interdisciplinare, digitale și pedagogice moderne, esențiale pentru a gestiona un curriculum complex și integrat [1]. Formările trebuie să fie personalizate și adaptate specificului fizicii medicale, abordând atât conținuturile științifice, cât și instrumentele tehnologice și metodologiile inovatoare [16]. Efectele pozitive ale formărilor bine structurate se reflectă în îmbunătățirea rezultatelor de învățare, dar și în creșterea satisfacției cadrelor didactice, sporind astfel disponibilitatea lor de a experimenta și adapta noi metode [11].

Un factor decisiv pentru succesul educației STEAM în fizica medicală este colaborarea fructuoasă între profesori din diferite discipline, dar și cu experți din domenii conexe — inginerie, matematică, arte, tehnologie sau chiar profesioniști din practica medicală. Astfel, dezvoltarea și predarea curriculumului devin un proces integrat, care optimizează resursele intelectuale și logistice ale instituției [17]. Aceste echipe multidisciplinare împărtășesc cunoștințe și bune practici, creând un cadru în care fiecare membru contribuie specializat, în beneficiul învățării efective a studenților [18]. Experiențele internaționale evidențiază că această integrare reduce barierele dintre discipline și favorizează abordări autentice, interdisciplinare și centrate pe probleme reale [19].

Implementarea STEAM în predarea fizicii presupune și dezvoltarea unor mecanisme eficiente de mentorat și feedback, atât pentru studenți, cât și pentru cadrele didactice. Sprijinul oferit prin mentorat consolidează procesul de învățare și facilitează dobândirea de noi competențe interdisciplinare în contexte educaționale complexe [16]. Feedback-ul formativ devine un instrument cheie în evaluarea și ajustarea continuă a procesului didactic, contribuind la îmbunătățirea performanțelor și creșterea motivației studenților [11]. Studiile de caz din educația medicală demonstrează că mentoratul bine implementat crește atât implicarea, cât și succesul academic și profesional al studenților [20].

Concluzii și perspective privind integrarea STEAM în educația fizicii medicale

Educația STEAM oferă un cadru educațional comprehensiv, motivant și adaptabil, oferind viitorilor profesioniști din domeniul medical o pregătire holistică. Beneficiile principale includ creșterea capacității de inovare, dezvoltarea unor competențe complexe de creativitate și adaptabilitate, precum și amplificarea angajamentului în învățare [1]. Această abordare este esențială pentru formarea unor medici care să răspundă nevoilor unui sistem medical în continuă schimbare și tehnologizare [8]. Impactul educației STEAM se reflectă nu doar la nivel individual, ci și în consolidarea unui profil profesional integrat, flexibil și competent [9]. Suportul instituțional și politicile educaționale sunt cruciale

pentru susținerea și dezvoltarea abordărilor STEAM. Implicarea continuă a cadrelor didactice și a factorilor decizionali în promovarea și implementarea acestui cadru educațional constituie o condiție esențială pentru succesul său [1]. Investițiile în infrastructură, în dezvoltarea resurselor educaționale și în pregătirea profesională susținută a profesorilor asigură durabilitatea și eficacitatea acestui demers [16]. Aceste inițiative reprezintă piloni pentru modernizarea educației medicale și adaptarea acesteia la cerințele lumii contemporane [11].

Pentru o evoluție continuă a educației STEAM în fizica medicală, este necesară dezvoltarea unor curricula flexibile, capabile să includă componente inovatoare de evaluare, care să măsoare efectiv competențele interdisciplinare și creative [20]. Sprijinirea cercetării interdisciplinare și colaborative trebuie să devină o prioritate, facilitând astfel schimbul de bune practici și extinderea modelului STEAM la nivel internațional [18]. Promovarea colaborărilor academice și a schimburilor de experiență la nivel global va contribui decisiv la standardizarea și îmbunătățirea calității educației medicale interdisciplinare [17].

Bibliografie

1. RAFIQ-UZ-ZAMAN, M. Beyond STEM: A Narrative Review of STEAM Education's Impact on Creativity and Innovation (2020-2025). În: *Inverge Journal of Social Sciences*, 2025. vol. 4, no. 4, pp. 1-16: <https://doi.org/10.63544/ijss.v4i4.175>
2. SHUKSHINA, L. V., GEGEL, L. A., EROFEEVA, M. A., LEVINA, I. D., CHUGAEVA, U. Y., NIKITIN, O. D. STEM and STEAM Education in Russian Education: Conceptual Framework. În: *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, 2021. Vol. 17, Issue 10. 14 p. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11184>
3. MPOFU, V. A Theoretical Framework for Implementing STEM Education. În: *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. IntechOpen, 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88304>
4. HLUKHANIUK, V., TSVILYK, S., SHYMKOVA, I. STEAM education as a benchmark for innovative training of future teachers of labour training and technology. În: *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. May 22-23, 2020, Volume I, Higher Education. Rezekne Academy of Technologies, 2020. <https://doi.org/10.17770/sie2020vol1.5000>
5. JOHNSON, S. M., OWENS, T., ONEIL, J. N. Making the clinical connection from textbook to bedside during MDY1: an integrative approach for medical physiology education employing human simulation. În: *Advances in Physiology Education*, 2019. vol. 43(2), pp. 128-133. <https://doi.org/10.1152/advan.00109.2018>
6. FENG, Y., TASNAINA, N., LEETHONG-IN, P. Development of Adding Medical Practice in Wushu Teaching Program for Medical Students. În: *International Journal*

- of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 2025. vol. 5(3), pp. 67-76.
<https://doi.org/10.60027/ijssar.2025.5800>
7. AHMAD, S., INAM, S., MIRZA, T. I., ZAMAN, S., GHASSAN, A., NISHAT, M. Integrated Medical Curriculum in Pakistani Educational Environment its Merits and Demerits. În: *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 2023. Vol. 17 No. 03, pp. 498-500. <https://doi.org/10.53350/pjmhs2023173498>
 8. PUTRI M. A., NISA, K. Enhancing Creative Thinking in High School Physics through Project-Based Learning Integrating Local Wisdom and STEAM for Quality Education. În: *Journal of Current Studies in SDGs*, 1(1), pp. 47-67. 2025. <https://doi.org/10.63230/jocsis.1.1.10>
 9. SUPIANTI, I. I., YANIAWATI, P., BONYAH, E., HASBIAH, A. W., ROZALINI, N. STEAM approach in project-based learning to develop mathematical literacy and students' character. În: *Infinity Journal*, 2025, vol. 14 No. 2. pp. 283-302. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p283-302>
 10. FLOGIE, N. The importance of satellite systems and navigation in STEAM education. În: *Gamtamokslinis Ugdyimas / Natural Science Education*, 2024. vol. 21, no. 1. pp. 35-41. <https://doi.org/10.48127/gu-nse/24.21.35>
 11. HENDRI M., NEHRU N., RASMI D. P., SIRAIT J. V. Pelatihan Penerapan Model STEAM-2C Pada Pembelajaran Fisika Bagi Guru SMAN 8 Tanjab Timur. În: *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2023. vol. 2, no. 2, pp. 59-69. <https://doi.org/10.22437/est.v2i2.29100>
 12. TUVERI M., STERI A. The Universe in a Box: a hands-on activity to introduce primary school students to cosmology. În: *Physics Education*, 2024. vol. 60(1). 13 p. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad88c9>
 13. TUVERI M., STERI A., FADDA D. Using storytelling to foster the teaching and learning of gravitational waves physics at high school. În: *Physics Education*, 2024. vol. 59 (4), 23 p. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad4b87>
 14. PAOLUCCI P., ALEXOPOULOS A. N., HOCH M., ADAM-BOURDARIOS C. STEAM Education and Communication with Art at ATLAS and CMS. În: *Proceedings of Science. Fourth Annual Large Hadron Collider Physics (LHCP2016)*, 2016. <https://doi.org/10.22323/1.276.0115>
 15. PEREIRA MACHADO LIMA, N., M. Fostering Experimental Competences Using Complementary Resources. Teză de doctor în ingineria educației, Universidad de Salamanca, 2020. <https://doi.org/10.14201/gredos.144127>
 16. GLOBA, A., GASNAS, A. Evaluarea procesului de implementarea conceptului STEM/ STEAM în procesul didactic la științele reale. În: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, 2024, nr. 2(36), pp. 87-100. <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v36i2.87-100>

17. PORTILLO-BLANCO, A., SARRIUGARTE, P., ZUZA, K., GUISASOLA, J. Design and implementation of a STEAM Teaching/Learning sequence by Project-Based Learning for the training of future secondary school teachers. În: *Journal of Physics: Conference Series*, 2024. issue 1, vol. 2750, 9 p. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2750/1/012036>
18. SIERRA, I. M., DORAN, P. Learning about STEAM through the resolution of real problems and the involvement of local stakeholders. În: *EDULEARN19 Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 1-3 July. Palma, Spain, 2019. pp. 6609-6613. ISBN 978-84-09-12031-4. <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2019.1587>
19. PARK, W., CHO, H. The interaction of history and STEM learning goals in teacher-developed curriculum materials: opportunities and challenges for STEAM education. Springer Science+Business Media, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12564-022-09741-0>
20. WIEGAND, S., FERRI, R. B. Promoting pre-service teachers' professionalism in STEAM education and education for sustainable development through mathematical modelling activities. Springer Science+Business Media, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01500-8>

Receptionat / Received: 18.10.2025

Acceptat / Accepted: 23.12.2025

Email: alex_bibik@icloud.com