

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN EDUCAȚIA DIGITALĂ ȘI STEM: ÎNTRE ÎNVĂȚARE ȘI EVALUARE

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În articol este abordat rolul inteligenței artificiale în educația digitală, cu accent pe modul în care aceasta poate sprijini învățarea și evaluarea. Sunt evidențiate principalele modalități prin care instrumentele bazate pe inteligența artificială (IA) pot sprijini personalizarea conținuturilor, oferirea feedback-ului rapid, monitorizarea progresului cursanților și eficientizarea unor activități didactice. De asemenea, articolul examinează aplicabilitatea instrumentelor IA în activități educaționale interactive și interdisciplinare, inclusiv în contexte de tip STEM/STEAM, unde acestea pot susține rezolvarea de probleme, proiectarea activităților și învățarea bazată pe proiecte. Totodată, sunt analizate riscurile asociate utilizării IA în educație, precum dependența de răspunsuri generate automat, biasul algoritmic, protecția datelor, autenticitatea evaluării și necesitatea supravegherii umane.

Cuvinte cheie: inteligență artificială, educație digitală, învățare personalizată, evaluare digitală, feedback automat, instrumente AI, STEM/STEAM, competențe digitale, incluziune educațională, etica inteligenței artificiale.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL EDUCATION AND STEM: BETWEEN LEARNING AND ASSESSMENT

Summary. The article addresses the role of artificial intelligence in digital education, with an emphasis on how it can support learning and assessment. It highlights the main ways in which AI-based tools can contribute to the personalization of content, the provision of rapid feedback, the monitoring of learners' progress, and the streamlining of certain teaching activities. The article also examines the applicability of AI tools in interactive and interdisciplinary educational activities, including STEM/STEAM contexts, where they can support problem-solving, activity design, and project-based learning. At the same time, it analyzes the risks associated with the use of AI in education, such as dependence on automatically generated responses, algorithmic bias, data protection, the authenticity of assessment, and the need for human oversight.

Keywords: artificial intelligence, digital education, personalized learning, digital assessment, automated feedback, AI tools, STEM/STEAM, digital competences, educational inclusion, ethics of artificial intelligence.

Introducere

În ultimele decenii, educația a trecut printr-un proces accelerat de digitalizare, determinat de dezvoltarea tehnologiilor informaționale, extinderea platformelor educaționale online și diversificarea resurselor digitale de învățare. În acest context, inteligența artificială (IA) a devenit una dintre cele mai importante direcții ale transformării

educației contemporane. Dacă, inițial, tehnologiile digitale erau utilizate mai ales pentru accesarea informației, comunicare și organizarea activităților didactice, în prezent instrumentele bazate pe inteligență artificială pot contribui la explicarea conținuturilor, generarea de materiale educaționale, personalizarea învățării, oferirea de feedback și sprijinirea procesului de evaluare. Inteligența artificială influențează astăzi, în mod direct, felul în care elevii și studenții învață, modul în care profesorii își gândesc activitățile la clasă, dar și modul în care instituțiile de învățământ își organizează, per ansamblu, procesul didactic [1, 2].

Planul de acțiune al Uniunii Europene pentru educația digitală 2021–2027 promovează o viziune comună asupra unei educații digitale de calitate, incluzive și accesibile, capabile să sprijine adaptarea sistemelor educaționale la era digitală [3]. În același timp, UNESCO subliniază că politicile privind utilizarea inteligenței artificiale în educație trebuie să valorifice oportunitățile acesteia, dar și să reducă riscurile legate de echitate, incluziune, calitate și protecția drepturilor celor care învață [1, 2].

Inteligența artificială oferă oportunități importante pentru procesul de învățare. Aceasta poate sprijini elevii și studenții prin explicații suplimentare, exemple adaptate nivelului de înțelegere, exerciții individualizate, rezumate, simulări și feedback imediat. Pentru cadrele didactice, instrumentele IA pot facilita elaborarea planurilor de lecție, crearea testelor, formularea sarcinilor de lucru, adaptarea conținuturilor și identificarea lacunelor de învățare. Astfel, inteligența artificială poate contribui la dezvoltarea unui model educațional mai flexibil, centrat pe nevoile individuale ale celui care învață [4, 5]. Un alt aspect important este utilizarea inteligenței artificiale în evaluare. Instrumentele digitale bazate pe IA pot genera itemi, pot propune rubrici de evaluare, pot oferi feedback automat și pot ajuta profesorii să analizeze mai rapid răspunsurile elevilor. Totuși, evaluarea asistată de IA trebuie abordată cu prudență, deoarece implică riscuri privind corectitudinea, transparența, obiectivitatea și responsabilitatea deciziei finale. Conform abordării europene privind reglementarea inteligenței artificiale, unele utilizări ale IA în educație, inclusiv cele care pot influența accesul la educație sau evaluarea rezultatelor, sunt considerate cu potențial ridicat de risc și necesită garanții stricte, inclusiv supraveghere umană, acuratețe, trasabilitate și protecția drepturilor fundamentale [6].

În acest context, dezvoltarea competențelor digitale și alfabetizarea în domeniul inteligenței artificiale devin condiții esențiale pentru utilizarea responsabilă și eficientă a acestor tehnologii în educație. Profesorii și elevii nu trebuie să se limiteze la utilizarea instrumentelor IA, dar trebuie să înțeleagă modul în care acestea funcționează, limitele lor, riscurile asociate și responsabilitățile etice pe care le implică. Din această perspectivă, cadrul european DigComp 3.0 oferă un reper important pentru formarea competențelor digitale, integrând noile cerințe generate de utilizarea inteligenței artificiale, de gestionarea datelor, de securitatea digitală, de combaterea dezinformării și de protejarea drepturilor

utilizatorilor în mediul online [7]. În același sens, UNESCO propune cadre de competențe privind inteligența artificială pentru profesori și elevi, orientate spre utilizarea responsabilă, sigură, eficientă și centrată pe om a tehnologiilor IA [8, 9].

Integrarea inteligenței artificiale în educație generează multiple provocări. Printre acestea se numără riscul de dependență excesivă de tehnologie, utilizarea IA pentru copiere sau plagiat, generarea de informații incorecte, reducerea gândirii critice, protecția datelor personale, accesul inegal la instrumente digitale performante și lipsa pregătirii cadrelor didactice. Prin urmare, dezvoltarea rapidă a inteligenței artificiale impune regândirea educației, a competențelor care trebuie formate și a modului în care sistemele educaționale pregătesc elevii pentru o societate în care IA devine tot mai prezentă.

Inteligența artificială ca instrument de sprijin pentru învățare și evaluare în educația digitală

Inteligența artificială se conturează tot mai evident ca un instrument important de sprijin pentru învățare și evaluare în educația digitală, influențând atât activitatea cursanților, cât și modul în care cadrele didactice și instituțiile educaționale își organizează practicile pedagogice. Cercetările recente evidențiază faptul că integrarea IA în educație contribuie la personalizarea procesului de învățare, la automatizarea unor sarcini repetitive și la dezvoltarea unor forme mai flexibile de evaluare și feedback [10]. În acest context, IA nu mai poate fi privită doar ca o resursă tehnologică auxiliară, dar ca o componentă a unei infrastructuri educaționale moderne, capabile să adapteze conținuturile, ritmul de lucru și formele de interacțiune la nevoile cursanților [11].

Această transformare a rolului IA în educație devine mai clară atunci când este analizată contribuția sa directă la organizarea procesului de învățare.

Din această perspectivă, sprijinul oferit de inteligența artificială în educația digitală poate fi observat printr-o serie de instrumente și activități utilizate atât în cadrul procesului de predare-învățare, cât și în etapa de evaluare.

✓ *Individualizarea și adaptarea experienței educaționale*

În procesul de învățare, inteligența artificială contribuie în mod semnificativ la individualizarea și adaptarea experienței educaționale. Platformele inteligente pot analiza răspunsurile elevilor și studenților, ritmul în care aceștia parcurg conținuturile, dificultățile întâmpinate și preferințele de învățare, ajustând nivelul de dificultate al sarcinilor și tipul de sprijin oferit. În acest mod, cursanții care necesită sprijin suplimentar pot beneficia de explicații aprofundate, exerciții de clarificare și consolidare sau exemple alternative, în timp ce cursanții cu un nivel avansat de pregătire pot fi orientați către sarcini și activități cu un grad sporit de complexitate. Astfel, integrarea aplicațiilor de IA generativă în proiectele de tip STEAM oferă elevilor ocazia de a lucra cu tehnologii avansate, de a explora soluții originale și de a combina cunoștințe din mai multe domenii, ceea ce susține

atât dezvoltarea abilităților tehnice, cât și formarea unei gândiri creative și interdisciplinare [12].

✓ *Utilizarea asistenților virtuali*

O altă latură importantă a inteligenței artificiale în educația digitală este legată de utilizarea asistenților virtuali, a chatboților educaționali și a instrumentelor generative pentru susținerea procesului de învățare. Aceste soluții pot oferi explicații rapide, pot clarifica noțiuni dificile, pot genera exemple, întrebări, fișe de lucru și scenarii de învățare, contribuind, totodată, la ghidarea procesului de documentare al cursanților, inclusiv în învățământul universitar [13]. Studiile recente evidențiază faptul că instrumente precum ChatGPT pot fi utilizate pentru adaptarea conținuturilor educaționale la nivelul de pregătire al studenților, pentru generarea de activități didactice și pentru sprijinirea dezvoltării competențelor digitale. Totuși, eficiența acestor instrumente depinde de existența unei medieri pedagogice clare, de verificarea conținutului generat și de respectarea unor principii etice în utilizare [14].

✓ *Automatizarea activităților*

Pentru cadrele didactice, instrumentele bazate pe IA pot oferi sprijin în planificarea lecțiilor, elaborarea itemilor de evaluare, formularea sarcinilor de lucru și adaptarea resurselor educaționale la profilul grupului-țintă. Prin automatizarea unor activități repetitive, aceste instrumente pot reduce timpul necesar pregătirii materialelor didactice și pot permite profesorilor să se concentreze mai mult asupra activităților cu valoare pedagogică ridicată, precum feedbackul individualizat, ghidarea învățării și dezvoltarea gândirii critice a cursanților [15].

✓ *Analiza datelor educaționale*

Inteligența artificială joacă un rol tot mai important în analiza datelor educaționale, îndeosebi datorită dezvoltării tehnologiilor de tip learning analytics. Aceste tehnologii ajută profesorii să înțeleagă mai bine modul în care elevii și studenții folosesc platformele digitale: cât timp le ia să rezolve o sarcină, cât de des accesează resursele, unde greșesc mai frecvent, cât de activ participă și în ce ritm progresează. [16]. Atunci când aceste date sunt analizate corect, ele pot ajuta profesorii și instituțiile de învățământ să ia decizii mai clare și mai potrivite pentru organizarea procesului de învățare. Prin analiza datelor educaționale, sistemele bazate pe IA pot ajuta profesorii să observe mai devreme dificultățile de învățare, să urmărească progresul fiecărui elev sau student și să adapteze metodele de predare la nevoile reale ale acestora. Astfel, profesorii pot interveni mai rapid și mai eficient: pot oferi sprijin suplimentar celor care întâmpină dificultăți și pot propune activități mai complexe celor care avansează mai repede. În acest fel, IA nu este doar un instrument tehnologic, dar și un sprijin pedagogic, deoarece permite trecerea de la soluții generale la intervenții educaționale mai bine adaptate fiecărui cursant.

✓ *Incluziunea educațională*

Totodată, inteligența artificială poate susține incluziunea educațională, oferind instrumente care îi ajută pe elevi și studenți să acceseze mai ușor conținuturile de învățare. De exemplu, traducerea automată, recunoașterea vocală, transformarea textului în vorbire, subtitrarea automată sau adaptarea interfețelor digitale pot fi utile pentru persoanele cu nevoi educaționale diferite, pentru cei care au dificultăți de comunicare sau pentru cursanții care provin din medii lingvistice diverse. Folosirea IA în educație trebuie să fie însoțită de reguli clare privind protecția datelor, transparența modului în care funcționează algoritmi, supravegherea umană și respectarea drepturilor cursanților.

✓ *Evaluarea progresului*

În domeniul evaluării, inteligența artificială poate susține atât evaluarea formativă, orientată spre îmbunătățirea continuă a procesului de învățare, cât și evaluarea sumativă, prin care se apreciază rezultatele obținute la finalul unei etape de studiu. Un avantaj semnificativ al utilizării IA constă în capacitatea de a oferi feedback rapid, care le permite elevilor și studenților să-și identifice mai ușor greșelile, să înțeleagă unde întâmpină dificultăți și să-și contureze strategiile de învățare. Sistemele bazate pe inteligență artificială pot corecta automat itemii obiectivi, pot contribui la analiza răspunsurilor deschise, pot recomanda exerciții suplimentare adaptate nevoilor fiecărui cursant și pot semnaliza zonele în care este necesar un sprijin suplimentar. Totodată, aceste instrumente permit monitorizarea constantă a progresului, oferind profesorului o imagine mai clară asupra evoluției fiecărui elev și asupra situațiilor în care este necesar un sprijin pedagogic suplimentar. Cu toate acestea, evaluarea asistată de inteligență artificială trebuie utilizată cu prudență. Chiar dacă aceste sisteme pot eficientiza procesul de evaluare și pot susține un feedback individualizat, decizia finală privind aprecierea performanței trebuie să rămână, în continuare, în responsabilitatea cadrului didactic. Din acest motiv, utilizarea IA în evaluare necesită supraveghere umană, transparență, protecția datelor și respectarea principiilor etice specifice educației digitale.

Integrarea inteligenței artificiale în educație aduce multiple beneficii, dar odată cu ele vin și anumite riscuri care trebuie gestionate atent. Unul dintre aceste riscuri este biasul algoritmic, deoarece sistemele de inteligență artificială pot prelua anumite erori și limitări prezente în datele utilizate pentru antrenarea lor. Dacă aceste erori nu reflectă suficient diferențele dintre cursanți, unele categorii de elevi sau studenți pot fi dezavantajate ceea ce poate duce la recomandări nepotrivite, feedback mai puțin relevant sau evaluări inechitabile.

În același timp, utilizarea necritică a răspunsurilor generate automat de IA reprezintă un risc important, deoarece poate reduce efortul propriu de analiză, argumentare și reflecție. Fără o ghidare adecvată, elevii pot ajunge să folosească IA ca sursă de răspunsuri gata formulate, nu ca instrument de sprijin pentru învățare, ceea ce poate face procesul

educațional mai superficial. Prin urmare, evaluarea asistată de IA trebuie supravegheată cu atenție, iar aprecierea finală a rezultatelor trebuie să rămână în sarcina profesorului. Cadrul didactic trebuie să rămână actorul central al procesului educațional, care are rolul de a interpreta rezultatele, de a adapta feedbackul la contextul educațional concret și de a aprecia dacă recomandările oferite de sistemele inteligente sunt relevante din punct de vedere pedagogic. Totodată, instituțiile de învățământ trebuie să elaboreze proceduri clare pentru selectarea, testarea și monitorizarea instrumentelor IA utilizate în activitățile educaționale. Aceste proceduri ar trebui să includă reguli privind utilizarea IA în evaluare, protecția datelor, transparența algoritmică, supravegherea umană și integritatea academică. În acest mod, IA poate fi integrată în educația digitală într-o manieră echilibrată, astfel încât beneficiile tehnologiei să fie valorificate fără a afecta echitatea, autonomia intelectuală și calitatea procesului educațional.

Astfel, se poate afirma că inteligența artificială are potențialul de a deveni un instrument valoros de sprijin pentru învățare și evaluare în educația digitală, contribuind la personalizarea procesului educațional, oferirea unui feedback rapid, eficientizarea unor sarcini didactice și susținerea incluziunii. Totuși, beneficiile IA depind de modul în care este integrată în procesul de predare-învățare-evaluare, de existența unor garanții etice și juridice și de capacitatea instituțiilor educaționale de a menține echilibrul dintre inovarea tehnologică și rolul fundamental al profesorului în formarea elevului.

Analiza comparativă a instrumentelor IA și rolul lor în activitățile STEM/ STEAM

Analiza comparativă a instrumentelor bazate pe inteligență artificială este necesară pentru a înțelege modul în care acestea pot sprijini învățarea și evaluarea în educația digitală. Aceste instrumente nu îndeplinesc aceeași funcție pedagogică: unele sunt orientate spre explicarea conținuturilor și sprijinirea învățării individuale, altele ajută profesorii în proiectarea activităților didactice, iar o altă categorie este specializată în evaluare, feedback sau analiza progresului cursanților. Din acest motiv, comparația nu trebuie realizată exclusiv din perspectiva funcțiilor tehnice, dar și din perspectiva valorii educaționale, a ușurinței de utilizare, a siguranței, a gradului de personalizare și a rolului cadrului didactic în validarea rezultatelor.

În cadrul analizei au fost selectate mai multe soluții IA reprezentative pentru educația digitală, printre care ChatGPT Edu, Gemini for Education, Microsoft Copilot for Education, Khanmigo, MagicSchool, Socrative AI și Gradescope. Aceste soluții digitale sunt relevante, deoarece acoperă mai multe dimensiuni ale educației digitale: generarea de conținuturi, sprijinirea învățării individuale, planificarea lecțiilor, elaborarea materialelor didactice, crearea evaluărilor, oferirea feedbackului și corectarea asistată digital. În funcție de aceste dimensiuni de utilizare, vom analiza următoarele instrumente IA ca exemple relevante pentru sprijinirea învățării, evaluării și activității didactice în educația digitală:

- *ChatGPT Edu*, dezvoltat de OpenAI, este o soluție bazată pe inteligență artificială destinată instituțiilor de învățământ, utilă pentru tutorat personalizat, feedback, sprijin pentru cercetare și activități didactice [17].
- *Gemini for Education*, lansat de Google, este prezentat ca un asistent IA pentru profesori, studenți și personal educațional, capabil să susțină planificarea lecțiilor, generarea ideilor, cercetarea și învățarea [18].
- *Microsoft Copilot for Education* este integrat în ecosistemul Microsoft 365 și poate sprijini elaborarea planurilor de lecție, a quizurilor, a ghidurilor clare de evaluare (tabele cu criterii de evaluare și descriptori) și adaptarea materialelor la diferite niveluri de învățare [19].
- *Khanmigo* este prezentat de Khan Academy ca tutor personal și asistent didactic IA, conceput pentru a ghida instruitul pas cu pas, fără a se limita la oferirea directă a răspunsurilor [20].
- *MagicSchool* este orientat, mai ales, spre cadrele didactice, oferind instrumente pentru planificare, feedback, adaptarea conținuturilor și reducerea timpului necesar pregătirii activităților educaționale [21].
- *Socrative AI* este util pentru crearea rapidă de teste adaptate temei, nivelului și disciplinei, realizarea evaluării interactive a instruiților și analiza automată a rezultatelor [22].
- *Gradescope* permite corectarea asistată prin gruparea răspunsurilor similare și aplicarea rubricilor de evaluare sub supravegherea profesorului [23].

Instrumentele IA selectate sunt analizate în funcție de următoarele criterii: (1) domeniul principal de utilizare (2) utilitatea pentru învățare, (3) utilitatea pentru evaluare, (4) aplicabilitatea în domeniile STEM, (5) limite și riscurile asociate. Aceste criterii oferă posibilitatea unei analize mai detaliate a instrumentelor IA, depășind simpla clasificare a acestora ca fiind „utile” sau „inutile”. Valoarea unui instrument IA depinde de modul în care este integrat în procesul pedagogic, de capacitatea profesorului de a verifica rezultatele generate și de respectarea principiilor etice privind transparența, protecția datelor și supravegherea umană. În tabelul 1 este prezentată analiza comparativă a instrumentelor IA utilizate în educația digitală și STEM.

Tabelul 1. Analiza comparativă a instrumentelor IA

Instrument IA	Domeniu principal de utilizare	Beneficii pentru învățare	Beneficii pentru evaluare	Utilizare în activități STEM/STEAM	Vulnerabilități
ChatGPT Edu / ChatGPT	Asistent conversațional pentru învățare, explicații, generare de conținut și feedback.	Poate explica noțiuni, genera exemple, rezumate, exerciții și activități diferențiate.	Poate genera itemi, ghiduri de evaluare, oferi feedback și exemple de răspunsuri.	Foarte util pentru explicații, probleme, cod, proiecte interdisciplinare și scenarii STEM/STEAM.	Necesită verificarea informațiilor; poate genera răspunsuri incorecte sau prea generale.

Gemini for Education	Asistent IA integrat în ecosistemul Google.	Sprrijină planificarea, cercetarea, brainstormingul și explicarea conținuturilor.	Poate ajuta la generarea sarcinilor, testelor și materialelor de feedback.	Util pentru activități multimodale, proiecte STEM/STEAM și resurse vizuale/textuale.	Depinde de integrarea cu instrumentele Google și de verificarea conținutului generat.
Microsoft Copilot for Education	Asistent IA integrat în Microsoft 365.	Ajută profesorii să creeze materiale didactice, lecții, documente și activități diferențiate.	Poate sprijini crearea rapidă a testelor, inclusiv pentru realizarea evaluării interactive, ghidurilor de evaluare și analiza unor sarcini educaționale.	Potrivit pentru proiecte STEM/STEAM, prezentări, rapoarte, analiză de date și activități colaborative.	Este mai eficient în instituțiile care folosesc deja Microsoft 365.
Khanmigo	Tutor IA și asistent didactic.	Ghidează elevul prin întrebări și explicații, stimulând înțelegerea pas cu pas.	Poate sprijini profesorii în activități didactice și feedback.	Foarte potrivit pentru matematică, științe și rezolvare de probleme ghidată.	Disponibilitatea și utilizarea pot depinde de abonament și de contextul instituțional.
MagicSchool	Platformă IA pentru profesori.	Ajută la adaptarea conținuturilor, planificarea lecțiilor și generarea activităților.	Poate genera feedback, ghiduri de evaluare și sarcini de evaluare.	Util pentru proiectarea lecțiilor STEM/STEAM și adaptarea lor la nivelul clasei.	Conținutul generat trebuie verificat și adaptat pedagogic.
Socrative AI	Instrument pentru evaluare și feedback rapid.	Sprrijină învățarea prin teste rapide și verificarea rapidă a înțelegerii noțiunilor.	Generează întrebări și evaluări personalizate pe temă, nivel și disciplină.	Util pentru teste STEM/STEAM, verificarea conceptelor și evaluări formative.	Este mai limitat pentru învățare profundă și reflecție critică.
Gradescope	Corectare asistată și gestionarea evaluărilor.	Mai puțin orientat spre învățare directă, dar util pentru feedback organizat.	Grupează răspunsuri similare, ține cont de ghidurile de evaluare și eficientizează corectarea.	Foarte util pentru matematică, științe, inginerie.	Necesită supravegherea profesorului; nu trebuie să înlocuiască aprecierea umană.

În urma acestei comparații se observă că aceste instrumente nu trebuie utilizate izolat, dar în funcție de obiectivul pedagogic urmărit. Pentru sprijinirea învățării individuale, cele mai potrivite sunt ChatGPT, Gemini sau Khanmigo. Acestea pot explica noțiuni, pot adapta

nivelul de dificultate și pot oferi exemple suplimentare. Pentru cadrele didactice, instrumente precum Copilot și MagicSchool sunt utile în proiectarea lecțiilor, elaborarea materialelor, adaptarea conținuturilor și reducerea timpului dedicat sarcinilor repetitive. Pentru evaluare, sunt mai potrivite Socrative AI și Gradescope, deoarece sprijină generarea de itemi, feedbackul rapid și organizarea procesului de corectare.

În domeniile STEM/STEAM, instrumentele IA pot avea o valoare suplimentară, deoarece pot susține rezolvarea de probleme, explicarea conceptelor abstracte, generarea de exemple aplicative, simularea unor scenarii și proiectarea de activități interdisciplinare. De exemplu, ChatGPT, Gemini sau Khanmigo pot explica pas cu pas o problemă de matematică, pot genera un experiment simplu de fizică sau pot propune un proiect care combină știința, tehnologia și matematica. Totuși, aici este importantă verificarea corectitudinii răspunsurilor, deoarece ele pot conține erori conceptuale sau calcule greșite.

Analiza comparativă arată că instrumentele IA pot contribui la personalizarea învățării, la creșterea accesului la explicații, la eficientizarea muncii profesorului și la diversificarea evaluării. Totuși, aceste beneficii depind de modul în care instrumentele sunt selectate, validate și integrate în activitățile educaționale. Ghidurile europene privind utilizarea IA și a datelor în predare și învățare subliniază necesitatea unei abordări critice și etice, în care profesorii să înțeleagă atât potențialul, cât și riscurile acestor tehnologii [24].

Utilizarea instrumentelor de inteligență artificială în activitățile STEM/STEAM are o importanță deosebită, deoarece educația STEM/STEAM combină știința, tehnologia, ingineria, artele și matematica în activități practice, interdisciplinare și creative. Cercetările recente privind utilizarea IA în educația STEM/STEAM evidențiază faptul că tehnologiile inteligente sunt aplicate tot mai des în activități de mentorat personalizat, monitorizare a progresului, evaluare asistată digital, generare de conținut educațional și sprijin în rezolvarea problemelor [25]. În activitățile STEM/STEAM, instrumentele IA pot fi utilizate pentru formularea unor probleme interdisciplinare, explicarea conceptelor abstracte, generarea de scenarii de învățare, proiectarea experimentelor, elaborarea de materiale vizuale și dezvoltarea unor activități creative. De exemplu, un instrument conversațional precum ChatGPT sau Gemini poate propune un proiect despre energia regenerabilă, care să includă calcule matematice, principii de fizică, analiza impactului ecologic, utilizarea tehnologiei și o componentă creativă de prezentare. În acest fel, IA poate facilita trecerea de la învățarea fragmentată pe discipline la activități integrate, apropiate de problemele reale.

Un avantaj important al utilizării IA în STEM/STEAM mi explicații mai simple, exemple suplimentare sau pași intermediari în rezolvarea unei probleme, în timp ce elevii avansați pot primi sarcini mai complexe, provocări de proiectare sau activități de aprofundare. În domeniile STEM/STEAM, această adaptare este utilă mai ales pentru

matematică, fizică, informatică sau inginerie, unde progresul depinde de înțelegerea treptată a unor concepte și proceduri. În zona artistică a STEAM, IA poate sprijini generarea de idei vizuale, crearea de prototipuri, dezvoltarea prezentărilor și explorarea relației dintre tehnologie, creativitate și design.

Instrumentele IA pot contribui și la dezvoltarea învățării bazate pe proiecte, una dintre abordările pedagogice caracteristice activităților STEM/STEAM. Prin IA, profesorii pot genera mai rapid teme de proiect, etape de lucru, criterii de evaluare, fișe de observare și întrebări de reflecție. De exemplu, pentru un proiect privind construirea unui model de casă eficientă energetic, IA poate ajuta la formularea ipotezelor, alegerea materialelor potrivite, explicarea principiilor de izolare termică, estimarea consumului de energie și realizarea prezentării finale. Astfel, IA nu înlocuiește activitatea practică a elevilor, dar o structurează mai bine, o face mai ușor de urmărit și contribuie la o organizare mai eficientă a procesului de lucru. În tabelul 2 sunt date câteva exemplele care arată cum pot fi utilizate instrumentele IA în diferite activități STEM/STEAM, de la documentare și generare de idei până la evaluare și prezentarea rezultatelor.

Tabelul 2. Instrumentele IA în activități STEM/STEAM

Instrumente	Activitate STEAM	Modalități de sprijin oferite de IA
ChatGPT, Gemini, Copilot	Proiect despre energie regenerabilă	Generează idei de proiect, explică principiile științifice, propune calcule și criterii de evaluare.
ChatGPT, Copilot, Canva AI	Construirea unui model de casă eficientă energetic.	Ajută la documentare, structurarea etapelor, calcularea consumului și pregătirea prezentării.
Gemini, ChatGPT, MagicSchool	Lecție despre poluare și soluții tehnologice	Oferă exemple, scenarii, date orientative, întrebări de reflecție și activități de grup.
ChatGPT, Copilot	Proiect de robotică sau programare.	Explică pași de cod, identifică erori, propune soluții alternative.
Canva AI, Gemini, ChatGPT	Activitate de design și prototipare.	Generează concepte vizuale, idei de design și variante de prezentare.
MagicSchool, ChatGPT, Copilot	Evaluarea unui proiect STEAM.	Creează criteriile de evaluare, oferă feedback și întrebări de autoevaluare.

Totuși, integrarea IA în activitățile STEM/STEAM trebuie realizată sub îndrumarea atentă a profesorului. Există riscul ca elevii să preia soluțiile generate automat, fără să mai parcurgă procesul de analiză, proiectare, testare și reflecție. De aceea, activitățile STEM/STEAM asistate de IA trebuie organizate astfel încât elevii să formuleze ipoteze, să argumenteze alegerile făcute, să verifice informațiile, să compare soluții alternative și să își justifice rezultatele. În acest fel, IA devine un instrument de sprijin pentru explorare și creație, nu o sursă unică de răspunsuri.

Prin urmare, rolul instrumentelor IA în activitățile STEM/STEAM constă în capacitatea acestora de a sprijini proiectarea activităților interdisciplinare, personalizarea învățării, generarea de resurse, stimularea creativității și dezvoltarea competențelor

digitale. Valoarea pedagogică a acestor instrumente depinde însă de modul în care profesorul le integrează în activitățile practice, de claritatea obiectivelor educaționale și de menținerea unui echilibru între sprijinul oferit de tehnologie și implicarea activă a cursanților.

În același timp, integrarea IA în activitățile STEM/STEAM contribuie la dezvoltarea competențelor digitale și a alfabetizării în domeniul inteligenței artificiale. UNESCO subliniază că instruiții trebuie pregătiți nu doar să utilizeze instrumente IA, dar și să înțeleagă principiile, limitele, implicațiile etice și impactul social al acestor tehnologii [8, 9].

Concluzii

Analiza rolului inteligenței artificiale în educația digitală și STEM/STEAM conduce la câteva concluzii esențiale:

- Inteligența artificială poate sprijini procesul de predare-învățare-evaluare, prin personalizarea conținuturilor, oferirea unui feedback rapid, analiza progresului cursanților și susținerea profesorilor în proiectarea activităților educaționale.
- În domeniile STEM și STEAM, IA poate contribui la dezvoltarea unor activități mai aplicative și interdisciplinare, prin sprijinirea rezolvării de probleme, generarea de scenarii practice, stimularea creativității și organizarea învățării bazate pe proiecte.
- Utilizarea IA trebuie realizată cu prudență și responsabilitate, deoarece aceste instrumente nu trebuie să înlocuiască profesorul, dar să funcționeze ca suport complementar pentru activitatea didactică și pentru învățarea individualizată.
- Eficiența IA depinde de integrarea sa pedagogică, etică și critică, de implicarea activă a instruiților, de ghidarea profesorului și de capacitatea instituțiilor educaționale de a transforma tehnologia într-un instrument real de sprijin pentru învățare, evaluare, incluziune și dezvoltarea competențelor digitale.

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. AI and education: Guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-education-guidance-policy-makers>
2. Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
3. European Commission. Digital Education Action Plan 2021–2027. European Education Area. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/plan>

4. OECD. Artificial Intelligence and Education and Skills. OECD Policy Issues. <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/artificial-intelligence-and-education-and-skills.html>
5. Artificial Intelligence and the Future of Skills. Centre for Educational Research and Innovation. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/ai-and-the-future-of-skills-volume-1_2f19d213/5ee71f34-en.pdf
6. European Commission. AI Act: Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
7. DigComp 3.0: European Digital Competence Framework. European Commission, Joint Research Centre. Publications Office of the European Union, 2025. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-digcomp/digcomp-30_en
8. AI Competency Framework for Teachers. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104>
9. AI Competency Framework for Students. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105>
10. GASNAȘ, A., GLOBA, A. The role of artificial intelligence in education. În: *Acta et Commentationes. Științe ale Educației*, 2023. nr. 32(2), pp. 46-57. DOI: [10.36120/2587-3636.v32i2.46-57](https://doi.org/10.36120/2587-3636.v32i2.46-57)
11. CIORANU, I., RĂDULESCU, C. și colab. Percepții și practici ale cadrelor didactice privind integrarea inteligenței artificiale în educație. *Revista de Pedagogie Digitală*. 2025. https://pedagogie-digitala.ro/articol/RPD_2025_Cioranu_Radulescu_et_co_perceptii_ale_cadrelor_didactice_inteligena_artificiala.pdf
12. GASNAȘ, A., GLOBA, A. Integrarea inteligenței artificiale generative în proiectele STEAM. În: *Materialele conferinței STEAM 2024*, pp. 297–307. DOI: 10.46727/c.steam-2024.p297-307.
13. ZAWACKI-RICHTER, O., MARÍN, V. I., BOND, M., GOUVERNEUR, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? În: *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Volume 16, article number 39. 2019. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41239-019-0171-0>
14. KASNECI, E., SESSLER, K., KÜCHEMANN, S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. În: *Learning and Individual Differences*, vol. 103, 2023. 102274. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041608023000195>
15. UNESCO. Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>

16. LONG, P., SIEMENS, G. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. În: *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30–40. 2011. <https://er.educause.edu/articles/2011/9/penetrating-the-fog-analytics-in-learning-and-education>
17. OpenAI. Introducing ChatGPT Edu. 2024. <https://openai.com/index/introducing-chatgpt-edu>
18. Google for Education. Gemini for Education. 2026. <https://edu.google.com/ai/gemini-for-education>
19. Microsoft. Microsoft 365 Copilot in Education. 2026. <https://support.microsoft.com/en-us/education/copilot/study-learn-agent>
20. Khan Academy. Khanmigo, 2026. <https://www.khanmigo.ai>
21. MagicSchool. MagicSchool AI Tools for Educators. 2026. <https://www.magicschool.ai/magicschool>
22. Socrative. Socrative AI. 2026. <https://www.socrative.com>
23. Gradescope. AI-assisted grading and answer groups. 2025. <https://guides.gradescope.com/hc/en-us/articles/24838908062093-AI-assisted-grading-and-answer-groups>
24. European Commission. Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators. 2022. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>
25. AKHMETOVA, A. I. et al. A systematic review of artificial intelligence in high school STEM education research. În: *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. <https://www.ejmste.com/download/a-systematic-review-of-artificial-intelligence-in-high-school-stem-education-research-16222.pdf>

Receptionat / Received: 03.07.2026

Acceptat / Accepted: 22.09.2026

Email: gasnas.ala@upsc.md
globa.angela@upsc.md