

PRINCIPII ȘI REPERE PEDAGOGICE ALE EDUCAȚIEI STEM

Tatiana CHIRIAC, doctor, conferențiar universitar

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

<https://orcid.org/0000-0002-6122-1937>

Rezumat. În această lucrare sunt abordate subiecte privind avantajele, principiile și aspectele pedagogice ale educației STEM. Autorul specifică conținuturi generalizate despre elementele pedagogice esențiale, utile pentru a ajuta cadrul didactic să înțeleagă complexitatea domeniului STEM. Modelul integrat STEM, derivat din literatura de specialitate, generalizează aceste principii, evidențiind nevoia pentru formarea profesorilor STEM și implementarea educației STEM în conținuturile curriculare școlare.

În prezent, carierele legate de STEM sunt unele dintre cele mai răspândite și au adesea cel mai mare potențial de creare a locurilor de muncă. În acest sens, este important ca școlile să aibă profesori experți în STEM (cadre didactice de chimie, biologie, fizică, informatică, inginerie, matematică sau orice alt domeniu STEM), care să poată aplica tehnologia educației în subiectele STEM. Se cunoaște că activitățile STEM reprezintă o amalgamare a experiențelor de viață, și profesorii urmează să dezvolte scenarii didactice în acord cu finalitățile educaționale în învățarea noilor concepte din perspective valoroase pentru curriculum și instruire.

Cuvinte cheie: educație STEM, principii pedagogice STEM, model integrat STEM.

PRINCIPLES AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF STEM EDUCATION

Abstract. This paper analyzes the topics regarding the advantages, principles, and methodological aspects of STEM education. The author specifies general content about the essential pedagogical elements, useful to help the teacher understand the complexity of the STEM field. The integrated STEM model, derived from the specialized literature, concludes these principles, highlighting the need for the training of STEM teachers and implementing STEM education in school curriculum contents.

Today, STEM careers are some of the most widespread and often have the greatest potential for job extension. In this regard, it is important for schools to have STEM expert teachers (chemistry, biology, physics, computer science, engineering, mathematics or any other STEM theme), who can fit education technology to STEM subjects. STEM activities are known to be an amalgamation of life experiences, and teachers should develop teaching scenarios in accordance with educational purposes in learning new concepts from valuable perspectives for curriculum and training.

Keywords: STEM education, STEM pedagogical principles, integrated STEM model.

1. Ce este educația STEM? Avantajele implementării conceptului STEM în educația modernă

Educația din secolul 21, axată pe necesitățile forței de muncă, urmărește formarea cunoștințelor și abilităților prin înțelegerea științelor mediului și a altor discipline, capacitatea de a rezolva probleme integrate și capacitatea de a comunica idei complexe unui public larg. Sprijinirea acestor abilități critice va necesita un nou set de oportunități de învățare. Pentru a ajuta elevii să stăpânească conținutul, profesorul trebuie să creeze medii de învățare care prezintă probleme provocatoare, astfel încât să își poată demonstra cunoștințele prin aplicație.

Este cunoscut faptul că liderii progresului global sunt acele țări care sunt capabile să creeze tehnologii avansate și pe baza lor să-și formeze propria direcție de producție a

bunurilor necesare existenței și dezvoltării societății. În acest sens, societatea contemporană înaintea sarcini dificile pentru educație: procesul de cunoaștere trebuie să fie aplicabil în diverse domenii, iar procesul de învățare trebuie să fie cât mai interesant și motivant, axat pe formarea competențelor indispensabile în viitorul copilului. Profesorii înșiși ar trebui să aibă cunoștințe moderne, să înțeleagă procesul tehnologic exact în modul în care munca este organizată la întreprinderile de frunte, liderii tehnologici în industriile lor. De aceea sistemul educațional național urmează actual implementarea noilor provocări și abordări STEM în curriculum, într-un context interdisciplinar și aplicat, care ar putea reînvia interesul pentru studierea științelor, tehnologiei, ingineriei și matematicii, discipline absolut necesare pentru crearea oportunităților pe piața forței de muncă.

STEM (știință, tehnologie, inginerie și matematică) este un termen utilizat frecvent la definirea unei metodologii în educație și alegerea unui curriculum care se bazează pe aplicarea interconectată și practică a celor patru domenii într-un singur sistem de formare, abordând o paradigmă de învățare coezivă bazată pe aplicații din lumea reală. Termenul actualizat STEAM este folosit tot mai des în ultimul timp și adaugă la direcția principală STEM – arta (A – arts) în sensul larg al acestui cuvânt. STEAM subliniază astfel importanța creativității și artei în tehnologiile inovatoare moderne.

Conform enciclopediei Britannica [1], acronimul STEM a fost introdus în 2001 de Fundația Națională de Știință (NSF) din S.U.A. Organizația folosea anterior acronimul SMET pentru abrevierea acestor discipline, însă Judith Ramaley, directorul adjunct al educației și resurselor umane NSF, a rearanjat cuvintele pentru a forma acronimul STEM.

În urma publicării mai multor rapoarte cheie din S.U.A. [2], care au scos în evidență necesitatea dezvoltării locurilor de muncă dependente de știință și tehnologie, disciplinele științelor, tehnologiei, ingineriei și matematicii au devenit tot mai integrate în programele școlare.

Actual, conceptul STEM și curriculumul axat pe STEM a fost extins în mai multe țări dezvoltate economic, precum Australia, Marea Britanie, Canada, Finlanda, China, Franța, Coreea de Sud și altele.

Termenul „educație STEM” se referă la predarea și învățarea în domeniile științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii. De obicei include activități educaționale la toate nivelurile de clasă, atât în setări formale (de exemplu, săli de clasă), cât și informale (de exemplu, programe după școală). Educația STEM urmărește să aplice în practică cunoștințele teoretice obținute, contribuie la creșterea competitivității în dezvoltarea științei și tehnologiei și este implicată în dezvoltarea forței de muncă pe baza experienței organizate actual la întreprinderile de top. În majoritatea țărilor dezvoltate, educația STEM începe din învățământul primar și/sau secundar, ceea ce contribuie la dezvoltarea unui mediu competitiv în liceu, astfel încât tot mai mulți elevi aleg direcțiile STEM pentru viitoarea lor profesie [ib.].

Educația STEM a devenit foarte populară în mai multe țări ale lumii datorită avantajelor sale, promovate prin repere pedagogice precum [3, 4]:

- *Promovează învățarea integrată axată pe „subiecte/teme”, mai degrabă decât pe discipline* – în acest sens, educația STEM reprezintă o abordare interdisciplinară, baza căreia este integrarea științelor în tehnologie, inginerie și matematică. STEM oferă o excelentă transformare a curriculum-ului și elimină predarea disciplinelor ca fiind independente și abstracte.

- *Aplică cunoștințele științifice și tehnice în viața reală* - cu ajutorul activităților practice, educația STEM demonstrează cum pot fi integrate cunoștințele teoretice în viața reală. La lecțiile STEM elevii învață să proiecteze și să dezvolte prototipuri ale unor produse reale din industria modernă (de exemplu, elevii care construiesc o rachetă fac cunoștință cu concepte precum unghiul de lansare a obiectului în spațiu, presiunea atmosferică, tracțiunea, traiectoria, axele coordonate etc.).

- *Promovează ingeniozitatea și creativitatea* – se cunoaște că educația STEM se bazează pe idei și inovații. Fără ingeniozitate și creativitate, evoluțiile recente ale inteligenței artificiale sau ale învățării digitale nu ar fi posibile. Un proiect STEM constă din câteva etape: sarcina/problema, analiza, proiectarea, dezvoltarea și testarea produsului. La rândul său, utilizarea combinată a diverselor oportunități stă la baza creativității și inovării. Astfel, aplicarea creativă a științei și tehnologiei pot contribui la dezvoltarea și implementarea multor proiecte inovatoare.

- *Dezvoltă gândirea critică și abilități de rezolvare a problemelor* – educația STEM contribuie la formarea gândirii critice și abilităților de rezolvare a problemelor la elevi cu scopul de a depăși dificultățile cu care viitorii specialiști se pot confrunta în viață. De exemplu, elevii construiesc mașini de viteză, apoi le testează. După prima testare vor analiza de ce mașina lor nu a ajuns prima pe linia de sosire sau nu a ajuns deloc, astfel vor rezolva probleme de design, aerodinamică, puterea lansării etc.

- *Încurajează experimentul* - fără asumare de riscuri și acțiuni de a experimenta, multe dintre progresele tehnologice nu ar fi fost posibile. De aceea inițiativele de tipul „să încercăm și să vedem” trebuie încurajate în învățarea STEM. Elevii trebuie să experimenteze și să își asume riscuri în timpul activităților de învățare.

- *Încurajează lucrul în echipă și comunicarea activă* – elevii cu diferite cunoștințe și abilități pot lucra în echipe pentru a soluționa împreună probleme (să înregistreze date, să scrie rapoarte, să elaboreze prezentări și alte sarcini). Rezultatul este promovarea colaborării într-un mediu orientat pe echipă, dezvoltarea abilităților de comunicare și de expunere liberă a ideilor.

- *Încurajează utilizarea tehnologiei* – în educația STEM elevii își formează abilități pe care le pot utiliza în lumea reală. Acest lucru îi motivează pe elevi să învețe, deoarece știu că abilitățile pe care le dobândesc pot fi utilizate atunci când vor intra în câmpul muncii. Mai mult, se poate menționa că pe parcursul lecțiilor STEM elevii se implică în sarcini autentice și experiențe extra-curriculare, integrate în baza mai multor discipline prin curriculumul de

bază, ceea ce oferă elevilor posibilitatea de ași forma abilități și experiențe pentru a aplica și înțelege contextul lumii reale.

Având în vedere sarcinile STEM în curriculum național [5], participarea unor licee și activitățile profesorilor și elevilor realizate în cadrul proiectelor, cum ar fi proiectul din cadrul Programului de Stat (2020-2023) „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM) [6], proiectul-pilot *Clasa Viitorului*, platforma *WIN Moldova* (<https://winmoldova.md/about-us/>), atelierul *STEM Discovery Week* (<http://www.eun.org/news/stem-discovery-week-2018>), STEM beneficiază de studierea legăturilor între conceptele specifice ale științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii, permițând o mai bună înțelegere și aprofundare a cunoștințelor dobândite în lumea reală.

2. Principii fundamentale ale educației STEM

O bună educație STEM înseamnă a ajuta elevii să înțeleagă lumea în care trăim și muncim cu toții. Pentru aceasta profesorul se va concentra pe conținutul și abilitățile care trebuie dezvoltate și va alege strategii care să-i ajute pe elevi să înțeleagă profund și interconectat disciplinele STEM. Aceste aspecte ale învățării necesită ca profesorul să-și asume riscuri, proiectând activități educaționale predate din perspective diverse și bazate pe fapte din viața de zi cu zi [7].

Pentru a stimula implicarea elevilor și a îmbunătăți educația STEM, profesorul va urmări implementarea metodelor didactice precum *învățarea bazată pe cercetare*, *învățarea bazată pe probleme* sau *învățarea bazată pe proiecte*. Un cadru didactic ar putea dezvolta activități, lecții și/sau unități de învățare care îi va provoca pe elevi să rezolve sarcini, muncind să caute soluții, ceea ce necesită o gândire profundă în analiza problemelor din lumea reală. Întrebările care pot fi adresate, ca parte a unui curriculum riguros, vor servi drept punctul de pornire pentru învățarea matematicii, științelor, tehnologiilor și altor discipline. Astfel, înrădăcinarea conținutului și a proceselor curriculare în lumea reală le va oferi elevilor „nevoia de a cunoaște” și îi va ține implicați să învețe conținut semnificativ, încât să poată accesa cursuri la nivel superior pe măsură ce progresează de la un nivel de studii la altul.

Dezvoltarea lecțiilor STEM este o acțiune laborioasă, care, pentru cele mai bune rezultate, necesită echipe interdisciplinare formate din profesori de diferite discipline, cât și pot fi cooptați și inginerii. Modul în care profesorul organizează informația influențează modul în care elevii învață, realizează conexiuni între cunoștințe și aplică cunoștințele pentru regăsire, recuperare și utilizare ulterioară în noi contexte de învățare. Când începem o abordare STEM în curriculumul unei discipline, primul lucru care trebuie să se întâmple este planificarea lecției/lecțiilor și a activităților. Cel mai important este integrarea și reunirea tuturor disciplinelor pentru a preda în ansamblu noțiunile și a pune în practică competențele căpătate. Pentru a-și dezvolta fluentă în activitățile STEM, elevii trebuie să dobândească abilități complexe, să practice integrarea acestora și să știe când să aplice ceea ce au învățat.

Astfel, STEM imersează elevii în procesul de aplicare și integrare a științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii. Practica orientată către finalitățile de învățare, combinată cu feedback-ul eficient, îmbunătățește calitatea învățării. STEM oferă elevilor o provocare specifică de proiectare și feedback continuu din partea colegilor și profesorilor. Pentru a deveni autodidacți, elevii trebuie să învețe să-și asume responsabilitatea, să-și monitorizeze și să-și regleze activitățile de proiectare în cadrul unui grup.

Autoarea Crouch [8] specifică șapte principii ale educației STEM, aplicarea cărora va oferi cadrului didactic mai multă siguranță în planificarea unei lecții STEM, fără a avea un impact negativ asupra capacității elevilor de a realiza sarcinile din cadrul lecțiilor. Acestea sunt:

1. *Utilizarea strategiilor instrucționale care implică elevii.* Pentru a învăța STEM în mod eficient, profesorul trebuie să implice elevii cu proiecte tactile, de rezolvare a problemelor, care le necesită aplicarea cunoștințelor dobândite în clasă.

2. *Abordarea întrebării „Voi folosi vreodată acest lucru?”* Această întrebare comună este auzită de nenumărate ori de-a lungul carierei unui profesor și este foarte important răspunsul unui profesor care ar putea schimba oportunitățile de viitor ale unui elev. Când elevii înțeleg în care scenarii vor putea folosi un concept, devin mai interesați de acesta. De aceea este nevoie să informăm permanent elevii despre noile locuri de muncă din domeniul STEM.

3. *Conectarea conceptelor abstracte STEM la lucrurile ușor de înțeles.* Pe măsură ce elevii trec de la o treaptă școlară la alta, interesul lor pentru temele STEM poate să scadă. Pentru a menține interesul elevilor pentru STEM, profesorul ar fi bine să folosească o abordare treptată de predare, în care elevii integrează informații necunoscute cu informațiile pe care le-au învățat la o treaptă școlară anterioară.

4. *Modelarea atitudinii pozitive față de învățarea STEM și încurajarea părinților să facă același lucru.* Acesta poate fi unul dintre principiile cele mai dificile ale educației STEM, deoarece implică schimbarea atitudinii părinților. Cadrul didactic va trebui să modeleze atitudini pozitive față de subiecții STEM. Cele mai bune rezultate se constată atunci când profesorul își împărtășește experiența despre momentul în care sa confruntat cu un subiect STEM și despre cum a folosit abilitățile STEM în viața reală. Profesorul poate analiza cu părinții despre educația STEM prin e-mailuri, buletine informative sau canale de social media, subliniind în același timp importanța modelării atitudinilor pozitive față de educație.

5. *A fi la curent cu programa și tehnologia STEM.* Educația STEM nu va fi eficientă dacă profesorul însăși nu va fi la curent cu tendințele actuale ale curriculum-ului, tehnologiei și educației la general.

6. *Integrarea trans-disciplinară.* După cum sa menționat, conectarea noilor concepte la cunoștințele învățate anterior este esențială pentru elevi în educația STEM. Aceste conexiuni sunt importante, totodată sunt importante și legăturile între diverse discipline.

7. *Învățarea pe tot parcursul vieții*. Pentru a promova importanța educației în rândul elevilor, profesorul trebuie să conștientizeze necesitatea continuării activităților sale academice pe tot parcursul vieții.

Respectarea acestor principii ale educației STEM aduce mai multă organizare într-o sală de clasă atât pentru elevi, cât și pentru cadrul didactic. Aplicarea acestor orientări sporește experiența școlară și oferă elevilor standarde educaționale de calitate în formarea lor academică, după cum menționează autoarea [8].

În linii generale, există multe beneficii referitor la utilizarea educației STEM. Un subiect integrat prin elaborarea unui proiect STEM oferă oportunități pentru experiențe mai relevante și mai puțin fragmentate și abstracte.

Educația STEM poate fi analizată într-o abordare multidisciplinară, cât și interdisciplinară. Prin *abordarea multidisciplinară* conceptele și abilitățile specifice subiectului sunt învățate separat în fiecare disciplină, iar elevii urmează să conecteze conținutul, predat în clase diferite, pe cont propriu. O *abordare interdisciplinară* începe cu o problemă din lumea reală și se concentrează pe conținut și abilități cum ar fi gândirea critică și rezolvarea problemelor. *Curriculum integrat*, pe de altă parte, asimilează în mod explicit concepte din mai multe discipline și oferă o atenție egală la două sau mai multe discipline; *integrarea conținutului* se concentrează pe fuzionarea disciplinelor într-o singură activitate curriculară sau unitate pentru a evidenția ideea de bază din mai multe domenii, în timp ce *integrarea contextului* se concentrează pe conținutul unei discipline și folosește contexte din alte discipline pentru a realiza conținutul mai relevant, în opinia autorilor din sursa [9].

Totodată, implementarea acestei noi strategii instructive se confruntă cu mai multe provocări. În primul rând, implementarea unei abordări STEM, integrate într-o disciplină, necesită o restructurare profundă a lecțiilor. În al doilea rând, educația STEM necesită adesea numeroase materiale și resurse pentru elevi, precum instrumente și materiale de construcție (de exemplu, dispozitive de măsurare, ferăstraie și ciocane, lemn, stofă, clei, carton, etc.), materiale electronice (de exemplu, calculatoare, proiector, kit-uri robotice). Prin urmare, crearea unei experiențe școlare și a unui mediu care să susțină o abordare integrată STEM pentru predare și învățare poate fi costisitoare și consumă mult. Mai mult, pentru a implementa eficient educația STEM integrat, profesorul trebuie să aibă cunoștințe profunde despre conținutul științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii, cât și cunoștințe specializate despre metodologia predării conținuturilor STEM.

În Republica Moldova, actual există câteva programe de studii universitare care oferă conexiuni interdisciplinare și practice în domeniul STEM dezvoltate în cadrul următoarelor programe de studii master la Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”: *Fizica modernă și tehnologii formative, Biologie aplicată, Chimie contemporană și tehnologii educaționale, Geografia mediului înconjurător, Tehnologii Informaționale în Instruire*. Însă, educația STEM rămâne în continuare un domeniu în explorare. De asemenea, o altă provocare majoră pentru implementarea educației STEM naționale este lipsa unei idei generale cu privire la

modul de învățare și predare integrată STEM. În ultimii ani, în legătură cu desfășurarea proiectului „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM) (<https://ancd.gov.md/sites/default/files/document/attachments/Rezumat%20proiecte%20site.pdf>) și proiectului-pilot *Clasa Viitorului* (<https://www.clasa.viitorului.md/>), mai mulți profesori au partajat informații despre unitățile de învățare pentru STEM integrat pe care le-au proiectat individual. Cu toate acestea, mulți profesori continuă să raporteze necesitatea pregătirii minuțioasă în scopul aplicării STEM cu elevii lor în clasă.

3. Modelul integrat STEM/STEAM

Activitățile educaționale STEM, specificate în curriculum național 2019 din Republica Moldova (<https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general>), se bazează pe principiul de integrare a cunoștințelor din diverse programe de învățare pentru rezolvarea problemelor din lumea reală. Obiectivul general referitor la abordarea STEM în programele de învățământ, aria curriculară *Matematica și Științe*, este satisfacerea nevoii de a ajuta elevii să recunoască și să identifice diferite moduri prin care conținutul materiei predate prin diferite discipline funcționează pentru a înțelege lumea înconjurătoare (de exemplu, proiecte STEM/STEAM: „Măsurarea temperaturii”, „Unități de măsură”, „Forțe în natură și tehnică”, „Sculpturi din plante”, „Arborele genealogic al familiei pe baza unui caracter ereditar”, etc.) [10, 11]. În contextul curriculum-ului modernizat 2019, elevii continuă să învețe materialele necesare în cursurile respective, construindu-și o bază puternică atât de cunoștințe, cât și de abilități. În mijlocul acestei învățări, poate apărea oportunitatea de a învăța, oferindu-le elevilor o provocare din lumea reală într-un context de învățare integrat STEM/STEAM. Prin aceste oportunități, elevii vor fi stimulați să combine diferite cunoștințe și abilități pe care le-au învățat în cadrul diferitor discipline pentru a rezolva problema. Aceste oportunități pot varia în funcție de dimensiunea conținutului, de cunoștințele și abilitățile elevilor, cât și ar putea varia de la activități simple, în cadrul unor lecții simple, până la proiecte STEM mari, care durează câteva săptămâni sau chiar o perioadă mai mare. Scopul proiectelor STEM este să ofere elevilor o experiență de învățare care să aplice competențele în activități de învățare interconectate și coerente, în scopul de a rezolva o problemă.

În scopul proiectării și implementării de succes a unui proiect STEM, cadrul didactic urmează să asigure atingerea finalităților educaționale, respectând următoarele repere metodologice [12]:

1. De ce elevii au nevoie de lecții STEM? Care este valoarea adăugată a lecțiilor STEM?
2. Ce trebuie să învețe elevii la lecțiile STEM?
3. Cum vom implica elevii în învățare prin metode de cercetare și învățare practică?
4. Ce competențe axate pe „abilitățile secolului 21” sunt incluse în lecțiile STEM?
5. De ce cunoștințe și abilități este nevoie pentru a realiza lecțiile STEM?
6. Cum vom aduna date despre eficacitatea lecțiilor STEM?

7. Sunt descrise scenariile pedagogice ale lecțiilor STEM astfel încât alți profesori să le poată înțelege și reproduce?
8. Avem condițiile și sprijinul în vigoare pentru lecțiile STEM pe care le planificăm?

Activitățile sau proiectele STEM trebuie introduse numai după ce elevii au dobândit cunoștințele necesare în anumite domenii. Această pregătire ar putea avea loc pe parcursul unui termen la un singur sau câteva nivele de clasă conform autorilor [13]. De exemplu, cunoștințele despre operațiile matematice și unitățile de măsură sunt necesare pentru a face calcule simple cu unitățile de măsură, în acest fel se pun bazele cunoștințelor și abilităților despre rezolvarea ecuațiilor de măsurare simple. La rândul său, cunoașterea unor calcule simple de măsurare ar permite elevilor să afle cum se poate măsura viteza și distanța. Acest lucru poate fi apoi combinat cu subiecte științifice, cum ar fi forța, masa, fricțiunea, puterea și proprietățile materialelor. În final, tematicile despre dezvoltările tehnologice și utilizarea instrumentelor moderne poate să creeze o oportunitate de învățare în care elevii trebuie să proiecteze și să construiască un model de mașină eficientă din punct de vedere energetic. Cel mai important, elevii vor putea vedea conexiunile dintre diferite domenii de studiu în mod vizibil și practic, în timp ce își folosesc cunoștințele pentru a analiza și a pune la dispoziție o soluție, și abilitățile matematice pe măsură ce fac calcule exacte. Totodată, de-a lungul procesului de lucru în proiectul STEM, elevii își vor exercita abilitățile de comunicare și de lucru în echipă, și vor învăța cum să soluționeze dezacordurile în grupul de elevi.

Programele bazate pe proiecte STEM/STEAM adoptă o abordare integrată a învățării și predării, care necesită o legătură intenționată între obiectivele de învățare curriculară, standarde, evaluări și proiectarea/implementarea lecției. Abordările transdisciplinare ale educației STEM sunt cele care dezvoltă capacități de inovare, creativitate și rezolvare de probleme și, de asemenea, generează un mediu de învățare echitabil, care activează implicarea și încrederea elevilor și ajută toți elevii să-și atingă scopul de învățare.

În consecință, abordările de învățare bazate pe probleme au fost recomandate în literatura de specialitate ca modele adecvate pentru educația STEM [9, 13]. Aceste modele își propun să activeze implicarea elevilor – să stârnească curiozitate, să încurajeze munca în jurul problemelor autentice, reale, să onoreze alegerea elevului, să sublinieze importanța metacogniției și reflecției ca componente integrante ale învățării și construirii cunoștințelor, etc.

Modelul integrat STEM, discutat în continuare (figura 1), poate servi drept punct de plecare pentru ca cadrul didactic să aibă succes în facilitarea învățării elevilor în proiecte integrate STEM. În acord cu sursa [14], educația STEM poate fi abordată printr-un cadru care include *obiective, natura și scopul integrării, rezultate și procesul de implementare*. Modelul încurajează delimitarea obiectivelor pentru elevi și profesori, realizarea programelor de studiu STEM, înțelegerea naturii unei abordări integrate, obținerea sprijinului pentru succesul proiectelor STEM, proiectarea mediului educațional interdisciplinar, formarea echipelor interdisciplinare de profesori atât în contexte formale, cât și în afara școlilor.

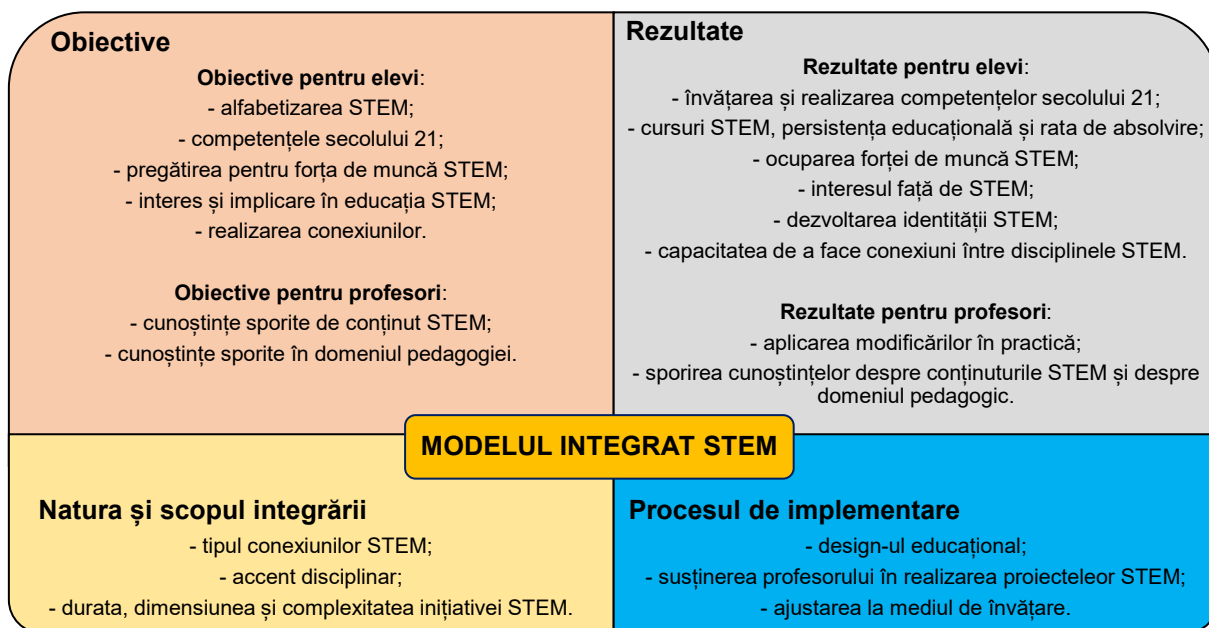


Figura 1. Modelul integrat, educația STEM, sursa [13]

Pentru a proiecta și implementa proiecte / lecții /unități STEM, profesorul urmează:

- să analizeze și să cunoască nevoile și interesele elevilor - educația STEM trebuie să includă toți elevii;
- să dezvolte secvențe integrate pentru proiectul STEM;
- să selecteze concepte, idei sau subiecte, care vor fi conectate la un context STEM adecvat;
- să proiecteze sarcinile comune pentru elevi și să realizeze evaluarea în cadrul proiectului STEM pentru ca elevii să demonstreze învățarea;
- să evidențieze abilitățile pe care elevii le vor solicita pentru a avea succes în activitatea de proiect, urmărind finalitățile educaționale;
- să planifice sarcinile comune pentru elevi, aplicând criteriile de calitate și itemi de control expliți;
- să planifice strategii de predare și învățare pentru predarea anumitor abilități necesare proiectului STEM.

În linii generale, știința, tehnologia, ingineria și matematica sunt elemente cheie fundamentale într-un sistem educațional modern. Îmbogățirea curriculumul-ui național 2019 cu activități inovatoare STEM/STEAM are ca scop sprijinirea personalului școlar cu o abordare nouă și interdisciplinară de predare, oferind experiența de învățare din practică.

Înțelegerea, precum, și atitudinea pozitivă a profesorilor față de educația STEM, sunt esențiale pentru implementarea STEM în programele școlare. Creșterea gradului de conștientizare a cadrelor didactice despre importanța activităților legate de STEM în cursurile lor este una dintre provocările esențiale ale curriculumului național modernizat 2019. Încă lipsesc exemple și cercetări care dovedesc implementarea eficientă a educației STEM în țara

noastră. Așadar, această lucrare solicită analize suplimentare și studii de caz pentru a oferi exemple care descriu situația actuală în domeniul STEM.

4. Concluzii

Scopul fundamental al oricărei experiențe educaționale este de a îndruma instruitul spre realizarea unui rezultat de învățare, fie el cognitiv, comportamental sau fie o combinație a ambelor. În educația STEM, aceasta se rezumă la aceea ce elevii ar trebui „să cunoască și să poată aplica”. Implementarea acestor rezultate de învățare în educația STEM sunt asociate nu numai ca metodă de predare a conținutului unui subiect, ci și ca metodă de abordare a practicii. Scopul principal al educației STEM este de a preda conținuturi și practici inerente de știință, tehnologie, inginerie și matematică. Modelul integrat STEM reprezintă un cadru pedagogic, destinat utilizării ca îndrumar pragmatic pentru implementarea în clasă a educației STEM integrate. De asemenea, este nevoie de mai multe cercetări pentru a sprijini dezvoltarea educației STEM în Moldova.

Bibliografie

1. HALLINEN, J. STEM Education Curriculum. În: *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/topic/STEM-education> (accesat 10.09.2022).
2. GONZALEZ, H.B.; KUENZI, J.J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer, 2012. URL: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> (accesat 12.09.2019).
3. AZIZOV, R. Образование нового поколения: 10 преимуществ STEM образования, 2015. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/образование-нового-поколения-10-преимуществ-stem-rufat-azizov> (accesat 12.09.2022).
4. LYNCH, M. 7 Benefits Of Stem Education. In: *the Edvocate*, 2019. URL: <https://www.theedadvocate.org/7-benefits-of-stem-education/> (accesat 14.09.2022).
5. Curriculum 2019, învățământ general, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării din Republica Moldova. URL: <https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general> (accesat 15.08.2022).
6. CHIRIAC, L. Evoluții și tendințe în studierea științelor reale în Republica Moldova. În: *International Symposium "Actual Problems of Mathematics and Informatics" dedicated to the 90th birthday of professor Ion Valuță*. November 27-28, 2020. Chișinău, Moldova. URL: http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/16089/Int_Simp_SIPAMI_2020_p29_34.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accesat 24.09.2022).
7. MELCU, C. De ce educație STEM? În: *EDICT – Revista educației*, 2018. ISSN 1582 – 909X. URL: <https://edict.ro/de-ce-educatie-stem/> (accesat 24.09.2022).
8. CROUCH, D. Ensure Quality by Following the 7 Principles of STEM Education. In: *StemJobs*, 11 oct 2017. URL: <https://edu.stemjobs.com/7-principles-of-stem-education/> (accesat 28.09.2019).

9. THIBAUT, L. et al. Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. În: *European Journal of STEM Education*, 2018, 3(1), 02 ISSN: 2468-4368. Retrieved from URL: https://www.researchgate.net/publication/324878162_Integrated_STEM_Education_A_Systematic_Review_of_Instructional_Practices_in_Secondary_Education (accesat 25.09.2022).
10. Curriculum național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina fizică, Clasele VI – IX. Chișinău, 2019. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_gimnaziu_rom.pdf (accesat 17.09.2019).
11. Curriculum național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina biologie, Clasele VI – IX. Chișinău, 2019. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_curriculum_gimnaziu_rom.pdf (accesat 17.09.2019).
12. JOLLY, A. How to Plan STEM Curriculum. În: *MiddleWeb Blog*, 2012. URL: <https://www.middleweb.com/3976/how-to-plan-stem-lessons/> (accesat 23.09.2022).
13. HUDSON, P. et al. Exploring Links between Pedagogical Knowledge Practices and Student Outcomes in STEM Education for Primary Schools. În: *Australian Journal of Teacher Education*, Volume 40 | Issue 6, 2015. URL: <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2704&context=ajte> (accesat 22.09.2022).
14. STEM Learning Is Everywhere: Summary of a Convocation on Building Learning Systems. Chapter: 3 Achieving the Vision, 2014. URL: <https://www.nap.edu/read/18818/chapter/4> (accesat 28.09.2022).