

FULL STEAM AHEAD!

EDUCAȚIE STEAM DE LA FORMAL LA NONFORMAL

Laura Frențescu Tordaiⁱ

Abstract:

This article provides an overview of the development of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) education and nonformal education by taking a historical approach and providing specific examples of practices that aim to improve the educational experiences of students and prospective teachers.

The origins of nonformal education can be traced back to Comenius, who advocated for learning to occur in close proximity to the environment in his *Didactica Magna* (1657). John Dewey subsequently endorsed the notion of education via experience. Reconstruction was prioritized in the post-war era, and STEM fields—science, technology, engineering, and mathematics—were endorsed by academic institutions, policymakers, and business leaders. Later on, STEM started to look unappealing, therefore combining it with the ARTS produced a more attractive STEAM curriculum. However, science education, in formal contexts, often takes up a small portion of people's life (Falk & Dierking, 2010). For this reason, nonformal education may offer a way to extend learning outside of the classroom and a chance to develop new pedagogies.

Keywords:

Non-formal education, STEM fields, STEAM curriculum, mediation

ⁱ Manager, CERC ExperimentIS, Iași

1. PROBLEMATICA EDUCAȚIEI NONFORMALE STEAM.

DELIMITĂRI CONCEPTUALE

Dacă în ziua de astăzi conceptualizarea a avansat până la definirea conceptului de Educație STEAM (Științe, Tehnologie, Inginerie, Arte, Matematică), asupra căreia vom reveni în cele ce urmează, identificăm aspecte teoretice care au precedat noțiunile contemporane încă din secolele anterioare.

John Amos Comenius în *Didactica magna: omnes omnia docere* (trad.: a învăța pe toți toate) (1657) prezenta didactica drept presupunând un proces de conectare a microcosmosului instrucțional la macrocosmosul lumii, prin identificarea conținuturilor care trebuie predate și a surselor acestora, precum și prin metodologia prelucrării și transmiterii lor către elev de către educator. Textele sale, din cele 154 de volume lăsate posterității, sunt bazate pe aceleași idei fundamentale

- (1) obținerea ideilor cu ajutorul obiectelor mai mult decât cu ajutorul cuvintelor,
- (2) folosirea lucrurilor familiare copilului pentru a-l introduce atât în lumea noilor limbaje cât și în universul obiectelor îndepărtate,
- (3) oferirea copilului unei cunoașteri cuprinzătoare a mediului său, fizic și social, precum și instruirea la religioasă, morală și a materiilor clasice,
- (4) achiziția cunoștințelor și învățarea să fie o plăcere și nu o sarcină/corvoadă,
- (5) educația să devină universală.

Prin contribuția sa la transformarea domeniului educației Comenius și-a câștigat poziția de părinte al educației moderne, metodele sale aplicându-se și în ziua de astăzi.

Una din strategiile universale și cu siguranță cea mai veche, de a organiza și de a transmite cunoștințe ca proces cu finalitate educațională este ucenicia. Și astăzi, ucenicia este considerată a fi modalitatea principală de transmitere a unui know-how (savoir faire) particularizat în domenii extrem de diversificate. Specificul ucenicii ca mod de instruire și de educare constă în identificarea cunoașterii cu abilitatea de "a ști să faci" (Crețu, 1999). O dovadă ilustrativă a adoptării principiilor educației experimentale o constituie chiar motto-ul cercului academic Royal Society, înființat în 1662, "Nullis in verba" (trad.: "nimic în vorbe") deci "totul în fapte".

În secolul XIX pătrunde în școli și universități tradiția științifică, axată pe educația experimentală și bazându-se pe această metodă a ucenicii. Primele școli menționate fiind în Anglia: un mic laborator de chimie instalat în faimoasa Rugby

School, în 1860¹; în SUA: primul laborator pentru studiul științelor în liceu, înființat la Boston, în 1865. John Henslow, pionier al acestei tradiții subliniază “importanța muncii practice individuale pentru elev. Cunoașterea riguroasă a structurii plantelor reclamă devoțiune nu pentru cărți ci pentru plante în sine.” (Layton, 1973, apud Crețu, 2000, p.60).

Ulterior, modelul curricular prin excelență american, pragmatismul inițiat de John Dewey dar și de Herbert Spencer, care, în cartea sa *Education* își puneă întrebarea “Ce cunoaștere este cea mai folositoare?” și răspundea: acea cunoaștere care îi instrumentează pe educați să facă față problemelor și să rezolve problemele pe care le vor întâlni în viitor, ca adulți ce trăiesc într-o societate democratică. Dintre aceste probleme, cele în jurul cărora se putea contura un core curriculum erau, în concepția lui Spencer, sănătatea, asigurarea mijloacelor de existență, viața de familie, participarea civică, timpul liber, responsabilitatea morală.

John Dewey, recunoscut ca important filosof al educației, și-a consolidat și dezvoltat tezele pragmatismului într-o sinteză originală centrată pe conceptul de experiență. Școala experimentală primară de la Chicago (Școala laborator sau Școala J. Dewey) a oferit baza empirică pentru lucrările sale teoretice. Unul dintre principiile de bază ale învățării prin experiența directă este principiul continuității. Fiecare nouă experiență conține câte ceva din experiențele anterioare ei și modificând subiectul, influențează calitatea și natura experiențelor ulterioare.

În *The Child and the Curriculum* din 1902, Dewey atrage atenția asupra importanței decisive a metodologiei didactice și a relației profesor-elev pentru determinarea succesului în transmiterea tuturor conținuturilor educaționale, oricât de măiestrit ar fi acestea concepute. Dewey propune transformarea indirectă, prin adaptări nuanțate, a școlilor primare din marile orașe în comunități mici de învățare, ale căror curricula trebuiau să reprezinte în esență situații de învățare prin rezolvări de probleme de viață, după modelul curricular instituit de-a lungul istoriei în micile comunități de viață americane. Cu alte cuvinte, Dewey lansa o nouă alternativă curriculară la esențialism și enciclopedism: școala comunitate. Este ilustrativă, în acest sens, formula sa de sinteză pragmatică, adesea citată în literatură: școala nu trebuie să imite viața reală ci trebuie să fie însăși viața reală. Semnificativ pentru cercetarea prezentei lucrări este și concepția lui Dewey asupra importanței artelor în procesul educativ. În 1934, în *Art as Experience* el remarcă: ”știința stabilește înțeleșuri,

¹ Layton, 1973

arta le exprimă” punctând astfel complementaritatea celor două abordări în demersul educativ.

Teoriile și metodele lui Dewey au fost cu succes adaptate și preluate și în Europa după primul război mondial. În același timp se cuvine să menționăm că bătrânul continent a dat lumii printre cei mai iluștri polimați (definiție DEX: polimat este o persoană care are cunoștințe multe și variate, persoană erudită) Aristotel, Arhimede, Leonardo da Vinci, Galileo Galilei, Isaac Newton, Marie Curie, Nikola Tesla, Bertrand Russell.

2. CONCEPTUL DE EDUCAȚIE NONFORMALĂ

La începutul secolului XX teoreticianul John Franklin Bobbitt extinde aria semantică a conceptului de curriculum la întreaga experiență de învățare a copilului, dobândită atât în școală, în contexte formale, cât și în afara școlii, prin activități de tip nonformal sau extrașcolar, planificate și aplicate de școală. Bobbitt lansează celebra pereche de definiții ale curriculum-ului:

- întreaga gamă de experiențe directe și indirecte, constând în desfășurarea (dezvoltarea) abilităților individului;
- seriile de experiențe de instruire sistematic planificate în școală pentru a completa și perfecționa dezvoltarea individului².

Bobbitt atrage atenția și asupra experiențelor de învățare desfășurate în cadrul educației nonformale, înțelegând ca experiență nu numai în afara zidurilor școlii ci și în afara orarului școlar, ca activitate complementară celei planificate în școală. Acest tip de activitate este interpretat ca fiind sistematic planificată de școală. În al doilea rând, remarcăm o lărgire și mai mare a sensului tradițional, prin invocarea, în prima definiție, a “experienței indirecte”. Prin aceasta, Bobbitt deschide calea discuțiilor despre ceea ce astăzi este cunoscut sub numele de curriculum incidental sau ascuns (curriculum of life)³.

În 1974, în cadrul seminarului UNESCO de la Hamburg se elaborează definiția curriculum-ului ca fiind întreaga activitate de tip formal și nonformal:

² Crețu, Carmen: *Teoria curriculumului și conținuturile educației*, Editura Universității “Alexandru Ioan Cuza”, Iași, 1999, p. 15.

³ *Ibidem*, p. 16.

“curriculum conține orice activitate educativă, elaborată de școală și dirijată spre un scop, care are loc în instituția însăși sau în afara ei”⁴.

O sinteză a definițiilor din diferite documente UNESCO este redată de D’Hainaut :

“Conceptul de curriculum este legat de ideea unei acțiuni educative conștiente și organizate, dar nu în mod necesar formală. El nu implică de fel faptul impunerii conținutului educației celui care o primește și se poate foarte bine concepe că se oferă celui care vrea să învețe o mare varietate de scopuri, indicându-i-se căile pentru a le realiza și mijloacele prin care să-și dea seama dacă le-a atins”⁵.

Documentele UNESCO extind astfel aria semantică a conceptului de curriculum și legitimează și un curriculum al parcursului educațional extra-școlar și post-școlar, prin raportare la granița școlară și la educația permanentă. Extensia maximă a conceptului este reprezentată de tendința de încorporare a experiențelor de învățare dobândite în contexte informale.

Conform C. Crețu:

“Conștientizarea importanței parteneriatului educațional al școlii cu diferitele instituții comunitare se reflectă în literatura pedagogică prin vehicularea conceptului de curriculum informal care vizează ocaziile de învățare oferite de mass-media, teatru, muzee, biserică, etc.”⁶.

În viziune curriculară, predarea integrată trebuie abordată nu numai la nivelul organizării conținuturilor, ci și la nivelul transmiterii și asimilării lor. Pentru acest din urmă aspect, se cer proiectate cadre de interferență între curriculum școlar și cel extrașcolar (nonformal), sau altfel spus, se impune construirea unui parteneriat școală - comunitate⁷.

Unul dintre primii care folosește termenul de educație nonformală este Philip Coombs⁸ (1968). Noul interes pentru educația nonformală care a apărut în anii '70 a fost determinat în special de strategiile care solicitau o abordare mai puternică, mai integrată și mai comunitară pentru dezvoltarea rurală și să răspundă nevoilor de

⁴ H.W.R. Hawes, 1975, apud Crețu, Carmen, *op. cit.*

⁵ D’Hainaut, apud Crețu, Carmen, *op. cit.*

⁶ *Ibidem*

⁷ *Ib.*

⁸ Coombs, Philip H.: *The World Educational Crisis: A Systems Analysis*, Oxford: University Press, 1968

bază ale categoriilor socio-economice defavorizate. Sistemul de educație formală ar putea ajuta în aceste aspecte, dar chiar dacă ar fi mai complet dezvoltat și accesibil pe scară largă, nu se putea aștepta să servească mai mult decât o fracțiune din acest mare melanj al nevoilor de învățare ale cursanților. În mod evident o largă varietate de activități educative nonformale sunt necesare pentru a servi, în afara școlii, tinerilor și adulților⁹. De la introducerea acestui termen apar numeroase întrebări: Ce este educația nonformală? Cu ce seamănă? Cum funcționează? Cui ar trebui să servească? Cum este organizată, gestionată și finanțată? Care este relația sa cu educația formală și cu administrația?

Definiția pe care o regăsim la Coombs (1985) pentru educația nonformală este de:

”ansamblu oricăror activități educaționale organizate, sistematice, desfășurate pentru a furniza anumite tipuri de învățare pentru anumite subgrupuri din populație, adulți, precum și copii. Astfel, educația nonformală definită include, de exemplu, formare profesională a abilităților oferite în afara sistemului formal, cluburi de tineret cu scopuri educaționale substanțiale și diverse programe comunitare de instruire în domeniul sănătății, nutriției, planificării familiei, cooperative și altele asemenea”¹⁰.

Terminologia în ceea ce privește educația în afara școlii se extinde cu educația informală care este procesul pe întreg parcursul vieții prin care o persoană acumulează cunoștințe, aptitudini și atitudini din experiențele zilnice și expunerea la mediul de lucru, domestic, de joacă. În general, educația informală este neorganizată, nesistematică și chiar neintenționată uneori, totuși reprezintă o mare parte din învățarea de-a lungul vieții oricărei persoane.

Ceea ce un individ învață prin intermediul educației informale este totuși limitat la ceea ce mediul acestuia îi poate oferi. Educația formală și cea nonformală sunt asemănătoare din anumite perspective. Ambele sunt oferite în mod organizat de diferite tipuri de instituții pentru a promova și facilita anumite tipuri de învățare la care indivizii nu au acces doar prin simpla expunere la mediu. Tot Coombs (1985) remarca și diferențele între cele două tipuri de educație: educația formală și cea nonformală diferă în general semnificativ în ceea ce privește sursele de finanțare și aranjamentele instituționale, în obiectivele și conținutul lor educațional și în

⁹ Coombs, Philip H.: *The world crisis in education: The view from the eighties*. Oxford University Press, 1985, http://repository.vnu.edu.vn/handle/VNU_123/84565

¹⁰ *Ibidem*

grupurile pe care le deserveșc. De asemenea, educația formală implică, în general, un studiu secvențial cu normă întreagă, care se extinde pe o perioadă de ani, în cadrul unui curriculum relativ fix. În schimb, programele nonformale tind să fie part time și cu o durată mai scurtă, să se concentreze pe tipuri de cunoștințe și abilități practice mai limitate, specifice, de o utilitate destul de imediată pentru anumiți cursanți și să aibă flexibilitatea inerentă pentru a răspunde rapid la noile nevoi de învățare, pe măsură ce acestea apar. Un avantaj economic al multor programe de educație nonformală, pe care Coombs îl evidențiază, - unul care ar trebui să calmeze temerile educatorilor că va abate sume mari de la educația formală - este capacitatea acestor programe de a atrage sprijin dintr-o mare varietate de surse care nu sunt în mod obișnuit la dispoziția educației formale. Aceste programe pot atrage fonduri, de exemplu, din numeroase ministere (în afară de Ministerul Educației), pot utiliza facilități împrumutate și personal voluntar și pot primi plăți și contribuții în natură de la elevii înșiși.

David R. Evans, director al Centrului Internațional pentru Educație puncta în 1979 câteva dintre beneficiile educației nonformale, dintre care menționăm: Un domeniu de succes a fost apariția unui concept mult mai larg despre ceea ce este și poate fi predarea și învățarea. Odată cu mișcarea de educație nonformală s-a realizat că metodele și tehnicile de învățare și predare sunt mult mai numeroase și diverse, că multe dintre ele sunt netradiționale și că toate sunt legitime. Educația nonformală a permis deschiderea metodelor și a procesului pedagogic, astfel încât să existe o acceptare din ce în ce mai largă a metodologiilor care nu au găsit o utilizare largă anterior: jocuri, dinamica grupurilor, exerciții pe teren, școli în aer liber sau în mediul rural, universități deschise.

Un alt factor de considerat este acela că educația nonformală a contribuit la dezvoltarea unei diversități impresionante de materiale didactice și media pentru un număr mare de utilizări, atât pe suporturi tehnice moderne cât și pe suporturi tradiționale.

3. CONCEPTUL DE EDUCAȚIE STEAM

În perioada postbelică, de reconstrucție și reclădire europeană, niciun alt subiect din curriculum nu a atras mai mult atenția decât Științele. Presiunea pentru îmbunătățirea educației științifice a venit nu numai de la oameni de știință și matematicieni, ci de la lideri politici și de afaceri, fermieri, strategii militari, medici, editori, părinți și, nu în ultimul rând, de la sistemele de învățământ în sine. Scopul nu era doar de a produce mai mulți oameni de știință și tehnologie, ci era, de asemenea, să producă o nouă generație de cetățeni care să fie alfabetizați științific și astfel mai

bine pregătiți să funcționeze într-o lume care este din ce în ce mai influențată de știință și tehnologie.

Eforturile UNESCO în acest domeniu au fost deosebite și au câștigat sprijinul și participarea unora dintre cei mai buni profesori și oameni de știință din lume¹¹. Zeci de țări au participat la programe de educație științifică UNESCO și rezultatele au fost deseori încurajatoare, dar toate aceste încercări de consolidare a educației științifice au demonstrat și complexitatea sarcinii. Sunt necesare timp și resurse substanțiale pentru formarea și perfecționarea cadrelor didactice competente, pentru transformarea curriculei și metodelor vechi, pentru crearea de materiale didactice noi și pentru achiziționarea de materiale și echipamente adecvate. Dincolo de manualul și sala de clasă, sarcina implică, de asemenea, necesitatea de a stimula claritatea științifică prin investigarea directă a fenomenelor naturale în mediul propriu al elevilor.

Coombs (1985) remarca restricțiile severe impuse de structurile logistice ale școlilor convenționale educației științifice eficiente, așa cum se întâmplă și asupra altor tipuri de învățământ care nu pot fi strecurate în cadrul rigid al unui program orar fix, împreună cu un manual, tablă și un profesor dintr-o clasă. În acest sens, profesorul Peter J. Fensham, un expert australian cu experiență în educația științifică, observa, în timp ce pleda pentru mai mult învățământ științific extrașcolar, deși școlile dețin aproximativ o treime din timpul activ al unui elev,

”în cadrul școlii, timpul este aproape întotdeauna fragmentat în bucăți mici care dau naștere la limitări despre ceea ce poate fi predat și învățat și cum se poate face acest lucru. Explorarea unui fenomen natural sau a unui instrument științific sau a unei tehnologii au perioade îndelungate de timp care nu sunt disponibile în orarele pe care le creează școlile pentru a satisface cerințele concurente ale diferitelor materii și cerințele sistemului educațional - pauze statutare, evenimente obligatorii, acces comun la resurse și așteptări tradiționale”¹².

La sfârșitul anilor '90, Charles Vela, fondator și director al Centrului pentru Avansarea Hispanicilor în Educația Științifică și Inginerească, introduce acronimul STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Matematică) în contextul programelor de vară pentru studenții talentați din Washington, în cadrul Institutului STEM. Datorită succesului programelor și a expertizei sale, Vela este invitat în numeroase conferințe

¹¹ *Ib.*

¹² *Ib.*

și panel-uri ale Fundației Naționale pentru Științe (engl.: NSF), care în 2001 adoptă acronimul, conferindu-i astfel recunoaștere globală.

Educația STEM s-a concentrat pe reforma curriculum-ului în multe țări, datorită înțelegerii clare a faptului că performanțele academice ale studenților în știință, tehnologie, inginerie și matematică determină dezvoltarea economică a țării și competitivitatea¹³.

Este între scopurile educației pregătirea indivizilor pentru a învăța o singură sau primă meserie? Sau e necesar să considerăm pregătirea tinerilor pentru a avea capacitatea de a se adapta la schimbările socio-economice rapide ale secolului în care trăim? Există la momentul actual locuri de muncă ce acum un deceniu nici nu erau imaginate și analizând evoluția ultimilor ani putem conveni ca generațiile viitoare se pregătesc pentru o lume despre care nu știm în totalitate cum va fi. Așa cum Clarence Darrow afirma ”supraviețuiesc nu cei mai puternici, nici cei inteligenți ci cei care se adaptează cel mai repede la schimbare” putem conchide că una din misiunile educației este aceea de a-i abilita pe tineri să învețe cum să învețe.

Științele, tehnologia, ingineria și matematica – STEM a devenit un termen omniprezent prin care să descrie abilitățile necesare esențiale pentru lucrătorii din economia globală secolului XXI. Mai mult, termenul a fost folosit pentru a echivala aceste abilități cu succes atât în sectorul privat, cât și în cel public. Succint, există convingerea că elevii și studenții educați STEM tind să prezinte următoarele caracteristici: „gândire critică, creativitate, inovație, comunicare, colaborare și antreprenoriat”¹⁴. Cu toate acestea, există o mișcare emergentă pentru a pune capăt separării științei și artelor și a o include pe cea din urmă în conceptul de STEM pentru a îmbunătăți unele dintre caracteristicile menționate anterior, de obicei asociate științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii.

În mod specific, STEAM reprezintă o evoluție de la conceptul de STEM, prin faptul că incluziunea artelor este centrată în jurul susținerii „imaginației prin inovație” în timp ce elevii abordează problemele legate de STEM¹⁵. Un curriculum STEAM oferă o oportunitate de a injecta creativitate în cursurile care au fost în mod

¹³ HyunJu et al. 2016, Akgunduz, 2016 apud Bilbokaite, Renata; Slekiene, Violeta; Bilbokaitė-Skiauterienė, Ieva: „The Situation Of And The Need For Steam Non-Formal Education: The Context Of Lithuanian Teachers' Opinions”, 8875–8882, 2018, <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.2077>, Duran et al. 2014

¹⁴ Jolly, 2014, apud Khine, Mynt Swe; Areepattamannil, Shaljan (Eds.): *STEAM Education: Theory and Practice*, Springer International Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

¹⁵ Feldman, 2015, apud Khine, Mynt Swe; Areepattamannil, Shaljan (Eds.): *STEAM Education: Theory and Practice*, Springer International Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

tradițional mai științifice prin natura lor. Includerea creativității, mai precis artele, necesită ca elevul participant să abordeze activitățile STEM într-o manieră distinctă. În mod specific, STEAM stabilește o intersecție între discipline, subliniind în același timp elemente ale „designului, artele spectacolului (comunicare tehnică) și planificare creativă”¹⁶

Rolul artelor în procesul creativ este unul dintre factorii invocat drept fundamental pentru perpetuarea inovației în forța de muncă a viitorului, indiferent de industrie. Una dintre opiniile de lungă durată pentru 50% dintre angajatorii chestionați în raportul *Ready to Innovate*, raport întocmit de Lichtenberg, Woock și Wright¹⁷ în 2008 este că „artele sunt cel mai semnificativ indicator al creativității” la indivizii care urmăresc poziții în firmele lor. Mai mult, aceste tipuri de persoane care vor intra în câmpul muncii vor avea o mentalitate hibridă care va fi mai valoroasă datorită abordării lor de soluționare a problemelor și capacității de a inova. Includerea artelor în STEM va ajuta la formarea de persoane care văd lumea printr-o lentilă diferită, capabile să proiecteze creativ procese completate cu o serie de abilități tehnice.

Termenul de STEAM apare la sfârșitul primului deceniu al secolului. În 2008, Georgette Yakman prezintă modelul de educație integrată STΣ@M Education¹⁸. STEAM este de asemenea folosit și de Harvey White, 2010, fondator al Qualcomm, care a considerat că domeniul STEM ar putea beneficia de „obiceiurile artistului” cu accent pe „rezolvarea creativă a problemelor” cultivată dintr-o abordare definită a instruirii. Poziția lui Harvey White în calitate de susținător proeminent al educației STEAM oferă fundamentul pentru evoluțiile ulterioare ale conceptului¹⁹.

Un mod interesant de a privi sau de a justifica construirea programelor STEAM în școli este că ”modurile de învățare STEAM de fapt, îi fac pe elevi mai creativi și mai empatici. Creativitate, și empatia, duce la fericire[...] Aceleași căi neuronale care se aprind atunci când elevii simt empatie se aprind atunci când elevii folosesc arta în școală”²⁰.

¹⁶ Jolly, 2014, apud Khine, Mynt Swe; Areepattamannil, Shaljan (Eds.): *STEAM Education: Theory and Practice*, Springer International Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

¹⁷ Lichtenberg, Woock, *Ready to Innovate*, Wright, 2008

¹⁸ Yakman, Georgette: „STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education”, 2008

¹⁹ White, Harvey, 2010

²⁰ Catterall, Lisa G.: „A Brief History of STEM and STEAM from an Inadvertent Insider”, în *The STEAM Journal*, 3(1), 2017, <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol3/iss1/5>

Educația STEAM autentică ar trebui să fie direcționată pe dezvoltarea interacțiunilor dintre materiile STEAM în paralel cu menținerea integrității fiecărei materii. Prin urmare este imperativ ca pedagogiile bazate pe modele pentru educația STEAM la clasă să fie în continuare cercetate, pentru a contribui la alfabetizarea STEAM integrată²¹. În același timp Tinnell concluzionează că, prin susținerea comunităților de învățare (Faculty Learning Community) facultățile au un puternic impact asupra durabilității schimbărilor pedagogice²².

Un alt aspect important este acela că disparitățile în rezultatele școlare la știință apar timpuriu și că programele și politicile care vizează soluționarea sunt recomandate să înceapă cu ciclul preșcolar și primar²³.

În acest context se naște întrebarea: cum se pot construi programe STEAM în școli și în afara lor care sunt practicile optime ale căror șabloane merită preluate?

*

În cele ce urmează vom expune activitățile de educație nonformală STEAM, desfășurate de clubul CERC Experimentis, în zona Iașului, începând cu 2019, inspirate din experiența internațională și adaptate la contextul local.

4. ABORDĂRI ALE EDUCAȚIEI NONFORMALE STEAM

Mohr²⁴ concluzionează, că mediile de învățare informale cresc interesul elevilor pentru STEM și astfel cresc și șansele ca un elev să opteze pentru o carieră STEM²⁵. Programele în afara școlii întâmpină și bariere precum transportul elevilor sau disponibilitatea profesorilor. Tranziția acestor programe în interiorul școlii pot asigura o participare mai bună prin eliminarea acestor bariere. Totuși, McDavid (2020) arată în cercetarea sa că experiențele în școală sunt asociate cu un grad mai

²¹ Hallström, Jonas; Schönborn, Konrad].: „Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument”, în *International Journal of STEM Education*, 6 (22), 2019, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>

²² Tinnell, Teresa L.; Ralston, Patricia A. S.; Tretter, T. R., & Mills, Mary E.: „Sustaining pedagogical change via faculty learning community”, în *International Journal of STEM Education*, 6(1), 26, 2019, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0180->

²³ Betancur, Laura; Votruba-Drzal, Elizabeth; Schunn, Christian: „Socioeconomic gaps in science achievement”, în *International Journal of STEM Education*, 5(1), 38, 2018, <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0132-5>

²⁴ Mohr, 2014

²⁵ Kitchen et al., 2018

mic al motivației elevilor (un efect negativ avându-l structurile și procesele școlare precum notele și participarea obligatorie).

Joan Freeman menționează, în studiul său din 2002 "Out-Of-School Educational Provision For The Gifted And Talented Around The World", programele de educație în afara școlii care se desfășoară în diferite țări ale lumii. O trecere în revistă evidențiază diverse activități în muzee, centre de știință, laboratoare, galerii de artă, tabere de vară, cluburi de științe, universități, grădini zoologice, chiar și laboratoarele școlare deschise în week-end, biblioteci, parcuri istorice, locații special destinate activităților educative pentru copii sau familie (American Renaissance Quest Camps, the Advanced Space Academy or the Chinese Children's Palaces)²⁶.

Un aspect important consemnat de Freeman în studiul său, este legat de identificarea și dezvoltarea copiilor cu înalte abilități prin punerea la dispoziție a diverselor oportunități de învățare.

Principiul de la care se pornește este acela că oferind tuturor copiilor mijloacele educaționale și încurajarea de a-și exercita abilitățile în domeniile în care sunt interesați, li se permite să devină în mod evident talentați. Țări predominante care practică această metodă sunt China, SUA, Noua Zeelandă.

Din cercetările proprii efectuate în muzee de știință din vestul Europei (Olanda, Germania, Elveția, Franța, Italia, Cehia) am identificat în fiecare locație oportunități adecvate copiilor în scopul descoperirii ariilor de interes și de talent. Ipoteza de la care se pornește este că interesele copiilor asociate cu oportunitățile le vor permite să exceleze.

Ceea ce Freeman observă ca fiind Pro acestei măsuri este că majoritatea țărilor au deja mijloacele de a promova acest sistem, cum ar fi lucrul cu copiii în muzee de arte și științe, care nu este costisitor²⁷. Cu voință, sunt de obicei găsite accesorii educaționale locale. Este pozitiv faptul că niciun copil nu este împiedicat de teste sau de un deficit de bani de la această învățare continuă.

Cercetătoarea atrage atenția și asupra următorului risc: Dacă nu există o organizație concertantă (de preferință la nivel național), prevederea/măsura ar putea fi necompletată sau neuniformă. O ofertă vastă de acest tip permite unui

²⁶ Freeman, Joan: Out-Of-School Educational Provision For The Gifted And Talented Around The World, Vol. Report for Department of Education and Skills, 2002.
<http://www.joanfreeman.com/pdf/Text%20part%20one.pdf>

²⁷ *Ibidem*

număr mare de tineri să experimenteze în diferite domenii și pentru cei talentați și motivați să atingă niveluri extrem de ridicate de realizare.

Campania Educație pentru Inovare a președintelui Obama²⁸ subliniază importanța realizării de experiențe creative în care proiectarea învățării promovează activități practice în spații informale de învățare prin muzee, biblioteci și spații comunitare²⁹. Președintele Obama a anunțat o serie de parteneriate strategice care implică companii de top, fundații, societăți non-profit și societăți media, științifice și ingineresti dedicate motivației și inspirării tinerilor din America să exceleze în știință și matematică. Pentru a susține acest program au fost alocați peste 260 milioane de dolari.

O comparație internațională, realizată de OECD (Organizația pentru Cooperare Economică și dezvoltare) în raportul „Educația dintr-o privire 2017” (OECD, 2017) situează Germania pe poziții de vârf în educația STEM. Conform comparației internaționale, Germania are cel mai mare număr de studenți și absolvenți de matematică, informatică, științe naturale și tehnologie. În general, OECD Germania certifică un sistem educațional eficient în care tinerii fac o tranziție deosebit de reușită de la sistemul de învățământ la viața profesională. Raportul evidențiază educația STEM ca subiect principal al anului 2017. În 2015, 40% dintre începătorii din sectorul de învățământ terțiar din Germania, inclusiv studii universitare sau pregătire avansată pentru meșteri și tehnicieni, au optat pentru un subiect STEM. Media OCDE a fost de 27 la sută. Și aproximativ 35% dintre persoanele cu vârsta cuprinsă între 25 și 64 de ani cu studii superioare au o diplomă în matematică, știință și tehnologie - aceasta plasează și Germania pe primul loc în OCDE, unde media corespunzătoare este de 25%. Raportul OCDE arată, de asemenea, că educația STEM are perspective de angajare deosebit de pozitive³⁰.

Un rol important cultural și educativ îl au muzeele sau centrele interactive de științe care și-au transformat specificul din unul în care vizitatorul observă exponate primind informații scriptice sau auditive despre acestea la un specific cu preponderență interactiv, în care vizitatorul poate descoperi, testa și interacționa cu

²⁸ President Obama Launches ‘Educate to Innovate’ Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. (2009, November 23). Whitehouse.Gov. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>

²⁹ Sheridan et al. 2014, apud Khine, Mynt Swe; Areepattamanni, Shaljan (Eds.): *STEAM Education: Theory and Practice*, Springer International Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

³⁰ Raportul „Educația dintr-o privire 2017, OECD, 2017.

exponatele ilustrând astfel zicala tribului Asaro din Indonezia și Papua Noua Guinee: „Cunoașterea este un zvon doar până când ajunge în mușchi”.

Considerând noile tipuri de experiențe muzeale și aportul lor educativ și analizând lista și numărul muzeelor de știință din lume, în special din Europa continentală (Germania, Olanda, Franța, Italia, Cehia, Polonia ș.a.), în Regatul Unit al Marii Britanii fiind menționate peste 50 de muzee, centre de științe sau parcuri de descoperiri. Observăm o importanță crescută a acestor tipuri de instituții care rezidă din multitudinea de activități culturale și educative pe care le oferă, cu un puternic impact în educarea copiilor și a familiilor. Multe dintre aceste centre oferă și diferite oportunități de formare pentru profesori.

Vă veți întreba poate de ce educație STEAM și de ce atâta efort cu depășirea sferei formalului.

Falk și Dierking în cercetarea lor din (2010) punctează faptul că nu școala este locul unde americanul tipic învață cel mai mult despre știință. În cadrul formal un american tipic, care începe să meargă la grădiniță de la 5 ani și care, dacă studiază și la colegiu, stă în școală după vârsta de 20 de ani, petrece în medie 5% din viața sa învățând în mod formal despre științe. Acest procent poate nu ar fi îngrijorător însă, în societatea modernă în continuă dezvoltare și tehnologizare sunt necesare cunoștințe și abilități din domeniile STEAM împreună cu competențe de comunicare, colaborare, gândire critică și spirit civic iar întrebarea ridicată este cum putem sprijini formarea de astfel de cunoștințe și competențe și în afara școlii³¹.

5. STEAM – MEDIERE ÎNTRE FORMALUL ȘI NONFORMALUL EDUCATIV

Din 2019, clubul CERC Experimentis oferă copiilor activități de educație nonformală STEAM bazată pe descoperire, cercetare, colaborare și joc. Atelierele au la bază un curriculum variat și pornesc odată de la punctele cheie din programa școlară pentru ciclul primar și gimnazial și în al doilea rând de la interesele exprimate ale copiilor și părinților. Inspirată din activitățile marilor muzee de științe (Nemo din Amsterdam, Experimenta din Heilbronn, Muzeul Leonardo Da Vinci din Milano, Muzeul german al Tehnicii din Berlin sau Techmania din Pilsen, Cehia) atelierele CERC Experimentis folosesc materiale didactice veritabile sau spații cu potențial educativ.

³¹ Falk, John H. & Dierking, Lynn D.: „The 95 percent solution: School is not where most Americans learn most of their science”, în *American Scientist*, 98, 486–493, 2010, <https://doi.org/10.1511/2010.87.486>

În perioada 2019-2023 au fost dezvoltate de către membrii echipei peste 200 de tematici și peste 1500 de elevi au participat la diferite ateliere organizate.

Povestea educației STEAM la Iași a început cu proiectul ExperimentIS sprijinit de Fondul Științescu prin Fundația Comunitară. Proiectul, gestionat de un nucleu compus din Laura Frențescu Tordai, Simona Alexoae, Oana Stanciu, Antonio Caciuc (HackerSpace Iași), Victor Chirilă (Idei 3D) și Sebastian Roșca, a strâns 25 de tineri din 7 instituții de învățământ din Iași care au fost implicați și ghidați în 15 ateliere educativ-creative ce avea ca scop cercetarea și crearea de exponate științifice interactive. Proiectul a propus crearea unui fond de exponate în vederea înființării unui centru interactiv de Științe. Materialele create împreună cu elevii au fost folosite la demonstrații în cadrul primului festival de Științe și Experimente din Iași organizat pe 25 mai 2019 la Muzeul Municipal Iași, cu sprijinul Fondului Științescu, al Primăriei Municipiului Iași, Hackerspace Iași și Idei 3D.

La festival s-au alăturat și alte echipe de proiect, beneficiari ai fondului Științescu. În cele 3 ore de festival peste 300 de vizitatori curioși au participat la demonstrații și activități.

Activitățile de promovare a științelor au continuat sub forma de parteneriate cu diferite instituții ale orașului cum ar fi Biblioteca Județeană Iași, în cadrul școlii de vară, Liceul Teoretic de Informatică "Grigore Moisil", Fundația Comunitară la Festivalul Științescu.

Odată cu debutul anului școlar 2019 au început primele ateliere STEAM sub egida nou înființatului club CERC Experimentis. Pandemia care începând cu martie 2020 a limitat drastic toate activitățile social-economice a lăsat amprente marcante. Din vara lui 2020 activitățile clubului revin offline, cu respectarea măsurilor de siguranță sanitară.

Tot în aceeași perioadă încep proiectele în parteneriat cu Universitatea de Științe ale Vieții, Universitatea "Alexandru Ioan Cuza", Biblioteca Centrală Universitară, Astroclubul Pegas. Scopul este acela de a lega învățarea de lumea reală pentru a obține o înțelegere mai profundă a conceptelor sau fenomenelor. Astfel copiii descoperă sistemul solar și cu ajutorul demonstrațiilor de la Planetariu, laboratoarele de panificație sau prelucrare a cărnii din cadrul Universității de Științe ale Vieții le oferă detalii concrete asupra dispozitivelor și procedurilor de lucru, Muzeul Facultății de Biologie le oferă celor mici incursiuni în lumea păsărilor și a celorlalte viețuitoare. În cadrul taberei de astronomie de pe dealul Cătălina, Cotnari explorăm cerul prin telescop și în același timp descoperim optica.

Vizitele la muzee sunt un excelent motiv de a începe dialogul STEAM pe diferite tematici.

Expoziția "Evoluția curții domnești de la Iași", găzduită de Palatul Culturii Iași, a prilejuit ulterioare incursiuni în lumea tehnicii și a imprimantelor 3D, a culturii și a obiceiurilor vremii sau chiar am avut parte de jocuri arhitecturale. Dialogul s-a ținut între diferite perspective și domenii de interes, având ca punct de start expoziția susnumita.

Clubul CERC Experimentis funcționează ca societate comercială iar ca parte de asumare a responsabilității sociale participă la diverse evenimente pentru comunitate cum ar fi Romanian Creative Week 2021 și 2023, Noaptea Cercetătorilor 2022 și 2023, Șotron - Festivalul Copilăriei, iunie 2023.

Din octombrie 2022 se înființează Asociația Cultură, Educație, ReCreație - CERC care participă la evenimente precum

- „Atelierul de realizat hrănitore pentru păsările din parc”, organizat de grupul civic Ghica Vodă, cu sprijinul Asociației CIVICA și în parteneriat cu Școala "Carmen Sylva" și Asociația Ornitologică Română (SOR) (11.02.2023)

- Căutarea de comori la Muzeul Municipal în cadrul evenimentului Noaptea Muzeelor din data de 13 mai 2023

- Picnicul creativ "Voi cum vă imaginați parcul?" care a avut ca scop sensibilizarea și conștientizarea comunității asupra importanței naturii urbane și asupra necesității menținerii și amenajării spațiilor verzi (1.06.2023)

Prin crearea de parteneriate cu diferite instituții de învățământ și cultură țintim să promovăm educația despre Științe, Tehnologie, Inginerie, Arte și Matematică dincolo de spațiul învățării clasice - ora de curs.

Ne propunem o abordare care să complementeze educația formală, spre beneficiul copilului, și în sens larg, spre beneficiul societății.

Din 2021 în cadrul programului de cercetare și studii doctorale urmăresc transformarea practicilor de predare astfel încât elemente de transdisciplinaritate să fie integrate în activități didactice la nivelurile gimnazial, primar și preprimar. În 2023 a fost acreditat de către Ministerul Educației cursul de dezvoltare profesională (45 ore) propus de Asociația Română de Literație care are în componența sa de trei module un modul de Educație STEAM, de care Laura Frențescu Tordai este responsabilă. Cursul a fost susținut în perioada aprilie - iunie 2023 în 5 școli din județul Suceava, din mediul urban și rural.

Cum putem rezolva probleme din viața reală folosind tehnologia și conceptele științifice și matematice într-un mod creativ și colaborativ? Varietele răspunsuri la această întrebare și-au găsit forma în educația STEAM.

Intersecția dintre știință și medierea culturală este un domeniu complex și cu mai multe fațete, așa cum demonstrează o serie de studii. Santos³² subliniază nevoia de sensibilitate culturală în comunicarea științifică, în special în contextul muzeelor. Nascimento³³ explorează acest lucru, subliniind rolul medierii socio-culturale în muzeele de știință, cu accent pe corpul uman. Lebak³⁴ și Jegede³⁵ subliniază rolul medierii culturale în educația științifică, Lebak discutând provocările predării științei dincolo de granițele culturale și subliniind necesitatea ca profesorii să-și adapteze metodele de predare la mediile culturale ale elevilor lor, în special în mediile de învățare informală, iar Jegede propunând o abordare pedagogică care recunoaște și unește aceste diferențe culturale. Aceste studii subliniază în mod colectiv importanța medierii culturale în a face știința accesibilă și relevantă pentru diverse audiențe.

Cercetările au arătat potențialul educației STEAM în muzee, în special în muzeele universitare de știință, unde învățarea bazată pe interacțiune și dialog poate îmbunătăți abilitățile de rezolvare a problemelor³⁶. Acest lucru este susținut și de rolul muzeelor în promovarea moștenirii culturale și a parteneriatelor internaționale³⁷. Influența perspectivelor socioculturale asupra interacțiunilor de învățare dintre profesori, elevi și educatorii muzeali este, de asemenea, crucială,

³² Santos, Diogo: „Report-2nd meeting of mediation of knowledge and scientific culture”, în *Journal of Science Communication*, 19(2), 2020, R01 <https://doi.org/10.22323/2.19020601>

³³ do Nascimento, Sylvania Sousa: „The human body on Exhibit: Promoting socio-cultural mediations in a science museum”, în *Journal of Science Communication*, 7(4), 2008, C05. <https://doi.org/10.22323/2.07040305>

³⁴ Lebak, Kimberly: „Mediating cultural borders during science field trips”, în *Cultural Studies of Science Education*, 2(4), 847–882, 2007, <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9054-0>

³⁵ Jegede, Olugbemiro J.; Aikenhead, Glen S.: „Transcending Cultural Borders: Implications for science teaching”, în *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 1999, 45–66. <https://doi.org/10.1080/0263514990170104>

³⁶ Tanabashi, Sayuri: „STEAM Education Using Sericulture Ukiyo-e: Object-Based Learning through Original Artworks Collected at a Science University Museum in Japan”, în *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), 2022, e2248. <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>, 2021

³⁷ Milutinović, Jovana; Gajić Olivera: „Intercultural dialogue in the museum context”, în *US-China Education Review*, July 2010, Volume 7, No.7 (Serial No.68), <https://www.semanticscholar.org/paper/Intercultural-dialogue-in-the-museum-context-Jovana-Olivera/c76484b12d4c1b0ee5992be645910a7d9ce6b7b3>

muzeele oferind un mediu unic de învățare experiențială³⁸. În cele din urmă, rolul emoțiilor, al limbajului și sau al exponatelor în schimbarea continuă în cadrul muzeelor subliniază importanța medierii culturale în predarea STEAM³⁹.

Ca proiect viitor care să aducă un plus de valoare în pregătirea profesională a viitorilor profesori ne propunem organizarea de ateliere didactice care să mute dialogul educativ din spațiul sălilor de clasă în spațiul muzeului, acolo unde abundă de exponate pline de istorie și care se leagă de evoluția culturală, socială și tehnologică a omenirii. În acest sens este inițiat parteneriatul între Asociația Culturală Educație ReCreație, Complexul Muzeal Național „Moldova” și Universitatea ”Alexandru Ioan Cuza” prin facultățile sale. În cadrul acestui proiect avem posibilitatea să dezvoltăm și să testăm noi abordări metodologice de predare și învățare care să mențină copilul în starea de explorare, curiozitate și satisfacție a înțelegerii mai mult decât cele 5% din viață indicate de Falk și Dierking⁴⁰.

³⁸ Griffin, Janette: „Exploring and Scaffolding Learning Interactions Between Teachers, Students and Museum Educators”, în Davidsson, Eva; Jakobsson, Anders (Eds.): *Understanding Interactions at Science Centers and Museums: Approaching Sociocultural Perspectives*, pp. 115–128, Sense Publishers, 2012, https://doi.org/10.1007/978-94-6091-725-7_8

³⁹ Adams, Jennifer D.; Tran, Lynn U.; Gupta, Preeti; Creedon-O’Hurley, Helen: „Sociocultural frameworks of conceptual change: Implications for teaching and learning in museums”, în *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 435–449, 2008, <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9101-5>

⁴⁰ Falk, John H. & Dierking, Lynn D.: „The 95 percent solution: School is not where most Americans learn most of their science”, în *American Scientist*, 98, 486–493, 2010



FESTIVALUL ȘTIINȚELOR ȘI EXPERIMENTELOR

EXPERIMENTIS

JOC • COLABORARE • CUNOAȘTERE
DESCOPERIRE • INTERACȚIUNE

SĂMBĂȚĂ
25.05.2019

DE LA ORA
14.00

MUZEUL
MUNICIPAL
IASI

FB: EXPERIMENTIS.IASI

PROIECT REALIZAT DE

CU SPRIJINUL

FONDUL ȘTIINȚESCU

IASI
MUZEUL MUNICIPAL

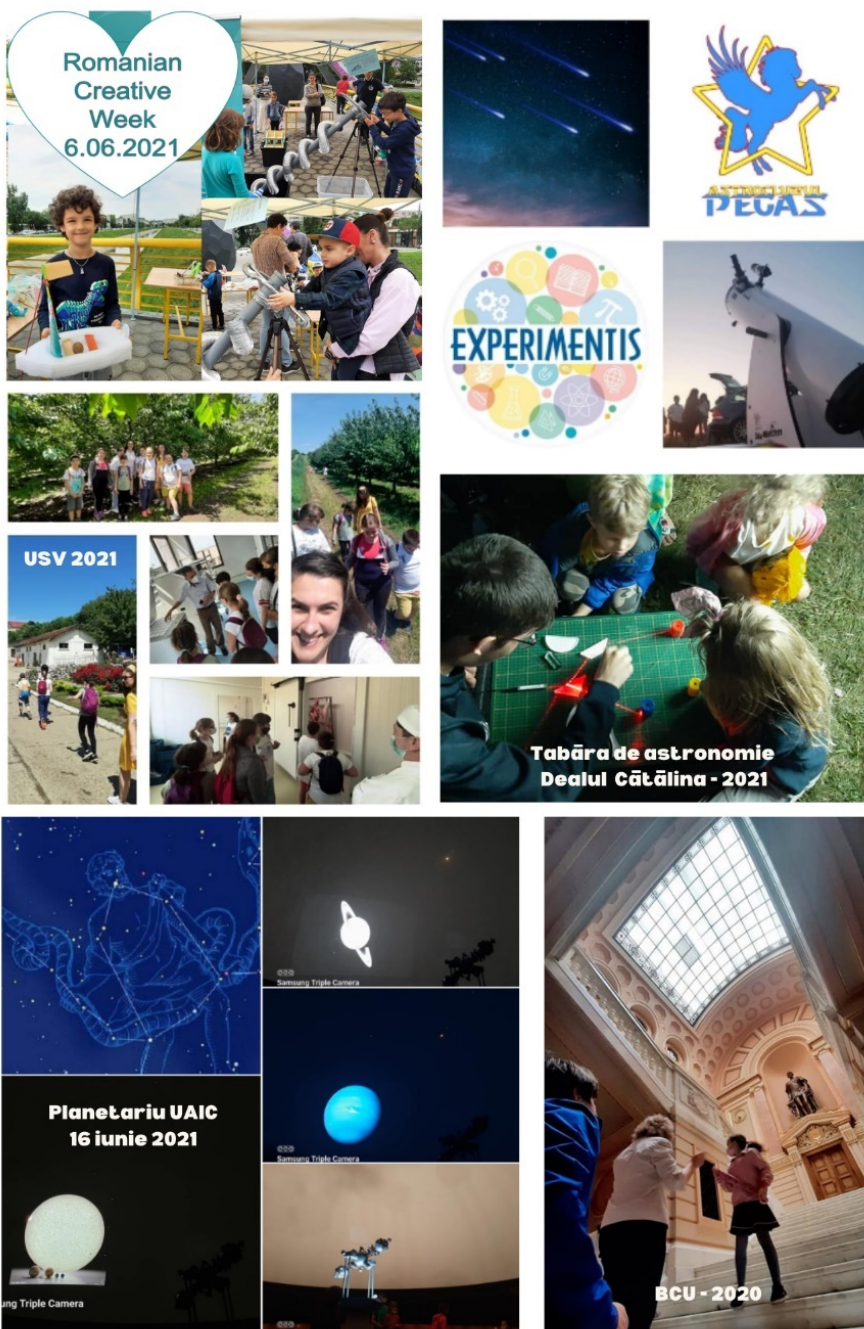


Cum se Face ce îți Place?

**GLiiS
T
E
X
P
E
R
I
M
E
N
T
S**

Sâmbătă, 14 septembrie 2019, orele 10.00-13.00
Liceul Teoretic de Informatică Grigore Moisil Iași





Full STEAM Ahead!
Educație STEAM de la formal la nonformal



BIBLIOGRAFIE:

Adams, Jennifer D.; Tran, Lynn U.; Gupta, Preeti; Creedon-O'Hurley, Helen: „Sociocultural frameworks of conceptual change: Implications for teaching and learning in museums”, în *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 435–449, 2008, <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9101-5>

Betancur, Laura; Votruba-Drzal, Elizabeth; Schunn, Christian: „Socioeconomic gaps in science achievement”, în *International Journal of STEM Education*, 5(1), 38, 2018, <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0132-5>

Bilbokaite, Renata; Slekiene, Violeta; Bilbokaitė-Skiauterienė, Ieva: „The Situation Of And The Need For Steam Non-Formal Education: The Context Of Lithuanian Teachers' Opinions”, 8875–8882, 2018, <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.2077>

Catterall, Lisa G.: „A Brief History of STEM and STEAM from an Inadvertent Insider”, în *The STEAM Journal*, 3(1), 2017, <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol3/iss1/5>

Coombs, Philip H.: *The World Educational Crisis: A Systems Analysis*, Oxford: University Press, 1968

Coombs, Philip H.: *The world crisis in education: The view from the eighties*. Oxford University Press, 1985, http://repository.vnu.edu.vn/handle/VNU_123/84565

Crețu, Carmen: *Teoria curriculumului și conținuturile educației*. Editura Universității ”Alexandru Ioan Cuza”, Iași, 1999

Falk, John H. & Dierking, Lynn D.: „The 95 percent solution: School is not where most Americans learn most of their science”, în *American Scientist*, 98, 486–493, 2010, <https://doi.org/10.1511/2010.87.486>

Freeman, Joan: *Out-Of-School Educational Provision For The Gifted And Talented Around The World*, Vol. *Report for Department of Education and Skills*, 2002, <http://www.joanfreeman.com/pdf/Text%20part%20one.pdf>

Griffin, Janette: „Exploring and Scaffolding Learning Interactions Between Teachers, Students and Museum Educators”, în Davidsson, Eva; Jakobsson, Anders (Eds.): *Understanding Interactions at Science Centers and Museums: Approaching Sociocultural Perspectives*, pp. 115–128, SensePublishers, 2012, https://doi.org/10.1007/978-94-6091-725-7_8

Hallström, Jonas; Schönborn, Konrad J.: „Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument”, în *International Journal of STEM Education*, 6 (22), 2019, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>

Jegede, Olugbemi J.; Aikenhead, Glen S.: „Transcending Cultural Borders: Implications for science teaching”, în *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 1999, 45–66. <https://doi.org/10.1080/0263514990170104>

Khine, Mynt Swe; Areepattamannil, Shaljan (Eds.): *STEAM Education: Theory and Practice*. Springer International Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

- Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college- and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529–547. <https://doi.org/10.1002/sce.21332>
- Lebak, Kimberly: „Mediating cultural borders during science field trips”, în *Cultural Studies of Science Education*, 2(4), 847–882, 2007, <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9054-0>
- McDavid, L., Carleton Parker, L., Li, W., Bessenbacher, A., Randolph, A., Harriger, A., & Harriger, B. (2020). The effect of an in-school versus after-school delivery on students' social and motivational outcomes in a technology-based physical activity program. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00226-3>
- Milutinović, Jovana; Gajić Olivera: „Intercultural dialogue in the museum context”, în *US-China Education Review*, July 2010, Volume 7, No.7 (Serial No.68), <https://www.semanticscholar.org/paper/Intercultural-dialogue-in-the-museum-context-Jovana-Olivera/c76484b12d4c1boee5992be645910a7d9ce6b7b3>
- Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., Schooler, W., & Schroeder, D. C. (2014). Developing Middle School Students' Interests in STEM via Summer Learning Experiences: See Blue STEM Camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291–301. <https://doi.org/10.1111/ssm.12079>
- do Nascimento, Sylvania Sousa: „The human body on Exhibit: Promoting socio-cultural mediations in a science museum”, în *Journal of Science Communication*, 7(4), 2008, C05. <https://doi.org/10.22323/2.07040305>
- OECD. (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017_eag-2017-en
- President Obama Launches 'Educate to Innovate' Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. (2009, November 23). Whitehouse.Gov. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>
- Santos, Diogo: „Report-2nd meeting of mediation of knowledge and scientific culture”, în *Journal of Science Communication*, 19(2), 2020, R01 <https://doi.org/10.22323/2.19020601>
- Tanabashi, Sayuri: „STEAM Education Using Sericulture Ukiyo-e: Object-Based Learning through Original Artworks Collected at a Science University Museum in Japan”, în *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), 2022, e2248. <https://doi.org/10.21601/ijese/10962>
- Tinnell, Teresa L.; Ralston, Patricia A. S.; Tretter, T. R., & Mills, Mary E.: „Sustaining pedagogical change via faculty learning community”, în *International Journal of STEM Education*, 6(1), 26, 2019, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0180-5>
- Yakman, Georgette: „STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education”, 2008.