

Apropant la perspectiva STEAM a docents de tecnologia en formació

Enric Ortega Torres (eortega@florida-uni.es) Florida Universitària – Unitat d'Educació / Departament de Didàctica de les ciències

La presència del terme STEM a la investigació educativa i als documents internacionals sobre educació científica és un fet contrastat. Aquesta realitat és coneguda pels docents de secundària en formació? Es mostra una intervenció didàctica realitzada amb futurs docents de tecnologia que evidència el seu desconeixement a priori sobre aquesta perspectiva i serveix per a dotar-los d'estratègies que els ajuden a dissenyar propostes didàctiques STEAM pròpies.

Paraules clau: Educació científica, formació professorat, Secundària, STEM.

The concept of STEM in educational research and international references on scientific education is a fact. Is this reality known by future secondary school teachers? We show a didactic intervention with initial training technology teachers that demonstrates their prior lack of knowledge about this perspective and provides them with strategies to design their own STEAM didactic proposals.

Keywords: Teacher training, science education, secondary school, STEM.

QUÈ SABEN D'STEM ELS FUTURS DOCENTS DE TECNOLOGIA?

Per poder dur endavant l'alfabetització en STEM, és imprescindible formar els futurs docents en aquest camp interdisciplinari. La possibilitat d'obrir pràctiques interdisciplinàries a un centre educatiu, i especialment als nivells de secundària, passa per aconseguir que hi hagen docents locomotors que des de la seua intenció, motivació i convenciment puguen generar equips i sinèrgies que facin realitat aquestes pràctiques, i les puguen mantenir en el temps.

Una alta responsabilitat en la possibilitat de generar pràctiques STEM recau sobre els futurs docents de Tecnologia. Són aquests especialistes els qui, des de l'actualització que requereix la seua disciplina, en un moment de transició on estem passant de la fusta a la impressora 3-D, han de trobar companys de viatge amb qui dissenyar propostes didàctiques interdisciplinàries que aconseguen implicar l'alumnat.

Els resultats i conclusions que es presenten a aquesta comunicació són fruit d'un treball realitzat amb un grup de 60 alumnes del Màster de Secun-

dària en l'especialitat de Tecnologia (2 grups de a Florida Universitària + 1 grup a Universitat Catòlica de València).



Figura 1. Alumnat participant

INTRODUCCIÓ: CONCEPTE STEM

Tot i que fou al 2012 quan Zollman (2012) va denominar la generació actual com la generació STEM, la reflexió sobre la necessitat d'alfabetització científic-tecnològica venia de més lluny, des de les diferents reflexions que ens aporta l'enfocament CTS com explica Acevedo-Diaz (1995) o com cita Couso (2017) a partir de la National Science Foundation (NSF), als Estats Units (Bybee, 2010) arribant a Europa el 2005 amb la publicació de l'informe "Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology" publicat per la Comissió Europea.

A partir de la idea provinent de la connexió Ciència, Tecnologia, Societat (CTS) sobre la impossibilitat de separar de lo social qualsevol avanç tecnològic o científic, i més si cap al món educatiu (Pérez, 1998), s'intenta ampliar aquesta definició per tal de donar-li també un enfocament més social, tenint present també la reflexió que fan altres investigadors com Sanders (2008) sobre el futur de l'educació tecnològica, on afirmen que aquest dependrà de la capacitat que tinga la pròpia disciplina didàctica per a demostrar la seua rellevància en el currículum escolar. Des d'aquesta perspectiva, Bruning, Schraw, Norby y Ronning (2004) ja varen identificar els trets sobre els que hauria de centrarse la mirada interdisciplinària de l'educació STEM per a integrar un enfocament cognitiu:

- L'aprenentatge com a procés constructiu i no repetitiu.
- La necessitat de motivació i creença en les possibilitats d'un mateix.
- La presència de la interacció social.
- La necessitat de contextualitzar el coneixement i les estratègies d'aprenentatge.

Bransford, Brown y Cocking (2000) avançaren ja la importància de centrar en l'alumnat les pràctiques d'educació científica per tal de generar un aprenentatge crític fonamental en tot el procés, un principi també clau per a les pràctiques STEM.

Durant tot aquest temps, la presència d'aquest acrònim ha anat in crescendo en el món educatiu amb un ús cada vegada major i amb un significat polisèmic que ha integrat diferents perspectives (Couso, 2017) però sense arribar a formar part amb entitat pròpia dels espais formals per a la formació dels docents, en particular en la formació dels futurs docents de Tecnologia a Secundària.

Hem de tenir en compte que la mirada global que empena les pràctiques STEM a educació està centrada en la visió sobre la urgència de millorar la quantitat, també la qualitat, dels professionals de l'àmbit STEM que es consideren imprescindibles per garantir el progrés econòmic a la societat actu-

al. Una empena que és global i que s'evidencia en les prioritats que marquen els organismes europeus i mundials.

Un exemple fou el discurs de la Secretaria d'Educació del president Obama al 2009, on emfatitzava la necessitat de planificar un nou currículum que aconseguira que la ciència fora més rellevant i interessant per a l'alumnat, amb docents que tingueren un coneixement profund sobre l'àmbit STEM (Duncan, 2009).

L'alfabetització en l'àmbit STEM no ha de veure's com una àrea de contingut específica sinó com a un medi canviant que pot ajudar a l'alumnat a millorar el seu aprenentatge en totes les disciplines que el formen. Des d'eixa perspectiva Jordi Domech (2017) a partir de la proposta de Bybee (2010) defineix les pràctiques STEM com una visió particular de l'aprenentatge Basat en Projectes orientada a l'àmbit científic amb els eixos característics de l'ABP; d'objectius externs, reptes i enllaç amb la comunitat que tracta de donar connexió a les àrees científiques amb el món real. Tenint en compte el procés seguit per aquest intent de definició, podem quedar-nos amb la proposada Couso (2017): "Estar alfabetitzat en STEM és ser capaç d'identificar i aplicar, tant els coneixements clau com les formes de fer, pensar, parlar i sentir de la ciència, l'enginyeria i la matemàtica, de forma més o menys integrada, per tal de comprendre, decidir i/o actuar davant de problemes complexos i per a construir solucions creatives e innovadores, tot aprofitant les sinèrgies personals i les tecnologies disponibles, i de forma crítica, reflexiva i amb valors" (p.24).

AUTOEFICÀCIA STEM

Són moltes les veus que fiquen en evidència la necessitat de dotar de contextualització social i mirada humanística les pràctiques STEM (Zeidler, 2014). Des d'aquest plantejament, cal aprofitar aquestes pràctiques a l'alumnat que tradicionalment s'ha sentit exclòs i trencar els estereotips internacionals ancorats a les ciències tècniques des de fa més de 40 anys. Aquests patrons identifiquen les professions STEM amb homes, blancs, de classe mitjana/alta i intel·lectualment brillants (Couso, 2017).

L'aparició del terme STEAM com a evolució d'STEM pel fet d'haver afegit la "A" representant a les disciplines artístiques als projectes de l'àmbit STEM no és arbitrària i, a més d'ampliar la mirada interdisciplinària incorporant als projectes d'àmbit científic una disciplina externa, respon a la necessitat de trencar aquests patrons.

A hores d'ara encara és una realitat als centres educatius que el percentatge d'alumnes que fan eleccions d'estudis relacionats amb la tecnologia és

altament masculí. No hi ha un percentatge normalitzat d'aspiracions professionals en l'àmbit STEM pera a les xiques o per part d'un tipus d'alumnat caracteritzat per nivells socioeconòmics baixos (EVERIS, 2012), i tant uns com els altres es caracteritzen per tindre una percepció baixa de la pròpia capacitat en aquest àmbit; creuen que no són capaços o es troben fora de lloc en aquestes disciplines. Les causes d'aquesta situació tenen un origen basat en factors personals, familiars, socials i escolars.

L'autoeficàcia; com a capacitat per creure que pots dur endavant una tasca (Bandura, 1995; Zimmerman, 2000) ha estat molt analitzada per la investigació a la didàctica de les ciències. Aquest camp de recerca centrat en conèixer els factors de l'autoeficàcia (un bon exemple d'àmbit europeu és el projecte STEAM4YOU) ha evidenciat que aquesta és un predictor dels resultats acadèmics molt influent; mostrant que l'alumnat amb una autoeficàcia baixa correlaciona significativament amb un baix rendiment acadèmic (Bandura, opus cit., Solaz-Portolés i Sanjosé, 2008). És per això, que la inclusió de la A com a representant de les arts per formar l'acrònim STEAM és una manera de convidar aquells alumnes que no es senten part d'aquests tipus de projectes i alhora una forma de dur endavant una estratègia per millorar la seua autoeficàcia en l'aprenentatge de les ciències (Zimmerman y Campillo, 2003).

Però tota aquesta realitat, STEM/STEAM és coneguda pels docents de tecnologia de secundària, o pels futurs docents? O potser aquest concepte interdisciplinari està més present a la investigació i no hi és tan reconegut a les aules? Amb l'objectiu de construir un pont entre l'apropament de la recerca a l'STEAM i els docents de secundària en formació es dissenya la proposta didàctica que es mostra a aquest article i que pretén donar resposta a aquestes qüestions.

EXPERIÈNCIA DIDÀCTICA

La intervenció didàctica que es presenta en aquesta comunicació ha estat estructurada en 3 parts:

I. Pre-test

Qüestionari passat als tres grups del Màster de Secundària en l'especialitat de Tecnologia per extreure els coneixement previs sobre STEM/STEAM amb que partien. Els resultats serveixen per adaptar el disseny del seminari STEAM -producte extret del projecte STEAM4YOU- a la realitat del grup.

II. Seminari "Docent STEAM" + Post-Test

Es realitza un seminari de 4 hores amb cada grup per explicar el concepte STEM que sorgeix del projecte E+ STEAM4YOU. Aquest seminari està estructurat a partir dels següents blocs:

- Què és STEM?
- Enfocament STEM
- Per què STEM?
- Autoeficàcia
- Per què STEAM?
- Característiques d'un bon projecte STEAM
- Dissenyem un projecte STEAM

En finalitzar el seminari es passa un qüestionari a mode de post-test per veure les opinions resultats que ha generat la intervenció didàctica.

III. Proposta didàctica ESCAPE STEAM ROOM

Als dos grups de Florida Universitària se'ls demana que realitzen una proposta didàctica grupal que integre els coneixements sobre STEAM treballats. Es fan subgrups de 4/6 alumnes i es dediquen 2 sessions de 4 hores per a dissenyar, redactar i muntar els artefactes STEAM per a que puguin ficar-se a prova en un grup de 3r d'ESO del centre Florida Secundària.



Figura 2: Artefactes resultants

La proposta encomanada a l'alumnat venia descrita amb les següents indicacions:

INTRUCCIONS DISSENY DE PROVA PER A L'ESCAPE ROOM

1. La proposta-prova dissenyada ha de ser complementària a la resta de proves (És a dir, cal establir una comunicació mínima entre els components de la resta de grups per tal d'assegurar que no hi ha solapaments o repeticions).
2. Haurà de ser realitzable per a l'alumnat de l'ESO i suposar un mini-repte que ha de ficar a prova algun coneixement de l'assignatura de tecnologia.
3. Finalitzarà amb el lliurament d'una informació per a l'alumnat de l'ESO que els permeta continuar amb el desenvolupament de l'ESCAPE TECH Room.

La memòria descriptiva de la proposta didàctica s'adaptarà al següent format:

PROVA ESCAPE ROOM (extensió aproximada entre 5-10 fulls)

I. Portada.

II. Presentació i justificació.

Cal explicar quin o quins són els coneixements que es fiquen a prova al realitzar aquesta prova de l'ESCAPE TECH ROOM

III. Objectius didàctics

Cal detallar els objectius didàctics de la proposta realitzada.

IV. Materials didàctics per a l'alumnat

Cal fer el disseny dels materials didàctics que acompanyen a l'artefacte per a que l'alumnat entenga què és el que ha de fer per superar el mini-repte.

V. Procediment seguit

Cal explicar com s'ha organitzat el grup per a dur endavant aquesta proposta. Des de la manera de prendre les decisions fins a la construcció de l'artefacte.

VI. Resultats esperats: Resultats d'aprenentatge + Resultats del projecte

Què espereu que sàpiga fer l'alumnat durant la realització d'aquesta prova? Quant de temps penseu que pot tardar? On es trobarà les dificultats?

VII. Criteris d'avaluació

Com podem avaluar el nivell de consecució del que ha aconseguit fer l'alumne? Hi ha diferents formes d'arribar a l'èxit i cada forma té una qualificació diferent?

Tingueu en compte en aquest apartat les possibles adaptacions curriculars a alumnat amb dificultats d'aprenentatge.

VIII. Bibliografia

IX. Artefacte construït

X. Presentació i explicació a la resta de companys-es de màster

RESULTATS I DISCUSSIÓ

A destacar dels resultats del pre-test previ a la intervenció és que més del 56% dels futurs docents de Tecnologia no coneixien, ni havien sentit parlar, del concepte STEAM. I més del 60% no coneixien el terme STEAM. Aquest resultat previ ens convida a la reflexió sobre quin és el nivell de coneixements previs sobre didàctica de l'especialitat que tenen els futurs docents de Tecnologia, provinents la major part del món laboral i especialment dels camps de l'enginyeria (73%) i l'arquitectura (20%). Sembla que aquests resultats ens confirmen que el terme STEAM és un constructe utilitzat exclusivament al món educatiu i que els futurs docents de Tecnologia no han tingut la necessitat/curiositat de conèixer quina és la situació de la professió a la que aspiren quan s'inscriuen al Màster.

Després de la primera intervenció (seminari STEAM), amb els resultats del post-test, destaquem que el 82,8% dels futurs docents consideraven que eren els docents de tecnologia els qui tenien la responsabilitat de dissenyar projectes STEAM als centres de secundària. És a dir, ser les locomotores que tiren d'altres docents per a fer realitat aquests projectes. Aquestes dades provenen de la pregunta del post-test "Quina disciplina hauria de ser la promotora de les pràctiques STEM/STEAM a un centre de secundària?"

A més, el 36,6% considerava que l'àrea més difícil d'integrar als projectes STEAM era l'Art, i el 28,1% considerava que era l'enginyeria i el 24,6% les matemàtiques.

Aquests resultats combinats ens conviden a pensar que tot i ser-ne conscients de la responsabilitat que tenen com a futurs/es docents de Tecnologia per al disseny de projectes STEAM, troben la necessitat de treballar amb equip amb altres companys/es per poder dur-los a la pràctica.

Finalment, destaquem també que el 91,4% dels futurs docents de Tecnologia consideraven necessari la incorporació de projectes STEAM als centres de secundària.

Pel que fa als resultats de les propostes didàctiques dissenyades pels docents en formació, a la figura 3, podem veure un resum dels continguts que proposaven treballar a cadascuna de les proves que formaven l'Escape Room, elaborat pels diferents grups d'alumnat del Màster.

PROVES ESCAPE ROOM	CONTINGUTS FÍSICS	CONTINGUTS ENGINYERIA	CONTINGUTS TECNOLOGIA	CONTINGUTS MATEMÀTIQUE
PROVA 1: CIRCUIT ELÈCTRIC	LLEI OHM		ÚS POLÍMETRE	
PROVA 2: TRIÀNGLES AMB ARDUINO	LLEI OHM		MAGNITUDS ELÈCTRIQUES	TRIGONOMETRIA PROBLEMES GEOMETRIA (TEOREMA PITÀGORES)
PROVA 3: MATERIALS	PROPIETATS MATERIALS PROBLEMES ENERGIA DENSITAT FORCES			PROBLEMES ALGEBRA CÀLCUL VOLUMS FIGURES IRREGULARS
PROVA 4: BALANÇA	FUNCIONAMENT BALANÇA	DISSENY 3D		GEOMETRIA FIGURES REGULARS
PROVA 5: PANY IMPRESSORA 3D	CÀLCUL VOLUMS	ÚS IMPRESSORA 3D		
PROVA 6: ARDUINO LEDS		ÚS ARDUINO	LLENGUATGE PROGRAMACIÓ MUNTATGE ELECTRÒNIC	

Figura 3. Continguts integrats a les propostes didàctiques de l'alumnat de Màster

Els resultats de les propostes didàctiques/proves Escape Room presentades per l'alumnat del Màster de Secundària guarden coherència amb les respostes que l'alumnat va donar als qüestionaris post-test. Tot i haver insistit al seminari específic en la importància de la inclusió de la A, com a representant de les Arts als projectes STEAM, cap de les proves feia una proposta de contingut artístic per a l'alumnat (el professorat es troba més còmode a la seua especialitat i requereix ajuda d'altres especialistes per a eixir del seu àmbit). A més, les propostes de continguts d'enginyeria són les següents amb menys presència i els continguts de matemàtiques són molt semblants, centrant-se exclusivament en la part d'àlgebra i/o geometria.

Després d'haver realitzat aquesta proposta didàctica més del 92,3% dels alumnes la considerava un bon instrument per a generar interès, curiositat i motivació per a l'aprenentatge en l'alumnat de secundària. Al mateix temps, més del 83% dels alumnes participants veien aquesta proposta com una bona oportunitat per a formar equips multidisciplinaris al centre.

Per altra banda, quan es pregunta quina és la competència transversal que més es treballa amb aquesta proposta didàctica exposen en primer lloc

el Treball en Equip (38%), en segon l'Aprenere a aprendre (19%), seguit per la Comunicació (15%) i Resolució de problemes (11%).

CONCLUSIONS

Després de la realització d'aquesta seqüència didàctica a l'aula de Complementos de Tecnologia del Màster de Secundària podem extraure conclusions relacionades en el procés de formació dels futurs docents de Tecnologia i sobre l'aplicació de la pròpia proposta a un centre de secundària.

Respecte a la formació dels futurs docents de tecnologia, destaca el seu desconeixement -a priori- de la realitat de la professió i la seua mirada tradicional al respecte d'aquesta, centrant-se exclusivament en la importància sobre el coneixement dels continguts i menys en la metodologia o les possibilitats interdisciplinars de desenvolupament de l'aprenentatge, tal i com es manifesta en les opinions exposades a les propostes didàctiques presentades.

Per altra banda, també cal destacar la seua bona predisposició a dur endavant propostes noves i la bona capacitat per a integrar-les en el seu perfil professional, mostrant un nivell baix de resistències a aquest tipus de pràctiques.

Podem concloure per tant que la intervenció didàctica executada ha acomplert els objectius d'apropar el coneixement de la realitat STEM/STEAM provinent de la recerca als docents en formació.

Respecte a la possibilitat d'integrar aquesta pràctica a un centre de secundària hem de destacar que aquesta proposta didàctica obri la possibilitat de generar equips interdisciplinaris al centre i posa en pràctica el desenvolupament de les competències de pensament d'ordre superior en l'alumnat, així com d'altres de caire més social també necessàries per al món actual, tal i com es destaca al projecte The Big 13 (Rotherdam Ready, 2011), entre moltes altres propostes.

Al mateix temps pot ser una forma d'ensenyar ciència i tecnologia desenvolupant la creativitat, resolució de problemes, comunicació i metacognició de manera integrada i no com a actuacions diferenciades en altres espais, tal i com proposen Pellegrino, Hilton i Learning (2012).

La necessitat de canvi en les metodologies emprades a l'aula per tal de fer-les útils per al perfil d'alumnat del S.XXI passa, entre molts altres factors, per un de determinant, com és la formació dels futurs docents. Molts d'aquests futurs docents han estat alumnes en una realitat diferent i tenen tendència a reproduir les pràctiques que varen viure en el seu procés de formació. És responsabilitat dels formadors dels mestres del futur mostrar des de la pròpia pràctica a l'aula alternatives realistes i

contrastades que puguen servir per a donar recursos als futurs i futures docents, especialment a les disciplines científiques i tecnològiques del Màster de Secundària, degut a la seua curta durada i a la formació prèvia dels participants, que en un percentatge alt estan en procés de re-ubicació professional provenint de professions tècniques on la realitat dels estereotips històrics està molt present.

Bibliografia

- Acevedo-Díaz, José. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: una breve revisión del tema. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 75-84.
- Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-efficacy in changing societies*. Cambridge University Press.
- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM. Math-science connector newsletter*, 6-8.
- Bruning, R., Schraw, G., Norby, M., & Ronning, R. (2004). *Cognitive psychology and instruction*. Columbus.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn (Expanded ed.)*. Washington, DC: National Academy.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 34, 22-30.
- Domenech Casal, J. (2017). Aprenentatge Basat en Projectes en àmbits STEM. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, 33, 002-7.
- Duncan, A. (2009). *Secretary Arne Duncan's remarks to the President's Council of Advisors on Science and Technology*. Recuperat de <http://www2.ed.gov/news/speeches/2009/10/10232009.html>
- EVERIS, C. (2012). *La falta de ingenieros TIC: situación actual y perspectiva*. Barcelona. Disponible en: <http://www.everis.com/spain/WCLibraryRepository/La%20falta%20de%20ingenieros.pdf>
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). *Committee on defining deeper learning and 21st century skills*. Center for Education.
- Pérez, D. G. (1998). *El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Rindermann, H., & Heller, K. A. (2005). The benefit of gifted classes and talent schools for developing students' competences and enhancing academic self-concept. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19(3), 133-136.
- READY, Rotherham. (2011) *The Big 13-Enterprise Entitlement through the curriculum*.
- Sanders, M. E. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4) 20. International Technology Education Association (ITEA).
- Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2008). Types of knowledge and their relations to problem solving in science: directions for practice. *Sísifo. Educational Sciences Journal*, 6, 105-112.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 82-91.
- Zimmerman, B. J., & Campillo, M. (2003). *Motivating self-regulated problem solvers*. The psychology of problem solving, 233262.
- Zollman, A. (2012). *Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning*. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.
- Zeidler, D. (2014). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A socio-cultural socioscientific response. *Cultural Studies Of Science Education*, 11(1), 11-26. doi:10.1007/s11422-014-9578-z

Fonts electròniques

- Projecte STEAM4YOU (n.d.). <https://steam4u.eu/>