



Espais de fabricació comunitaris en l'educació primària: Involucrant l'alumnat de Grau en el procés de creació de projectes STEM amb espais de fabricació digital.

Bernat Rios-Rubiras
Escola l'Horitzó (Barcelona)
brios@escola-horitzo.cat

Resum • Aquest article relata una activitat desenvolupada al llarg del primer quadrimestre amb l'alumnat de 4t del Grau en Educació Primària de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Es tracta d'una activitat desenvolupada conjuntament amb l'espai de fabricació UAB OpenLabs de la facultat d'Enginyeria. L'activitat va permetre a l'alumnat guanyar confiança amb noves tecnologies com ara la talladora làser, la talladora de vinil i el disseny amb Inkscape. Al mateix temps va generar espais perquè es desenvolupessin les pràctiques inherents de l'enginyeria amb un objectiu d'impacte en l'entorn, fent d'aquesta una activitat STEM amb impacte comunitari.

Paraules clau • STEM, noves tecnologies, socis comunitaris, impacte, Living Labs.

Community manufacturing spaces in primary education: Involving undergraduate students in the process of creating STEM projects with digital manufacturing spaces.

Abstract • This article relates an activity developed during the first term, with the students of 4th of the Degree in Primary Education of the Autonomous University of Barcelona (UAB). This is an activity developed in conjunction with the UAB OpenLabs manufacturing space of the Faculty of Engineering. The activity allowed students to gain confidence in new technologies such as laser cutting, vinyl cutting and Inkscape design. At the same time, it created spaces for the development of the inherent practices of engineering with an objective of impact on the environment, making this a STEM activity with a community impact.

Keywords • STEM, new technologies, community partners, impact, Living Labs.

INTRODUCCIÓ

Són àmplies i diverses les tasques que s'esperen que desenvolupin els i les mestres al llarg de la seva pràctica docent. A totes elles a més a més s'hi ha de sumar l'encàrrec de generar espais on els infants puguin desenvolupar les pràctiques de l'enginyeria i en general les STEM, tal com ho recomana la implementació del pla STEMcat. Curiosament, avui dia, aquestes habilitats no formen part de la formació obligatòria reglada dels mestres. Al mateix temps, els futurs mestres mostren una manca de soltesa i comoditat en la creació i desenvolupament d'espais per la pràctica STEM (Camacho & Gisbert, 2017). Fet que fa que la implementació a l'aula, de les STEM i en concret la correcta pràctica de l'enginyeria, sigui minoritària. Aquestes dues necessitats llencen, a la docència universitària, el repte d'innovar i millorar la formació en enginyeria de les futures mestres.

Al mateix temps, tot i que l'aprenentatge basat en projectes (ABP) data de molt antic (Kilpatrick 1918), actualment ha agafat una força rellevant en el marc de l'aprenentatge de les STEM. Aquest tàndem ABP-STEM s'explica pel fet que els objectius STEM requereixen del desenvolupament de les competències científiques i tecnològiques (Couso, 2017) i al mateix temps, les formes de l'ABP permeten generar espais que defensin el discurs teòric de l'ensenyament per competències (Sanmartí, 2016).

Al parlar de l'aprenentatge des de la perspectiva STEM parlem, entre altres coses, de generar espais on l'alumnat pugui desenvolupar els quefers propis de les ciències, l'enginyeria i les matemàtiques. Per tant, estem fent referència a les formes de fer, pensar, parlar i sentir de cada una d'aquestes disciplines, i consegüentment, de les seves pràctiques (Couso, 2017).

Així doncs, conèixer, entendre i saber aplicar les formes de fer, pensar i parlar de la ciència, va un pas més enllà de la idea d'habilitats i competències tot acceptant la complexitat d'aquestes pràctiques, que no són procediments ni tècniques, sinó que són una manera de fer i veure el món, talment com si d'unes ulleres amb un filtre, específic per cada disciplina, es tractés.

L'ús de les pràctiques científiques com a marc metodològic o enfocament didàctic es recolza en la idea que aquest tipus de contingut tan profund (que inclou coneixements conceptuals, però també procedimentals i epistèmics) només es pot aprendre participant d'aquestes pràctiques (Duschl & Grandy, 2012).

Si bé és cert que la concreció de la idea de pràctica no està resolta, podem classificar les pràctiques de l'enginyeria com Simarro, C. i Couso, D. (in press):

- (1) Definició i delimitació de problemes de l'enginyeria.
- (2) Desenvolupament i ús de prototips i simulacions.
- (3) Planificació i realització de proves.
- (4) Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora.
- (5) Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles.
- (6) Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica), Materialització de la solució.
- (7) Construcció d'arguments en base a proves.
- (8) Obtenció, avaluació i comunicació d'informació

En el primer punt (1) es fa palès que l'activitat d'enginyeria comença amb un problema, necessitat o desig que necessita ser resolt i delimitat. El segon (2) indica que l'enginyeria fa ús de prototips i simulacions per analitzar els sistemes ja existents i veure on es poden produir errors i provar possibles solucions a un nou problema. El tercer punt (3) indica que l'enginyeria ha d'identificar variables rellevants, decidir com es mesuraran i recollir dades per a l'anàlisi. En el quart (4) s'indica que l'enginyeria fa un procés de refinament d'acord amb les proves. En cinquè (5) lloc, en enginyeria, les representacions matemàtiques i computacionals són una part integral del disseny així com l'ús de les noves tecnologies. El sisè (6) punt ens mostra la idea que cada solució proposada resulta d'un procés d'equilibri entre criteris competitiu de funcions desitjades, viabilitat tecnològica, cost, seguretat, estètica i el compliment dels requisits legals. El setè

(7) punt fa referència al fet que en enginyeria, el raonament i l'argument són essencials per trobar la millor solució possible a un problema. Els enginyers/es col·laboren amb els seus companys/es durant tot el procés de disseny per la selecció de la solució més prometedora. Finalment, el darrer punt (8) fa referència al fet que, per tal de poder produir noves tecnologies o millorar les ja existents, els enginyers/es han de poder comunicar els avantatges dels seus dissenys amb claredat i alhora han de poder interpretar i avaluar la informació oferta pels seus companys/es (National Research, 2012).

Així doncs, entenem que una activitat STEM serà rica en la disciplina de l'Enginyeria en tan i quan generi espais perquè l'alumnat treballi les diferents - si bé no necessàriament totes - pràctiques anteriorment definides.

L'EXPERIÈNCIA

Al llarg del primer quadrimestre del curs 2020-21, es va proposar a l'alumnat de l'assignatura de Laboratori i Virtualitat, optativa de 4t del Grau d'educació primària de la Universitat Autònoma de Barcelona, desenvolupar un projecte per tal de desenvolupar les pràctiques de l'enginyeria en un context real. Un dels objectius era que els i les futures mestres guanyessin confiança tant en la didàctica de les STEM com en l'ús de noves tecnologies com ara la impressora 3D o la talladora làser. El projecte es va desenvolupar al llarg de 3 sessions de 3 h.

Per desenvolupar el projecte es va contactar amb el centre de fabricació UAB Open Labs. Tal com descriuen en el seu lloc [web](#), els UAB Open Labs són ecosistemes d'innovació oberta, amb un enfocament sistemàtic de co-creació entre els seus usuaris i usuàries, ja siguin investigador/es, empreses, societat civil o administració pública. Aquests espais es configuren com un nou instrument de valorització de productes, de maduració de tecnologies i d'activitats d'experimentació. Són espais oberts d'innovació on investigador/es i agents del territori, del sector públic i privat col·laboren mitjançant l'ús de tecnologies digitals per co-crear coneixement i solucions que donin resposta a necessitats socials.

En involucrar un soci comunitari com són els Open Labs, s'aconsegueix trobar un context rellevant en el marc de la UAB i, al mateix temps, involucrar-hi professionals en l'àmbit de l'enginyeria, referents clars de les pràctiques d'aquesta.

CONTEXTUALITZEM I INICIEM EL REPTE

El repte inicial que es va plantejar a l'alumnat va ser el d'idear una solució per reciclar els diferents plàstics del campus UAB (en especial l'àcid polilàctic, PLA), amb l'objectiu de poder reutilitzar-los en el desenvolupament i construcció de nous prototips al centre de fabricació Open Labs, ja que aquests són dels pocs centres de Catalunya que disposa dels aparells per fer-ho. Per presentar el repte, membres del Open Labs van explicar la problemàtica de la manca de reciclatge de la Universitat i al mateix temps de la necessitat de generar vies de reutilització clares per tal de generar una font de matèria primera i fer de la Universitat una institució compromesa i respectuosa amb l'entorn.

Cal destacar que la motivació de l'alumnat va augmentar significativament davant la possibilitat de poder generar canvis en un espai proper al seu. Aquest fet es veia reflectit en intervencions de l'alumnat com ara: "*Però això es tirarà endavant?*", "*La idea és fer-ho de veritat?*" o "*El que fem servirà per a la universitat?*".

L'alumnat va iniciar la fase de desenvolupament d'idees tot fent ús dels espais diàfans i les parets vinilades, elements estructurals que catalitzen l'espontaneïtat i redueixen les autolimitacions creatives.



Figura 1: Un grup exposa davant els seus companys i companyes el model que han pensat per tal de recollir els plàstics de la UAB.

En aquesta fase, el rol dels docents va ser la d'animar, donar idees i fer preguntes que permetessin la continuïtat de les reflexions del grup.

Aquesta fase va permetre la definició i delimitació del problema al qual s'enfrontava l'alumnat així com la ideació de solucions diverses; dos processos inherents a l'activitat de l'enginyeria.

Seguidament es va prosseguir a l'exposició de les diferents idees per part dels grups. Paral·lelament, s'animava a l'alumnat a fer retorn (*feedbacks*) d'una forma honesta, amable i concreta, fet que permetés revisar les propostes, millorant així el projecte teòric. En aquesta fase és important recórrer a preguntes de caràcter aclaridor: *Què vols dir quan dius això?*, *Com relacionaries aquest producte amb la nostra necessitat?* *Que aportaria aquest fet al nostre projecte?*, o d'exploració de raons; *Per què creus que això aniria bé?* *Em pots donar un exemple?* *Què et fa pensar això?*

Algunes de les idees que varen sortir eren: a fer un concurs entre facultats per veure qui reciclava més, generar gots de festa amb material reciclat, generar una campanya de màrqueting amb bicicletes recollint el plàstic o la possibilitat de convalidar crèdits.

RESTRICCIONS: EL NOU REPTE

Un cop el procés de creació i ideació va assolir el seu màxim, es va iniciar *la fase de restriccions*. En aquesta, animàvem a l'alumnat a analitzar quins recursos tenien (tant materials, humans com temporals), de quines eines disposaven, quin coneixement creien necessitar i quines limitacions hi veien.



Figura 2: L'alumnat replanteja la solució òptima un cop analitzades les restriccions i limitacions del problema.

El propòsit d'aquesta fase era que identifiquessin les múltiples solucions i seleccionessin l'òptima des d'una perspectiva teòrica.

Els motius per plantejar primer una fase d'ideació oberta i posteriorment una de restriccions són:

1) Assegurar el màxim potencial de creativitat i ideació per part de l'alumnat en el primer procés.

2) Generar un espai on l'alumnat ha de justificar la solució òptima a partir de l'anàlisi de restriccions tot fent ús del raonament, l'anàlisi de dades i la discussió.

Aquest segon punt ja forma part de la materialització del projecte, ja que aquesta combina la construcció de la solució amb l'aterratge d'idees teòriques a partir de les restriccions de la problemàtica abordada (Simarro, 2019).

Desenvolupament amb eines tecnològiques low-tech i high-tech.

Un cop definides les limitacions es va escollir una possible solució que es basava en la construcció d'unes papereres per les diferents facultats així com el disseny d'una campanya de recollida de PLA. Per tal d'iniciar el procés de *desenvolupament del prototip*, el grup-classe es va dividir en diferents departaments o comissions amb rols concrets; la comissió encarregada de la campanya de comunicació, la comissió de desenvolupament encarregada de construir la paperera, i la comissió de disseny del marxandatge.

Les eines emprades pel desenvolupament del projecte van ser: el programa *Inkscape*, el software propi de la talladora de vinil i el software propi de la talladora làser.

Arribats en aquest punt, ens preocupaven les evidents mancances, per part de l'alumnat, en el domini de les eines digitals i manuals. És per això que es va destinar un temps reduït a fer una píndola formativa de les 4 idees bàsiques d'ús de les eines, per promoure un augment en l'autonomia de l'alumnat. Per altra banda, la presència de professionals de l'enginyeria va permetre anar resolent els dubtes que l'alumnat plantejava a mesura que treballava, sempre amb la idea de mostrar o explicar però en cap cas de fer les tasques de l'alumnat.

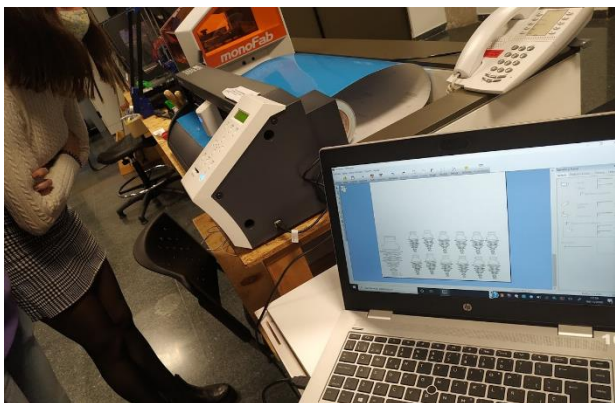


Figura 3: Una alumna observa com la talladora de vinil realitza el logotip prèviament dissenyat pel grup.

Cal destacar la ràpida corba d'aprenentatge en l'ús de les tecnologies disponibles i necessàries per part de la gran majoria del grup, fruit – segurament – del reconeixement de la necessitat de l'aprenentatge per tal de desenvolupar i materialitzar el producte final desitjat.

És en aquesta fase on l'alumnat pot mostrar el màxim grau d'autonomia, permetent al docent guiar, ajudar i revisar el desenvolupament de l'alumnat així com tractar continguts conceptuals i procedimentals en petit grup. Una conversa docent (D) alumne (A) ens ho reflecteix.

A₁: *Hem pensat tallar el cartó d'aquesta manera.*

D: *I com l'unireu amb les altres peces?*

A₁: *Amb grapes? O amb silicona.*

D: *Cola termofusible vols dir?*

A₁: *Sí*

D: *No ho sé, quins són els punts d'unió? Tindreu suficient superfície de contacte?*

A₁: *Clar, hauríem de fer un espai extra a la peça per poder-les superposar i així tenir més superfície de contacte i poder fer unions més fortes.*

A₂: *Doncs fem-ho amb cola termofusible i així tindrà un millor acabat.*

Finalment els productes van ser mostrats pels diferents departaments a la resta del grup-classe. Es va generar l'espai perquè l'alumnat valorés, argumentés i justificés el resultat final i les possibles millores.

REVISEM I CELEBREM

Es podria pensar que aquest era el final del projecte, però amb l'equip de UAB Open Labs vam

creure necessari realitzar un tancament que evidenciés a l'alumnat com de significant i transformador era el projecte i la possible continuïtat d'aquest. La raó d'aquesta idea era empoderar a l'alumnat del Grau en la capacitat d'executar projectes transformadors amb projecció fora de l'aula amb els seus futurs alumnes. És per això que es va inaugurar la paperera a la facultat d'educació.

VALORACIÓ DE L'ACTIVITAT

En primer lloc volem destacar la perspectiva STEM de l'activitat, ja que ha sigut capaç de generar espais per desenvolupar en menor o major grau les pràctiques de l'enginyeria, així com la contextualització del projecte en una necessitat real de l'entorn proper de l'alumnat. Al mateix temps aquest context, permet la reflexió sobre la possibilitat i importància de posar les *altes tecnologies* al servei de la sostenibilitat i la millora del bé comú, entenent que les STEM van acompanyades de valors humanistes i objectius socials tal com mostra el grup de treball EduGlobalSTEM (<http://www.eduglobalstem.cat/>). Fet que fa que la perspectiva STEM agafi un caràcter de justícia global i implicació amb l'entorn.

En segon lloc, valorem positivament la capacitat que ha tingut el projecte en l'empoderament de l'alumnat amb tècniques i eines allunyades del seu dia a dia i del seu entorn proper. El repte ha servit



Figura 4: Les alumnes inicien la construcció dels diferents productes a partir dels dissenys previs.

per generar grans espais de motivació i també ha catalitzat la vivencialitat i l'aprenentatge per part de l'alumnat. La soltesa i tranquil·litat amb la qual s'han

acabat desenvolupant indiquen un aprenentatge profund que, amb els espais adequats, podran tornar a desenvolupar amb el seu propi alumnat.

Finalment, veiem la possibilitat d'implicar socis comunitaris com un pas més cap a l'autenticitat i la capacitat d'impacte dels projectes educatius. Reforçant així la idea que l'escola pot ser un agent de canvi al seu entorn i que no és només un espai on simular possibles escenaris en l'àmbit de les STEM i en concret de l'enginyeria, sinó que és, o pot arribar ser, un espai on l'alumnat pot fer, veritablement, enginyeria.

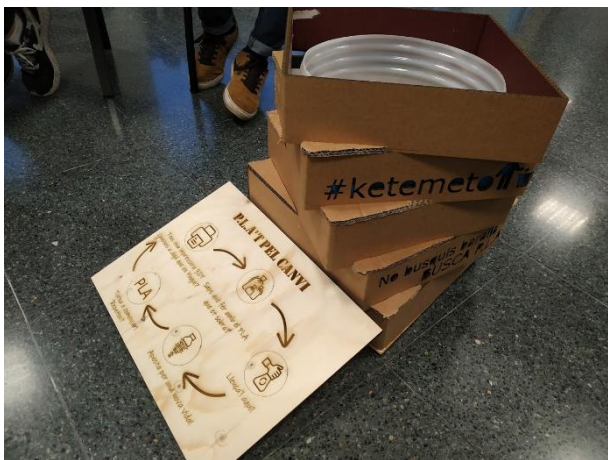


Figura 5: Els prototips finals són mostrats al grup i valorats.

AGRAÏMENTS

A l'Anna i l'Alfons, per les reflexions compartides i a cada una de les alumnes per les energies dipositades.

BIBLIOGRAFIA

- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM ? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències*, 34, 22–30.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM . Componentes didácticas para la Competencia Científica, *Ápice Revista de educación*, 2 (2), 29–42.
- Domènech-Casal, J. (2017). Comprender , Decidir y Actuar : una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2012). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science, *Science & Education*, 22 (9), 23–25. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Camacho, M. & Gisbert, M. (2017). La innovació en la formació inicial del professorat. El desenvolupament de la competència digital docent per als mestres del futur. *Revista Catalana de Pedagogia*, 12, 85–106. <https://doi.org/10.2436/20.3007.01.96>
- Kilpatrick, W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. New York: *Teachers college, Columbia University*
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos : ¿filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 44-46. <http://hdl.handle.net/11162/130265>
- Simarro, C. & Couso, D. (in press). Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances