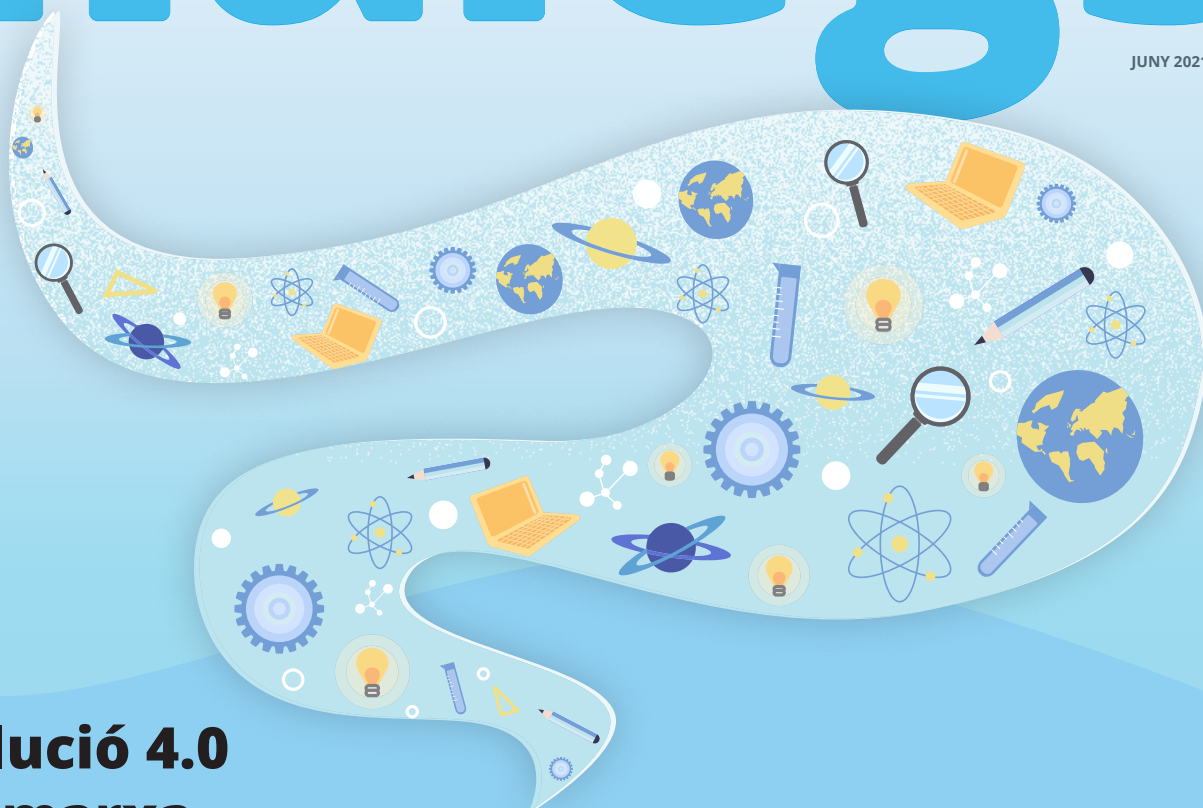


diàlegs

JUNY 2021 NÚM. 2



La revolució 4.0 està en marxa

Una educació STEM de
qualitat, garantia de futur



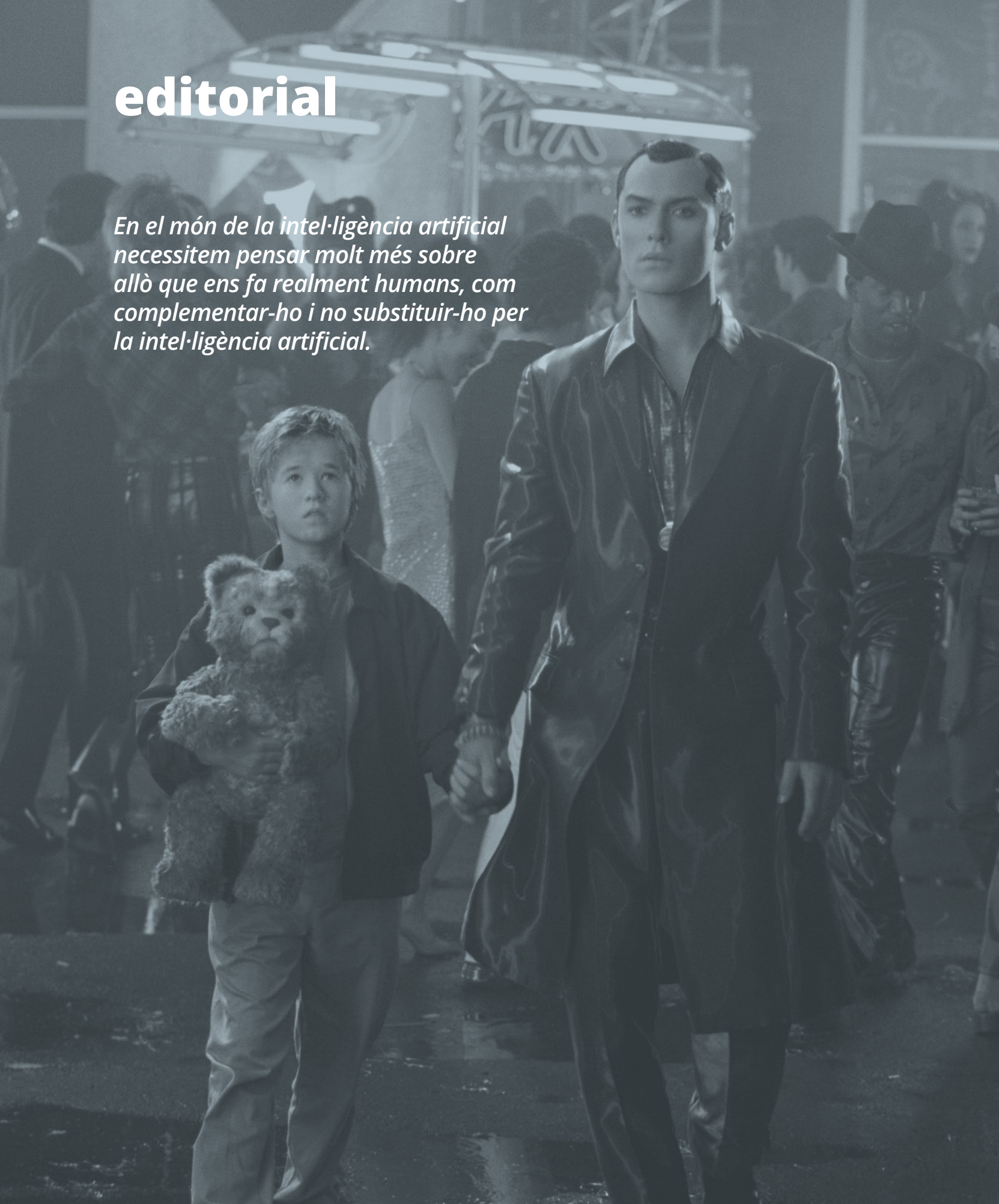
PANORÀMICA
Entrevista a Andreas
Schleicher

LLEGAT
Entrevista a Neus
Santmartí

David Cuartielles · Pepe Menéndez
Sibel Erduran i Olga Ioannidou
Águeda Gras-Velázquez

editorial

*En el món de la intel·ligència artificial
necessitem pensar molt més sobre
allò que ens fa realment humans, com
complementar-ho i no substituir-ho per
la intel·ligència artificial.*



Per una ciència i tecnologia amb ànima



Ana Moreno
Directora d'Impuls Educació

Estimat lector,

Fa ja 20 anys de l'estrena de la pel·lícula *Intel·ligència Artificial* de Steven Spielberg. En ella es planteja un gran dilema ètic, és humà utilitzar la tecnologia per a crear humanoides que substitueixin les persones en les qüestions del cor? La pel·lícula de Spielberg presenta un món devastat pel canvi climàtic i la falta de recursos, en el qual la ciència i la tecnologia s'han convertit en la salvació del gènere humà; no obstant això, el preu a pagar ha estat elevat i el més propi de les persones, les seves emocions i llibertats per estimar, han estat substituïdes per màquines sense ànima.

Tal com reflexiona Andreas Schleicher, director d'educació de l'OCDE, en la seva entrevista per a *Impuls*, en el món de la intel·ligència artificial necessitem pensar molt més sobre allò que ens fa realment humans, com complementar-ho i no substituir-ho per la intel·ligència artificial. I és que, un món immers en una tecnològització exponencial, necessita una progressiva sensibilització cap a l'humà, que garanteixi la dignitat de cada persona per sobre de qualsevol interès personal, social o polític.

Aquest segon número de Diàlegs, està dedicat al trepidant avenç científicotecnològic actual. El nostre focus està en el progrés de la humanitat i en una sostenibilitat sana del planeta. En cap cas en el foment d'una desraó que valori la tecnologia per la mateixa tecnologia o de promoure una carrera científica en la qual l'única cosa important sigui competir i guanyar.

David Cuartielles, cofundador d'Arduino, ho té molt clar. Des que va iniciar la seva carrera es dedica a humanitzar mitjançant dues eines essencials de la nostra revolució 4.0: el disseny i la tecnologia. Quan li preguntem com es va viure la pandèmia de la Covid-19 des d'Arduino ens explica que, des d'un primer moment, es va decidir prioritzar el bé de les persones, ja fossin empleats, alumnes, professors, davant del guany econòmic. Aquest és precisament el veritable èxit d'Arduino, una tecnologia de qualitat perquè tots puguin gaudir-la, sense patents, però amb el millor disseny perquè s'adapti a la perfecció a cada persona-usuari.

Cadascun dels articles següents suposa una mirada diferent i complementària que ens ajuda a comprendre el complex món de la millora de l'educació de la ciència i la tecnologia. Comencem amb un projecte internacional *The Relevance of Science Education* (ROSE -2002) que ha tingut un gran impacte per a un gran nombre de *stakeholders* i acaba d'estrenar una segona edició. L'èxit de ROSE ha estat destacar la perspectiva dels factors socioafectius a l'hora d'afrontar el repte d'atreure l'atenció dels estudiants cap a la ciència i la tecnologia. Són d'especial importància les seves comparatives en referència al gènere i al nivell de benestar econòmic de cada país participant, perquè ajuden a comprendre que si es vol millorar la imatge de les assignatures i professions STEM, no n'hi ha prou amb millorar el seu ensenyament. És tan o fins i tot més important atendre factors familiars, socials, i experiencials. Núria Salán, presidenta de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT), ens explica, per exemple, que per a atreure el sector femení caldria ampliar el coneixement sobre les aplicacions científicotecnològiques a aspectes relacionats amb la millora de les condicions de vida de les persones com són la seguretat, el confort, l'estalvi energètic, la salut o la sostenibilitat. I és que, perquè es doni un autèntic progrés humà, necessitem una ciència i tecnologia amb ànima.

continguts

EDITORIAL

Per una ciència
i tecnologia amb
ànima

2

projecte

MARICARMEN ALBÀS, CLARA
BLANCH I MARÍA PILAR ALMAJANO

Projecte ROSES.
Importància de
la ciència i la
tecnologia, avui

6

panoràmica

ANA MORENO

Entrevista a
Andreas
Schleicher

20

impuls
educació

CONSELL DE REDACCIÓ

Direcció

Ana Moreno

Direcció Estratègica

Gregorio Romera

Publicacions

Jordi Viladrosa

Diseny i maquetació

Guillem Batchellí

Comunicació

Maria Font

Il·lustracions

Maria Yuling Martorell

Redacció i subscripcions

Impuls Educació

Pg. Manuel Girona, 75

08034 Barcelona

mail: revista@impulseducacio.org

<https://impulseducacio.org/>

ISSN 2696-5615



Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-
NoComercial 4.0 Internacional de Creative Commons

reportatge

MARIA FONT

Scientix.
Entrevista a
Àgueda Gras-
Velázquez

16





actualitat

34 Alfabetització en ciència i tecnologia, pensament crític i STEM

ÀNGEL VÁZQUEZ I
MARÍA ANTONIA MANASSERO

40 Present i futur de l'orientació acadèmica

ESTER MORROS

46 Arduino i l'art de fer fàcil allò que és difícil

DAVID CUARTIELLES

experiències

SÍLVIA PLANELLA

El paper de l'educació STEM com a esperança de futur

54

en profunditat

SÍBEL ERDURAN I OLGA IOANNIDOU

Gestionar el futur: com pot ajudar l'educació STEM?

60

biblioteca

Novetats

64

autor

RAQUEL FERNÁNDEZ I NATALIA SOLANO

Ciències creatives

66

llegat

ANA MORENO

Neus Sanmartí, una vida entregada a la millora de l'educació de les ciències

70

opinió

78 El paper de les STEM a l'educació

PEPE MENÉNDEZ

80 Educació STEM i formació en pensament crític

ÓSCAR E. TAMAYO

82 STEM: embolic curricular i desafiaments que presenta

ÁNGEL D. LÓPEZ I IVONNE T. SANDOVAL

projecte

© nucleus

© Cil

INCLOU DUES ENTREVISTES

Directors del projecte ROSES

Anna-Karin Westman

Magnus Oscarsson (Linköping University)

Anders Jidesjö (Mid Sweden University)

Presidenta de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT)

Núria Salán

Projecte ROSES. Importància de la ciència i la tecnologia avui

Què opinen els adolescents sobre la seva classe de ciències?



per Maricarmen Albás, Clara Blanch i
María Pilar Almajano

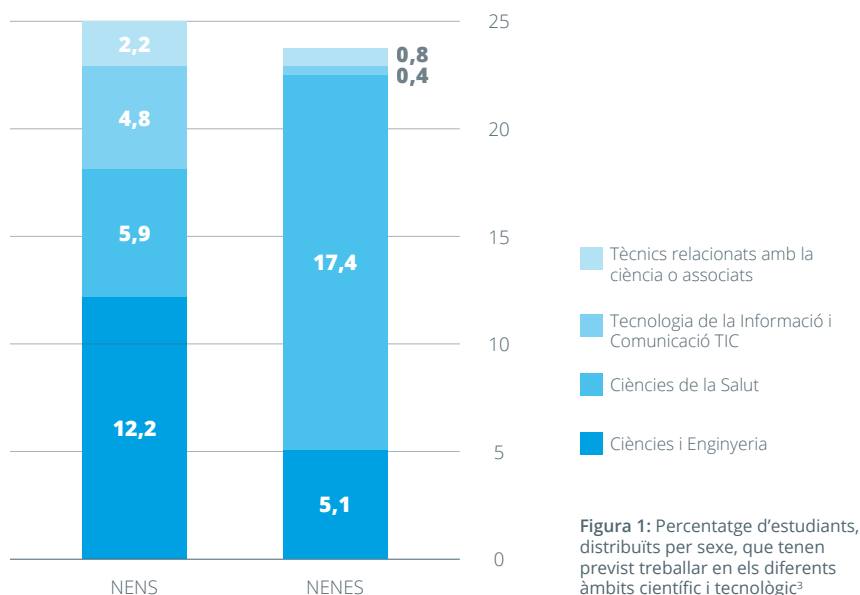
Segons l'informe PISA 2015¹ els nens i les nenes mostren un rendiment molt similar en les proves de ciències. Això implica que la capacitat cognitiva cap a la ciència no ve marcada pel sexe. No obstant això, al voltant del 5% de les nenes valora cursar una carrera de ciències o enginyeria enfront d'una mica més del 12% dels nens com mostra la Figura 1. En el mateix informe, la majoria dels estudiants va expressar gran interès en temes científics i va reconèixer l'important paper de la ciència al seu món; però solament una minoria va declarar participar en activitats relatives a la ciència. I és que, tal com proposa el projecte ROSES davant d'altres estudis a gran escala com TIMSS² i PISA, si volem saber a què volen dedicar-se els joves estudiants en el futur, necessitem fixar-nos, a més de la dimensió cognitiva, en la social i emocional, doncs solen ser les que afecten de forma més determinant en la seva elecció final.

Segons Núria Salán, presidenta de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT) i coordinadora del Programa de gènere de la UPC, hem d'apropar la tecnologia a la ciutadania mostrant el paper fonamental en l'avanç social, trencant amb la tecnofòbia que, assegura, encara existeix en la

nostra societat: *Catalunya necessita tecnòlegs, volem tenir més nois i noies que optin a estudis de tecnologia, perquè el futur serà tecnològic o no serà*. Lluitar contra les desigualtats de gènere en aquest àmbit és també un dels reptes de Núria Salán. Per a Salán, no hi ha una única causa i els principals motius podrien estar relacionats amb una falta de models i referents. Per exemple, diu, es detecta una absència d'exemples de dones professionals STEM que es mostrin amb naturalitat en les seves tasques habituals, mentre sí que hi ha molts exemples de nois STEM (vegeu entrevista completa al final de l'article).

COM FER LA CIÈNCIA I LA TECNOLOGIA MÉS ATRACTIVES ALS JOVES?

L'educació en ciència i tecnologia té un paper clau en una societat moderna. Això és així a causa que són el motor de la seva economia, però també per la seva rellevància des del punt de vista cultural i democràtic. Per a l'OCDE, per exemple, una formació científica i tecnològica de qualitat és fonamental en una economia global, basada en el coneixement on la tecnologia és omnipresent. Per aquest motiu, quan PISA avalua la qualitat d'un sistema educatiu i amb ell, el nivell de preparació dels joves per



afrontar amb èxit el seu futur, se centra precisament en les ciències i les matemàtiques, a més de la lectura.

A partir de l'últim quart del segle XX comencen a sorgir iniciatives internacionals que reuneixen els més diversos *stakeholders* sota el mateix propòsit: com podem fer que l'aprenentatge de la ciència i la tecnologia sigui més atractiu per als adolescents? i, en concret, com animar-los cap a estudis superiors relacionats amb STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)? Una de les propostes més dinàmiques és IOSTE (*International Organization for Science and Technology Education*), una ONG reconeguda per la UNESCO per promoure l'educació en ciència i tecnologia com a part vital de

En molts dels països amb alt nivell a PISA i TIMSS, l'interès i actituds cap a la ciència tendeixen a ser molt baixos.

l'educació general de tots els països. Aquesta organització compta en l'actualitat amb participants de prop de vuitanta països i organitza un simposi bianual que reuneix en cada edició a un extens nombre de treballs de recerca i propostes pràctiques de gran qualitat i influència a tot el món. L'últim va ser en línia, es va organitzar a Corea i van participar-hi 31 països. Amb el títol *Transformar l'educació en ciència i tecnologia per conrear ciutadans participatius*, el seu principal objectiu era promoure entre els joves d'un món posat de ple en un escalfament global sense fre, una crisi energètica, i amenaces tant sanitàries com de nous materials, etc., la capacitat de generar un diàleg i debat públics i estar disposats a assumir accions responsables per a un desenvolupament sostenible.

Svein Sjøberg, professor de la Universitat d'Oslo i doctor en Física Nuclear, ha estat membre actiu de IOSTE des dels seus orígens i, posteriorment, el seu president. És una de les persones que més han influït en la millora de l'ensenyament de la ciència i la tecnologia a tot el món. Ha format part de la majoria

dels projectes europeus per a la millora de l'educació de les ciències i ha col·laborat també intensament en contextos menys afavorits com l'AFCLIST (*African Forum for Children's Literacy in Science and Technology*). Un dels seus assoliments més reeixits ha estat aportar a l'ensenyament de la ciència i la tecnologia el rigor científic d'un físic unit a la comprensió dels factors psicològics i socials. Els seus treballs inclouen la dimensió social de l'educació de les ciències amb estudis importants sobre diferències de gènere, socials i culturals. Una de les seves grans preocupacions ha estat sempre l'educació científica de les nenes i joves. El professor Sjøberg va ser un dels primers a veure que les comparacions internacionals d'estàndards com PISA o TIMSS necessitaven complementar-se amb estudis internacionals sobre actituds cap a i en reacció a la ciència i el primer a involucrar-se en estudis a escala global sobre el tema liderant el projecte ROSE (*Relevance of Science Education*), un dels principals estudis internacionals sobre el tema. Aquesta investigació va aconseguir una àmplia participació i va obtenir resultats valuosos que van suposar un gran pas endavant en tots els continents, inclosos Àfrica i Àsia.

En els sistemes educatius de la majoria dels països, les actituds positives cap a la ciència i la tecnologia (CiT) són objectius importants d'aprenentatge, com també ho és valorar la ciència com a part de la cultura, perquè els valors i els interessos solen ser determinants en l'elecció dels estudis futurs. No obstant això, en molts dels països amb alt nivell a PISA i TIMSS, l'interès i actituds cap a la ciència tendeixen a ser molt baixos. Això va preocupar molt els promotors de ROSE que consideren les dimensions afectives en l'educació en ciències tan importants com el rendiment acadèmic.

RELLEVÀNCIA DE L'EDUCACIÓ EN CIÈNCIES. DE ROSE A ROSES

ROSE va ser un projecte d'investigació cooperativa dirigit principalment a l'estudi de com els joves es relacionen afectivament amb la CiT. El seu principal objectiu va ser analitzar els factors que influeixen en les actituds i motivacions dels estudiants. L'estudi es va centrar en un qüestionari dirigit a joves de quinze anys que es podia aplicar a estudiants de diferents cultures. En ell se'ls preguntava sobre les seves experiències amb la ciència fora i dins de l'escola, el seu interès per aprendre determinats continguts, la seva visió i actituds cap a la ciència i els científics, les seves aspiracions futures o el seu sentiment d'empoderament en relació amb els reptes del seu entorn, etc. Van participar-hi investigadors de tots els continents i de prop de 40 països.

Els resultats van interessar tant a professors de ciències com a investigadors, organitzacions nacionals i internacionals com la UNESCO, la UE o l'OCDE, i també a nombroses ONG dedicades al suport de l'educació científica. Svein

Sjöberg va ser convidat a participar en nombroses iniciatives europees, com *Europe needs habiti scientists (2004)* que va suposar una base per al posterior desenvolupament de polítiques educatives en ciències a Europa; *Eurobarometer*, que va realitzar un estudi sobre els europeus i la seva relació amb la ciència i la tecnologia el resultat de la qual es va contrastar amb ROSE; o *European Round Table of Industrialists (ERT)* entre altres; i en les conferències internacionals més representatives, com ECSITE, *The Royal Society*, ICSU, IOSTE o *Eurycide (2010)*, on va exposar les conclusions. Una altra de les conseqüències va ser l'augment de l'aposta de l'OCDE per les disciplines STEM (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques) com a factor clau de desenvolupament.

Els 240 ítems del qüestionari ROSE es van classificar en 10 categories, algunes de les quals van ser:

- El que vull aprendre
- El meu futur treball
- Jo i els desafiaments ambientals
- Les meves classes de ciències

- Les meves opinions sobre ciència i tecnologia
- Les meves experiències científiques informals
- Jo com a científic

Alguns dels resultats més destacats van ser:

1. Els joves estan molt d'acord a dir que *la CiT són importants per a la societat*.
2. En països poc desenvolupats estan molt d'acord en el fet que *la CiT fan la nostra vida més saludable, fàcil i confortable*. En països desenvolupats no hi estan tant d'acord, especialment les noies.
3. En països poc desenvolupats estan fortament d'acord que *les noves tecnologies faran el treball més interessant*. En països desenvolupats no hi estan tant d'acord, especialment les noies.
4. En països poc desenvolupats estan fortament d'acord a dir que *les ciències en el col·legi m'han mostrat la importància de la ciència per a la nostra forma de viure*. En països desenvolupats no hi estan

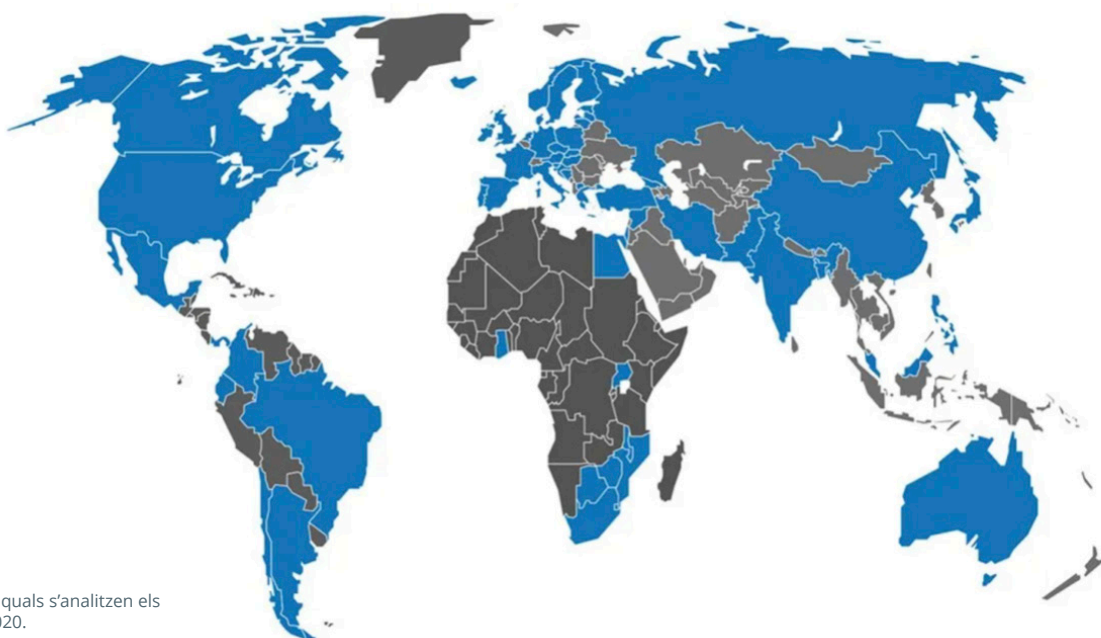


Figura 2: Països en els quals s'analitzen els resultats per ROSE-2020.

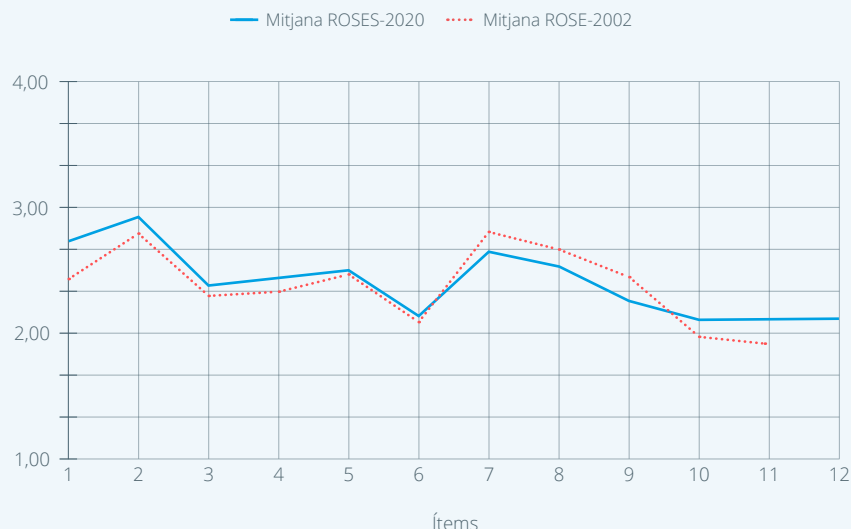


Figura 3: Resultat de la comparativa de la categoria F dels qüestionaris de ROSE-2002 i ROSES-2020.

tant d'acord.

5. En països desenvolupats pocs joves volen ser científics, en particular menys noies.
6. En països desenvolupats gairebé cap noia vol treballar amb tecnologia i fins i tot els nois són ambivalents, sobretot a Japó.

Ha passat gairebé una generació des de ROSE i el progrés científicotecnològic ha fet que el món i la societat estiguin en contínua transformació: hi ha hagut grans canvis socials, noves addiccions, nous models i tendències. En quina mesura hauran canviat els interessos dels estudiants? En un món en el qual les xarxes socials han canviat la forma de relacionar-se i d'informar-se, els desafiaments ambientals globals estan altament mediatitzats (Greta Thunberg) i una pandèmia d'abast mundial ha desbaratat tots els seus plans.

En aquest nou context neix ROSE Second (ROSES). Aquesta vegada el professor Sjöberg passa el testimoni a tres investigadors suecs: Magnus Oscarsson (Linköping University), Anna-Karin Westman i Anders Jidesjö

(Mid Sweden University).

En el nou projecte creix el nombre de participants, com es pot veure en la Figura 2 que reflecteix la situació d'abril de 2021, i segueix creixent a causa del gran interès despertat en la conjuntura actual. ROSES es planteja com una continuació de ROSE. L'objectiu principal és actualitzar les dades empíriques en el context de la nova situació i inspirar millores significatives. Per això la majoria de les preguntes del qüestionari es mantenen de manera que es poden comparar els resultats entre ROSES i ROSE. Interessa especialment veure en quina mesura hi ha una progressió o regressió, quin impacte va tenir ROSE i que més es podria fer per millorar l'educació de la CiT.

RESULTATS PRELIMINARS DE ROSES I PRIMERES COMPARACIONS

Espanya és un dels països participants i a Catalunya ja hi han participat més de 800 estudiants d'11 centres escolars de Barcelona, Girona i Tarragona. En la Figura 3 es presenta una comparativa de 12 ítems pertanyents a la categoria *Les meves*

classes de ciències, del qüestionari de ROSES. En el gràfic s'observa que els estudiants catalans tenen una millor percepció de les seves classes de ciències respecte a les dades mitjanes espanyoles recollides a ROSE-2002⁴.

En una escala d'1 a 4, es va preguntar als alumnes en quina mesura estaven d'acord amb les següents afirmacions sobre *Les meves classes de ciències* són:

1. La ciència és una assignatura escolar difícil.
2. La ciència és una assignatura escolar interessant.
3. Les classes de ciències m'han obert els ulls a treballs nous i emocionants.
4. La ciència m'agrada més que la majoria de les altres assignatures escolars.
5. Les coses que aprenc en les classes de ciències seran útils en la meua vida quotidiana.
6. Les classes de ciències m'han fet més crític/a i escèptic/a.
7. Les classes de ciències han augmentat la meua curiositat per les coses que encara no podem explicar.
8. Les classes de ciències m'han

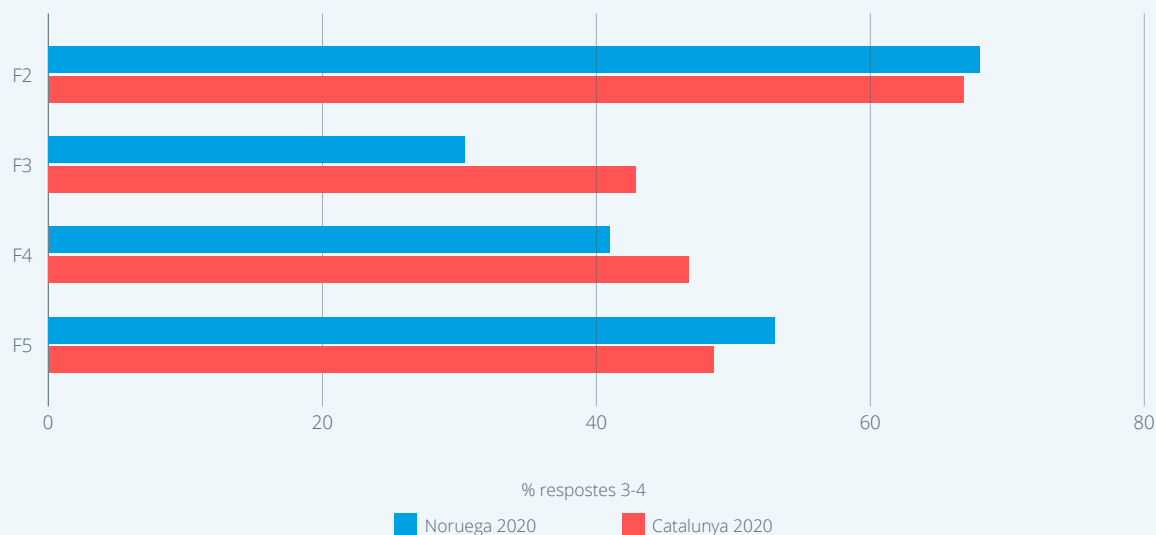


Figura 4: Comparativa preliminar entre Noruega i Catalunya a ROSES-2020

- mostrat la importància de la ciència per a la nostra forma de viure.*
9. *Les classes de ciències m'han ensenyat a cuidar millor la meua salut.*
 10. *M'agradaria arribar a ser científic/a.*
 11. *M'agradaria aconseguir un treball en la tecnologia.*
 12. *Les classes de ciències m'han ajudat a entendre les solucions sostenibles en la meua vida quotidiana.*

Com es pot observar, els resultats, amb 18 anys de diferència, segueixen el mateix patró. Els màxims s'obtenen en els ítems 1, 2 i 7 que reflecteixen la dificultat, l'interès i la utilitat de la classe de ciències, i els mínims en els ítems 6, 10 i 11 que recullen la intenció de ser científics o bé aconseguir un treball en tecnologia.

Noruega va ser pionera en l'aplicació del qüestionari i va presentar els seus resultats en el simposi de IOSTE celebrat a Corea al febrer 2021. En la Figura 4 es mostra una comparativa de resultats preliminars de Catalunya i el país nòrdic, en referència a 4 ítems relacionats amb les actituds en les classes de ciències.

Aquests primers resultats obtinguts reflecteixen una tendència similar en l'interès mostrat per l'assignatura de ciències (Ítem F2), propera al 70% dels adolescents. La tendència, per tant, sembla que es manté, malgrat els canvis i esforços realitzats pels sistemes educatius.

ENTREVISTA ALS DIRECTORS DEL PROJECTE ROSES

Quin impacte va tenir ROSE en els sistemes educatius dels països participants?

ROSE sorprèn de diverses formes, la qual cosa explica el seu èxit. Un resultat clau és que els estudiants estan interessats en la ciència i la tecnologia, i l'interès està lligat a un contingut específic. Un altre resultat és que sembla que l'interès dels estudiants està relacionat amb el desenvolupament social i la tendència és internacional. En general, com més modernitzat està un país, menys interès mostren els estudiants. Les connexions amb el rendiment són encara més difícils d'entendre. Va haver-hi diferents reaccions als diversos països. En cadascun es va decidir com fer ús d'aquesta evidència

i es van treballar polítiques i reformes. Per exemple, a Suècia vam intentar incorporar les dimensions afectives en la reforma curricular de 2011, però va ser difícil marcar la diferència. Més enllà dels països participants, diria que, per exemple, a PISA es va discutir sobre la importància de mesurar les *actituds afectives*, un debat que encara continua. Altres organitzacions i ONG han mostrat interès en els resultats i han estat utilitzats per molts actors.

Què va donar continuïtat al projecte ROSE?

Companyes de tot el món es van posar en contacte amb Svein Sjøberg sobre ROSE i volien saber més sobre canvis i desenvolupaments. Això el va portar a prendre una iniciativa amb un simposi de taula rodona en la conferència IOSTE el 2016. Se'n va demanar a Suècia que continuéssim el treball i creéssim un segon estudi ROSE. Atès que succeeixen moltes coses al món i en diferents societats, com el canvi climàtic, els conflictes, les catàstrofes, les xarxes socials, etc., juntament amb, per exemple, campanyes de ciència i tecnologia, diversos col·legues van argumentar que els



Reivindico la visibilitat de models de proximitat, per exemple, exalumnes de centres de secundària de qualsevol lloc, i que ara tenen una professió STEM, independentment de la via.

resultats haurien canviat. S'espera que la cultura juvenil, la modernitat o altres situacions influïssin en els resultats. Volem investigar-ho per fer tals declaracions empíricament fonamentades. Atès que molts estan interessats en aquesta investigació, considerem que val la pena intentar-ho.

Quines diferències hi ha entre els qüestionaris de tots dos projectes?

A principis del 2000, la majoria dels països van recopilar dades amb qüestionaris impresos. Encara que molts estudiants van considerar que el qüestionari era llarg, va funcionar. Avui dia, la majoria dels països recopilen dades en format digital. En aquest tipus de format, la majoria de la gent si considera que un qüestionari és molt llarg, l'interromp. Per tals raons, rebem el desig de gairebé tots els companys de tot el món d'escurçar el nombre d'ítems del qüestionari. Vam tenir diverses discussions sobre com fer-ho, especialment en el consell assessor de ROSES. Després de consideracions metodològiques, vam aplicar un mètode estadístic que ens va ajudar a optimitzar i a millorar el qüestionari, de manera que es van agregar algunes categories i ítems nous.

Podríeu indicar-nos quina tendència observeu en aquest segon estudi?

Aquests són els primers resultats i són preliminars. Una primera impressió general és que la situació s'assembla a la de principis del 2000. Ara estem en el procés d'analitzar-ho més a fons i podem veure algunes tendències que publicarem i comunicarem en els propers treballs. Probablement hi ha diferents situacions en diferents països.

Com fer que l'aprenentatge de la ciència sigui més rellevant per a les nenes i les joves?

És important, però si no estem segurs de la causalitat, existeix el risc que no tractem les causes reals dels problemes identificats. Crec que hi ha molta evidència que apunta a la importància de la primera infància i de l'educació primària, la qual cosa em fa sospitar que els projectes secundàriament poden ser massa tardans i infructuosos, però necessitem més evidència i experiència pràctica abans de donar recomanacions.

Directors del projecte ROSES:

Anna-Karin Westman
Magnus Oscarsson (Linköping University)
Anders Jidesjö (Mid Sweden University).

ENTREVISTA A NÚRIA SALÁN

Per què creus que hi ha tan poques noies que es decideixin a estudiar carreres STEM?

No hi ha una única causa i la importància de cadascuna varia en funció de l'entorn (econòmic, social, familiar...). Els principals motius radiquen en una falta de models i referents. Es detecta una absència d'exemples de dones professionals STEM que es mostrin amb naturalitat i normalitat en tasques habituals, mentre sí que es dona en els de nois STEM. Hi ha dones STEM que s'identifiquen ràpidament, però solen ser dones molt *potents* (Marie Curie, Margarita Sales, guanyadores de Nobel, Anna Navarro-Schlegel, catedràtiques...) i això fa que una nena *normal*, amb notes *normals*, se senti allunyada d'aquests models. És important donar

visibilitat a inventores sense formació universitària per deixar patent que no cal tenir gran formació per ser creativa o inventora, encara que si la tenen, millor. Reivindico la visibilitat de *models de proximitat*, per exemple, exalumnes de centres de secundària de qualsevol lloc, i que ara tenen una professió STEM, independentment de la via per la qual ho hagin aconseguit.

Un altre factor molt influent és l'entorn familiar. Per exemple, si aquest entorn té formació STEM a escala universitària, encara que una noia decideixi fer un cicle formatiu tecnològic, si no rep pressió, és molt, molt probable que quan acabi, s'animi a estudiar un grau universitari.

Finalment, hi ha un altre factor, que sovint resulta ser el més fort i és la falta de *formació/informació* de mestres en l'àmbit tecnològic i en les múltiples professions que es poden desenvolupar des de formacions STEM. Per exemple, molt pocs mestres procedeixen d'un batxillerat tecnològic. Com que no tenen coneixement ni certa passió per les STEM es creen tòpics i s'obvia el perfil més humà de la tecnologia (disseny de medicaments, de sistemes de conservació d'aliments i medicaments, de robots que fan possible cirurgies impossibles, de robòtica assistencial, d'ergonomia, de confort, de disseny sostenible...). Seria necessari incloure en la formació general de magisteri, continguts de tecnologia.

Aquests tres motius, solen combinar-se i quan convergeixen en un mateix punt, ens trobem amb un *forat negre de STEM*.

Què li diries als nostres joves (nens i nenes) perquè triïn disciplines STEM?

Que aquest segle XXI és un segle de ciència i de tecnologia, que les professions que s'exigiran en les dècades vinents, encara no s'han escrit, però seran professions relacionades amb les STEM i que si no desenvolupen un mínim de competències en aquest àmbit, es

quedaran com a simples espectadors. Que no tindran capacitat de formar part del disseny del seu propi futur.

També els diria que la *mala fama* de les STEM no és real. Les matemàtiques no són difícils, són apassionants, però te les han d'explicar bé. Encara que es puguin percebre com una mica més complicades que altres disciplines, no són formacions inassolibles i la gratificació que comporta tenir una formació que t'ajudi a mantenir-te actualitzat, és impagable.

Quins penses que són les actituds i percepcions dels estudiants relacionades amb la ciència?

Que és per a persones molt intel·ligents, amb molt bones notes, amb un perfil socioeconòmic allunyat de les rendes baixes. Cap d'aquestes tres accepcions és estrictament certa. La ciència ens ha ajudat, al llarg de la història de la humanitat, a entendre el perquè de tot, a justificar els fenòmens que ens envolten, i des d'aquest enteniment i coneixement, hem pogut dissenyar remeis, millores i solucions per viure millor. Si ningú s'hagués dedicat a les STEM no tindríem mòbils, ni portàtils, ni Wi-Fi, ni bovines, ni aliments deshidratats... Tot aquest confort que ens envolta és, en bona part, el resultat de bones accions STEM. I el que ens queda per dissenyar i construir és el que està en les ments de les generacions que pugen.

Quins factors poden afectar significativament l'aprenentatge de les ciències?

Que els mestres tinguin una visió

Des d'un perfil STEM pots participar, en primera persona, en el desenvolupament i construcció d'un món millor.

positiva i assertiva de les ciències. Si les tenen interioritzades, les transmetran amb passió.

Que estiguem *venent* models d'èxit que han triomfat en professions STEM. No ajuda una visió del típic geni autodidacta com Steve Jobs, ni tampoc la *pressió* sobre quins estudis fer o finalitzar a determinades edats perquè sinó ets un fracassat. Hi ha joves que necessiten un altre ritme.

Hi ha opcions de gamificació o d'aprenentatge basat en problemes reals que ajuden molt a incorporar les ciències des d'exemples de la seva aplicació, per veure la seva utilitat. És necessària la complicitat, i la passió del professorat.

Quins factors poden afectar significativament l'ensenyament de les ciències i les vocacions STEM?

Exemples de tecnologies *complexes* que ens fan la vida còmoda i fàcil. I a partir d'aquests exemples, anant cap enrere, desgranar tots els coneixements que han estat necessaris per al desenvolupament de les mateixes i identificar les competències que han tingut les persones que les han desenvolupat.

També inclouria aquí la sectorització dels exemples d'aplicació de tecnologia: de manera fàcil es relacionen directament els avenços en mecànica amb cotxes potents, veloços..., però hi ha altres aspectes que també han estat importants (seguretat, confort, ergonomia, estalvi energètic) que es consideren com a *assoliments de segona categoria*. Els nois se senten atrets per la potència d'un cotxe, però les noies senten més empatia per l'eficiència energètica d'aquest. Un mateix exemple, amb diferents matisos.

Se sol dir que amb una carrera STEM no et faltarà feina. I és cert. Des d'un perfil STEM pots participar, en primera persona, en el desenvolupament i construcció d'un món millor. T'ho podràs?

Clara Blanch Ricart és Enginyera de Camins, Canals i Ports per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Va estudiar el Màster en formació de professorat de Matemàtiques i Informàtica a la Universitat Internacional Valenciana (VIU). Des d'aleshores ha treballat com a docent de matemàtiques a secundària i al batxillerat Internacional. Forma part de l'equip d'investigació d'Impuls Educació des de juliol 2020. Actualment, és doctoranda d'Educació en Enginyeria, Ciències i Tecnologia per la UPC, codirigit per la Universitat de les Illes Balears (UIB). És coordinadora a Catalunya del Projecte ROSES-2020 junt amb Maricarmen Albás Bollit.

Mari Carmen Albás Bollit és Enginyera Superior de Telecomunicacions per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Actualment, doctoranda d'Educació de l'Enginyeria, les Ciències i la Tecnologia a l'UPC i codirigit per la UIB. És professora de Matemàtiques i Dibuix Tècnic de batxillerat al Col·legi La Vall des de 1996. Forma part de l'equip d'investigació d'Impuls Educació des de juliol 2020. Va implementar el programa internacional *e-Twinning*, l'ús de la plataforma moodle en el centre educatiu i va ser pionera en la utilització de dispositius mòbils a l'aula.

María Pilar Almajano Pablos és Doctora en Químiques. Ha treballat a secundària durant dotze anys. Porta més de 20 anys a la UPC, on està actualment. Té dues línies de recerca actives: els antioxidants naturals i la millora de l'aprenentatge dels estudiants (tant a secundària com a la universitat). És col·laboradora habitual de l'ICE de la UPC i, actualment, imparteix assignatures i tallers per a professors de la UPC i a futurs professors de secundària (especialitat tecnologia).

Notes

¹ L'informe PISA (Programme for International Student Assessment) estudi de l'OCDE a escala mundial del rendiment acadèmic en matemàtiques, ciència i lectura.

² TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) avaluació internacional de coneixements de matemàtiques i ciències d'estudiants de quart i vuitè de tot el món.

³ Font: *Primera Classe Com construir una escola de qualitat per al segle XXI* <https://doi.org/10.1787/9788468050126-es>

⁴ *La Rellevància de l'Educació Científica II: Les veus dels estudiants catalans a les seves classes de ciències. Resultats preliminars.*



*Hi ha molta evidència que apunta
a la importància de la primera
infància i de l'educació primària.*

reportatge



Àgueda Gras-Velázquez és directora del Programa de Ciències de *European Schoolnet* (EUN), una xarxa de 32 ministeris d'educació europeus. Com a cap del Departament d'Educació Científica d'EUN, supervisa la coordinació de tots els projectes STEM en els quals participen. A més, s'encarrega de la gestió diària de Scientix i coordina el grup de treball de representants de STEM dels Ministeris d'Educació d'aquesta xarxa. En els seus dotze anys en aquesta organització, Àgueda ha participat en més de seixanta projectes finançats per la CE i divuit més finançats per entitats privades. Abans d'incorporar-se a EUN al maig de 2008, va treballar com a professional independent d'*elearning*, com a tutora, dissenyadora de continguts, gestora de TIC, administradora, gestora de projectes i consultora per a projectes internacionals. És coautora de diversos articles en l'àmbit de la recerca en educació científica i té un doctorat en astrofísica pel Trinity College de Dublín, realitzat en l'Institut d'Estudis Avançats de Dublín (Irlanda).

Scientix

Una comunitat per a l'ensenyament de la ciència a Europa

per Maria Font

ENTREVISTA A ÀGUEDA GRAS-VELÁZQUEZ

Què és el projecte Scientix?
Scientix és una comunitat per a l'educació científica a Europa que té com a objectiu promoure i donar suport a la col·laboració entre professors, investigadors, responsables polítics i altres professionals de l'educació en el camp de les STEM a tot Europa. Des de 2010, Scientix s'ha desenvolupat de manera que avui dia ofereix als professors europeus una plataforma per a ampliar els seus propis coneixements sobre les matèries STEM, connectar amb altres col·legues professors, així com inspirar-se en tota mena de projectes d'educació STEM. Aquest valuós intercanvi té lloc no sols directament en la plataforma Scientix, on els professors poden trobar noves idees per a les seves classes a través del repositori de recursos, sinó també a través de la formació en línia, els seminaris web i les pràctiques comunitàries que ofereixen els projectes. Com a part de la seva missió principal, Scientix també funciona com un pont que connecta els professors europeus amb altres professionals dels camps STEM, creant l'espai perquè puguin coorganitzar esdeveniments i conferències Scientix en les quals presentar els projectes que estan duent a terme a les seves aules. Finalment, Scientix permet als responsables polítics estar al dia dels desenvolupaments més recents, tant teòrics com pràctics, de les diferents matèries STEM, influint en les futures estratègies nacionals que s'adoptin en l'àmbit de l'ensenyament de les ciències.

Com va començar i com ha evolucionat?

Scientix va néixer el 2010 gràcies a la Direcció General de Recerca i Innovació de la Comissió Europea, que volia assegurar-se que tots els materials i resultats dels projectes finançats amb fons públics no desapareguessin una vegada acabats. S'ha desenvolupat en tres fases. Entre 2010 i 2012, el projecte va crear un espai on presentar els projectes STEM europeus mitjançant el desenvolupament d'un portal en línia, a més d'organitzar diversos tallers per a professors. Entre 2013 i 2015, Scientix va contribuir al desenvolupament d'estratègies nacionals que promouen enfocaments innovadors en l'ensenyament de les ciències i les matemàtiques mitjançant la creació d'una xarxa de Punts Nacionals de Contacte (PNC). Finalment, entre 2016 i 2019, Scientix va ampliar el seu panell d'Ambaixadors Scientix i les oportunitats de desenvolupament professional. Scientix és una iniciativa de la Comissió Europea (CE), des de la seva creació. Sempre ha estat coordinada amb orgull per

Scientix permet als responsables polítics estar al dia influint en les futures estratègies nacionals que s'adoptin en l'àmbit de l'ensenyament de les ciències.

Aquesta comunitat ha demostrat ser també una eina increïble per a la creació de xarxes professionals i de l'intercanvi de coneixements.

l'European Schoolnet (EUN). Tots els que participen en Scientix i en l'educació STEM fan que s'hagi convertit en un gran èxit.

Scientix deu anys després

Durant els últims deu anys, he tingut la possibilitat d'experimentar el valor que Scientix ha aportat a l'educació STEM a les escoles europees. A més dels comentaris positius que hem rebut de molts professors que assisteixen als tallers oferts per Scientix, aquesta comunitat ha demostrat ser també una eina increïble per a la creació de xarxes professionals i de l'intercanvi de coneixements. En parlar d'aquests èxits, em refereixo a la seva influència més enllà de les accions que EUN organitza i de les quals és responsable principal, com a conferències nacionals de Scientix, publicacions o informes. De fet, el potencial de Scientix se'm va fer tangible per primera vegada en ser testimoni de com els professors europeus utilitzaven la comunitat per a crear una bola de neu en projectes similars, no perquè EUN li ho demanés, sinó per la seva pròpia voluntat. Personalment, crec que l'èxit de Scientix radica en el desig d'aquests professors de connectar i compartir les seves experiències amb altres professionals per a ampliar el conjunt de coneixements entorn de les STEM. En aquest sentit, Scientix és un catalitzador: no parla de si mateix, sinó de l'esforç, els assoliments i les lluites de molts professors que, gràcies a la comunitat, contribueixen activament a alimentar el flux i l'intercanvi de coneixements STEM.

Ens pots explicar algun èxit de Scientix que consideris rellevant?

Un dels principals assoliments de Scientix, és connectar a tots aquests professors de Física, Química, Matemàtiques, Biologia, Enginyeria, i fins i tot, assignatures no STEM; creant una veritable comunitat STEM que fa que cap professor se senti sol davant dels problemes de l'ensenyament.

El 2010, quan iniciem Scientix, ens va costar trobar trenta professors disposats a dedicar temps a compartir la seva experiència en educació STEM amb els altres, havien d'acceptar que tot el que creessin estaria disponible de manera gratuïta per a tots. Des de llavors, hem passat a un panell de noranta professors ambaixadors de Scientix el 2014, a 400 el 2018 i a 850 el 2021, amb molts més que es queden fora a causa dels diferents requisits per a

assumir aquest paper. Aquests professors s'han convertit en fars d'idees, suport i col·laboració per a uns altres.

En aquests anys veiem a professors de tot Europa que es desviuen per organitzar diferents tallers sota el paraigua de Scientix, sobre temes que van des dels laboratoris remots fins al concepte de *Flipped Classroom*, passant per la robòtica, els experiments pràctics o les solucions basades en la naturalesa. Organitzen tallers curts, llargs, en línia, presencials. Sigui com sigui el format que necessiti, els ambaixadors troben la manera de fer-ho. Per a ells no es tracta de *per què no es pot fer, sinó de com podem fer-ho realitat*.

He vist assegurar's junts professors de diferents països i elaborar un projecte durant un sopar. He observat com professors que es van conèixer al principi de Scientix i que tenien dificultats per a comunicar-se en anglès, escriure junts diversos projectes de la Comissió Europea i, tres anys més tard, aconsegueixen finançar. He rebut correus electrònics de molts professors que després de conèixer a altres professors STEM de tot Europa, ara col·laboren, intercanvien, es reuneixen...

El 2019 va haver-hi una convocatòria de la Comissió Europea per a premiar als millors projectes d'Horitzó 2020 finançats i vàrem decidir presentar-hi Scientix. Un dels requisits era aportar un parell de cartes de suport que mostressin els assoliments. Era un divendres i vaig escriure als ambaixadors per a aconseguir dos o tres d'aquestes cartes. Vaig acabar passant el cap de setmana recopilant més de 170 cartes de professors de tot Europa i de fora d'ella en les quals compartien les seves experiències i com Scientix els havia ajudat a desenvolupar-se, les diferents accions empreses en l'àmbit escolar, local o regional per a millorar l'educació STEM, les xarxes creades, els nous projectes i les activitats. Scientix no va guanyar el premi formal, però vàrem aconseguir més del que havíem imaginat. La Comunitat Scientix per a l'ensenyament de les ciències a Europa va cobrar vida més enllà del que havíem planejat. Scientix és aquí per a proporcionar una comunitat per a tots i fer que el coneixement flueixi. Perquè la informació viatgi, la qual cosa no trobes al teu país/projecte/classe, ho pots trobar a l'estranger o en un altre lloc. Perquè cap projecte funcioni per si sol. Que cap centre o organització STEM hagi de començar de zero. Que cap professor s'enfronti ell tot sol a la dura però necessària tasca d'aconseguir que els nens coneixin, els agradi i, fins i tot, somiïn amb la ciència.



panoràmica



A blurred background image showing three people in a meeting. A woman in the foreground is gesturing with her hand, while two men are visible behind her, one looking towards the camera and the other looking down.

“No hi ha cap sistema
educatiu al món
que aconsegueixi
l'excel·lència sense
atendre la diversitat de
necessitats dels seus
estudiants”

ENTREVISTA A ANDREAS SCHLEICHER

Andreas Schleicher (Hamburg, 1964) és una de les persones més influents en el món sobre la qualitat dels sistemes educatius. Estadístic i investigador en l'àrea d'educació, dirigeix des de 2012 la secció d'Educació i Competències de l'OCDE. Anteriorment va ser director del Departament per a Indicadors i Anàlisis d'Educació. Se'l coneix per coordinar l'informe PISA (*Programme for International Student Assessment*) que abasta prop de 90 països.



“Qualitat en educació és ajudar als alumnes a desenvolupar una brúixola fiable per a navegar per un món que no podem predir.”

per Ana Moreno

Els nombrosos estudis d'aquests ja vint anys de PISA aporten gran quantitat de dades que permeten predir l'èxit de determinades polítiques educatives amb certes garanties. Què és per a vostè qualitat en educació en la conjuntura actual i quins trets característics hauria de tenir un sistema educatiu?

Per a mi qualitat en educació és que els alumnes estiguin preparats per a viure amb ells mateixos, amb els altres i amb el planeta. Que siguin capaços de pensar per si mateixos, però també de col·laborar. Qualitat avui és coneixement, competència, actitud i valors. Crec que en el món en què vivim, qualitat en educació no és ensenyar alguna cosa als alumnes, sinó ajudar-los a desenvolupar una brúixola fiable i les eines per a navegar amb confiança per un món que no podem predir, un món incert i volàtil.

Encara hi ha molta gent que mira amb recel el canvi d'enfocament en educació de continguts a competències. Els fa por una pèrdua en la qualitat de l'educació.

Què caldria tenir en compte en aquesta transformació per a una transició positiva? Què diria als qui temen perdre nivell en aprenentatges bàsics de llengües i matemàtiques, o simplement disminuir en coneixements?

Crec que la necessitat de competències procedeix del món en què vivim. El món modern ja no et recompensa pel que saps, Google ho sap tot, ho fa pel que saps fer amb el que saps.

Pots extrapolar el que saps, ho pots aplicar a una situació nova? Això és el que hem de prendre'n seriosament.

En aquests moments és molt important preguntar-se com fer la transició. És clar que no podem canviar els nostres paradigmes curriculars de manera radical, d'un dia per a l'altre, i esperar que els resultats siguin immediats. Això suposa un canvi gradual que passa per diferents entorns d'aprenentatge i maneres d'ensenyar, on els alumnes no són consumidors passius de coneixements sinó que treballen de manera activa per a desenvolupar el coneixement que experimenten. No es tracta d'eliminar el valor de la

ciència, sinó de veure com podem millorar l'ensenyament de la física o la química perquè els joves pensin com a científics. Quan dissenyes un experiment, pots distingir entre preguntes plantejades científicament i les que no ho estan? Aquest és el fonament de la ciència. D'aquesta manera els alumnes adquireixen coneixements rellevants, si ensenyem des de la superfície, no entenen el que és la ciència i no els ajudarà en el futur quan aquest coneixement sigui diferent. És una mica el que passa a Espanya. Teniu un currículum que ensenya als joves moltes coses de forma poc profunda, amb un quilòmetre d'amplitud i un mil·límetre de profunditat. Amb història passa el mateix, la competència no elimina la història, fa la transició entre aprendre noms i llocs a ser capaç de pensar com ho fa un historiador. D'aquesta manera poden entendre com emergeix una societat, com es desenvolupa i avança, i a vegades com es revela en canvis de context.

Les matemàtiques són molt importants en l'aprenentatge basat en competències. Però tampoc no es tracta d'ensenyar com es calcula una funció exponencial, sinó d'ajudar els

S'ha d'ajudar als alumnes a comprendre els fonaments de les idees més rellevants de cada disciplina. Menys coses amb més profunditat per evitar un ensenyament superficial.

estudiants a comprendre el concepte, la naturalesa d'un factor exponencial. En la pandèmia hem tingut grans problemes amb això. Com a éssers humans hem nascut en un món lineal, el temps és lineal, i això ens fa sentir confortables. De sobte apareix un virus que es comporta exponencialment, un fet del qual no tenim experiència, però el món de les matemàtiques pot obrir-nos pas a aquesta experiència i entendre-ho. Si només ensenyem la superfície, els alumnes aprenen a calcular alguna cosa que un ordinador pot calcular molt més de pressa.

Penso que l'important no és sobre si més o menys coneixement, sinó ajudar els alumnes a elevar-se més enllà del seu coneixement comprenent els fonaments de les idees rellevants de cada disciplina. Això implica ensenyar menys coses amb més profunditat i evitar un

ensenyament superficial.

Això implica un gran esforç al professorat, és molt més fàcil llegir un llibre de text que proporcionar als alumnes una comprensió conceptual real dels continguts. No obstant això, podem mirar cap a països que ho estan fent realment bé. Si vas a una classe a Espanya veuràs un professor ensenyant de 16 a 17 problemes de matemàtiques en una hora, de manera que els alumnes practiquen molt un tipus de problema. Si vas a una classe al Japó, el professor treballa un únic problema en una hora. El professor i els alumnes analitzen el problema des de diferents perspectives i idees, i al final de la lliçó els alumnes han comprès una idea, l'han fet seva i poden extrapolar a partir d'ella.

Aquesta manera d'ensenyar és molt més difícil. No es tracta de fer una transició radical. Es

tracta d'apoderar gradualment al professorat, secundar-lo, i anar passant d'un model en què els alumnes són receptors passius de coneixement a un altre en el qual són co-creadors actius. Això és el més important.

Vostè és un gran defensor que una educació de qualitat per a tots és possible. Com es pot des dels centres escolars avançar en aquesta direcció sense comptar amb molts recursos? Com ho fan els sistemes educatius que ho aconsegueixen per a atendre els més desfavorits sense que minvin els resultats de la resta?

Si mires cap als sistemes educatius més avançats, es veu que l'èxit dels alumnes es relaciona poc amb la seva procedència socioeconòmica. Es pot veure un rendiment molt més estable a Estònia, on el col·legi més pròxim és el millor. No hi ha gaire variabilitat en el rendiment del col·legi, ni en el dels alumnes segons el seu origen social.

Això té una explicació. El sistema tradicional es basa en un únic model aplicat a tots els estudiants. I això funciona bé per a alguns alumnes, però per a uns altres funciona



malament. El que els sistemes educatius amb alt nivell de rendiment entenen és que alumnes diferents aprenen diferent i intenten atendre aquesta diversitat amb pràctiques educatives diferenciades, donant als alumnes, diferents ritmes per a comprometre's en el seu aprenentatge i progressar. Hi ha diferents estils d'aprenentatge i necessitats especials.

A Espanya es pensa que el 8% dels seus alumnes tenen necessitats especials i és necessari tractar-los a part. A Estònia, Dinamarca o Finlàndia pensen que el 100% dels seus alumnes tenen necessitats educatives especials. Tots els alumnes tenen talents especials i necessitem donar-los un suport addicional perquè els puguin desenvolupar. Hi ha alumnes que tenen dificultats en alguna àrea, i necessitem donar-los un suport extra. Això és molt exigent per al professorat, han d'entendre que els seus alumnes aprenen de manera diferent. Necessiten ser capaços de dominar un ampli repertori d'estratègies pedagògiques diferents.

Però avui tenim molts bons exemples. Podem dir sense risc d'equivocar-nos que no hi ha cap

sistema educatiu en el món que aconsegueixi l'excel·lència sense atendre la diversitat de necessitats dels seus estudiants.

A Espanya hi ha molts alumnes que cauen per les esquerdes de l'extrem inferior de l'espectre. La mentalitat del sistema educatiu encara és que si no triomfes en el sistema et deixem repetir. Però això és molt car per a la societat espanyola. Haurà de pagar de 25.000 a 30.000 euros per cada repetidor perquè haurà d'esperar un any més que entri en el mercat laboral i comenci a pagar impostos. Per això el que fan en sistemes educatius amb un alt nivell de rendiment com el Japó, Singapur, Finlàndia o Estònia, és pensar d'una altra manera, dono al col·legi recursos extra perquè pugui donar suport addicional i assegurar que eviten al màxim el risc de repetir. D'aquesta manera els recursos s'inverteixen a comprendre i nodrir el talent i no a

fomentar la repetició.

Necessitem fer créixer el talent extraordinari dels alumnes ordinaris. No es tracta de classificar alumnes que són molt bons en tot, i separar-los d'aquells que no ho són. Penso que és una meta assolible i veig molts sistemes educatius que estan cada vegada més a prop d'aconseguir-ho.

L'OCDE proposà el 2019 una renovació del marc competencial per al s. XXI. En ell es reprèn amb força la idea de garantir un aprenentatge que duri tota la vida. Quins aprenentatges o competències són bàsiques per a garantir un aprenentatge al llarg de tota la vida?

Crec que la clau està en la curiositat. La sort és que com a éssers humans naixem amb ella; si tens una filla o un fill de 3 anys són extremadament curiosos. Pregunten per tot i volen fer-ho tot ells sols, aprenen i

El canvi no és una elecció, hem d'assegurar-nos d'educar als joves per al seu futur, no per al nostre passat.

s'equivoquen i ho intenten una altra vegada, són molt resilients. Si un bon sistema educatiu intenta nodrir i millorar aquesta curiositat, aquesta fam per aprendre, aquest amor a l'aprenentatge, llavors crearem aprenents per a tota la vida.

El repte de l'aprenentatge al llarg de la vida no és una oportunitat. El repte es troba en la idea que cada dia jo camino intentant arribar a ser aquesta millor versió de mi mateix, que em pot preparar per a nous treballs que encara no han estat creats, per a utilitzar tecnologia que encara no ha estat inventada, per a resoldre problemes socials que encara no podem ni anomenar. Penso que aquesta disposició cap a l'aprenentatge és molt important. Si com a professor tot el que aconsegueixes és que els teus alumnes acabin l'escola amb aquesta curiositat per la vida, has aconseguit molt. Si per contra eduques per a un coneixement molt específic i ells no actualitzen aquest coneixement i competències, en poc temps es trobaran perduts perquè el món canvia molt ràpidament. Cal estar disposat a provar coses noves, a qüestionar la saviesa del nostre temps, no sols reproduir-la. També és molt important la mentalitat de creixement, pensar que el meu èxit depèn de mi, del meu esforç, no de la meva intel·ligència heretada, la capacitat de resoldre problemes complexos, i la disposició de navegar per l'ambigüitat i prendre decisions en un context en què no podem entendre tots els elements i no podem fer un pas enrere.

Fa poc temps l'OCDE va publicar un nou informe que mostra que la gent jove té dificultat per a distingir fets d'opinions, i també de bregar amb conflictes d'interès o trobar la seva pròpia manera de pensar.

Una altra qüestió és la disposició i capacitat per a mobilitzar recursos cognitius, socials i emocionals en l'aprenentatge, en què els aspectes emocionals i socials són cada vegada més importants.

D'altra banda, en el món de la intel·ligència artificial necessitem pensar molt més sobre el que ens fa realment humans. Com complementar i no substituir la intel·ligència artificial. Crec que això és un aspecte en el qual l'educació ha de prestar més atenció. Penso que els bons professors ho fan contínuament. Són aquests, per exemple, els professors que els joves recordaran de la pandèmia. Aquells que els van cuidar, que van comprendre qui eren com a estudiants, els qui volien arribar a ser, els qui els van ajudar a realitzar els seus somnis i les seves passions, per això crec que això és molt important.

El programa PISA introdueix noves competències cada cert temps com la resolució cooperativa de problemes el 2015, la competència global el 2018, i la creativitat el 2022. Què es pretén amb tant canvi? Com pot un sistema educatiu anar incorporant novetats tan ràpidament? Per a quan una competència *computacional* com la programació?

Crec que hauríem de fer la pregunta a l'inrevés. En un món que canvia ràpidament, com podem fer que l'educació s'hi adapti més de pressa? El canvi no és una elecció, hem d'assegurar-nos d'educar als joves per al seu futur, no per al nostre passat. La pregunta hauria de ser com podem fer aquesta transició.

En l'actualitat, la programació d'ordinadors és molt important, però, ho serà demà? És molt difícil dir-ho. Crec que és molt arriscat esforçar-nos a ensenyar als joves les tècniques d'avui per a resoldre els problemes de demà.

És més important saber si els estudiants entenen el pensament computacional. Aquesta qüestió ja s'està incorporant a la següent avaluació de matemàtiques. Entens el que és un algorisme? Si no, et pots convertir en esclau d'un algorisme molt ràpidament. No obstant això, la programació per a mi, és una tècnica d'avui. Crec que en educació tenim el risc de saltar cap al següent tipus de tècnica que sembla important avui, invertir molt d'esforç i després, deu anys més tard, ens trobem que és un carreró sense sortida.

D'alguna manera, crec que en referència a la qüestió sobre el futur, probablement s'esperarà de nosaltres que siguem menys instrumentals en els nostres enfocaments sobre educació. En el passat, solíem aprendre a treballar i invertíem els nostres esforços en això; ara aprendre és el treball. Crec que aquesta és una transició molt important. Ja no podem preparar les persones simplement en un conjunt

En el passat, solíem aprendre a treballar i invertíem els nostres esforços en això; ara aprendre és el treball. Ja no podem preparar en un conjunt específic de tècniques per a tenir èxit.



El que vam descobrir en la pandèmia és que l'aprenentatge no és un procés transaccional, és relacional, un fenomen social.

específic de tècniques per a tenir èxit en les seves vides. Crec que realment necessitem donar-los les eines per a trobar el seu propi camí.

La pandèmia ha posat en la corda fluixa al món. La urgència de resoldre problemes complexos amb creativitat i en poc temps ha posat de manifest que ens endinsem en les profunditats de l'era de la innovació a tota velocitat. Com creu que s'hauria d'afrontar aquesta situació des d'una educació de qualitat?

Sí, és cert que la pandèmia ha estat profundament pertorbadora per a l'educació. El futur sempre ens sorprendrà. No crec que puguem predir un únic futur. El que sí que podem és pensar en diferents futurs alternatius i preguntar-nos quines implicacions tenen. Si estem preparats per a múltiples futurs, serem més àgils i estarem més preparats per al que vingui.

Crec que això és el que la pandèmia ha mostrat realment. Els estudiants van ser capaços d'aprendre pel seu compte, on estaven acostumats a treballar amb bona tecnologia, tenien contacte social continuat amb l'escola, uns pares que estaven interessats en el seu aprenentatge. La pandèmia va ser tal vegada una experiència interessant, i fins i tot van trobar una gran quantitat de nous entorns i recursos d'aprenentatge.

Però per als estudiants que solien ser alimentats amb cullera pels seus professors, per als professors que treballaven en una

mena d'organització de treball molt industrial, de sobte, el món es va ensorrar.

En certa manera, la pandèmia ens ensenya que en el futur, tenir una educació de qualitat significa tenir molta més responsabilitat en la primera línia. Dependre menys de les estructures jeràrquiques en les quals mirem cap amunt. Microgestionar un tipus de realitats on mirem més cap a fora, on els estudiants col·laboren, on els professors treballen professionalment i estan units i molt connectats entre si. Crec que això és el que realment hem d'aprendre, fer que els nostres sistemes d'educació siguin més plans, més col·legiats, més col·laboratius i dependre menys de la prescripció vertical, la direcció i la responsabilitat. És molt important tenir un sistema educatiu que tingui més creativitat i responsabilitat a l'aula, a l'escola, en la primera línia, on els professors ensenyen, però també fan altres coses. Un bon professor també necessita ser un bon mentor, un bon entrenador, un bon dissenyador d'entorns d'aprenentatge innovadors, un gran investigador en un món tecnològic.

Els científics tenen una part central en això, es tracta d'innovació científica, però també d'innovació social. Crec que són com dues cares de la mateixa moneda. A més de grans enginyers, volem enginyers que prenguin decisions ètiques. La intel·ligència artificial donarà un gran poder a la majoria de les persones, però no els traurà la responsabilitat de distingir el que està bé i el que està malament, el que és veritat i el que no ho és.

En el passat, podies ensenyar-li a algú habilitats tècniques, i això era suficient. Avui dia, crec que és necessari equipar els joves amb un ventall bastant ampli d'habilitats d'innovació tecnològica i social. Ambdues han d'anar de la mà, tal com hem vist en la pandèmia.

La tecnologia no ha salvat a ningú durant la crisi sanitària, la tecnologia no ha fet l'aprenentatge. De fet, el que descobrim en la pandèmia és que l'aprenentatge no és un procés transaccional, és relacional, un fenomen social.

I crec que aquí és on la perspectiva científica i la perspectiva social, realment, s'integren més estretament en el futur. Abans distingíem el que s'aprenia per la vida i el que s'aprenia per a la feina. Avui no estic molt segur que aquesta distinció sigui realment rellevant.

La tecnologia ja és omnipresent en tots els àmbits de la vida humana, avui un nen aprèn a fer servir un mòbil, una tauleta i fins i tot un ordinador sense saber llegir ni escriure. Des del seu punt de vista: quin paper ha de jugar la tecnologia en l'educació de les noves generacions?

Crec que la tecnologia té molt potencial. La intel·ligència artificial pot ajudar a fer l'aprenentatge molt més regular, interactiu i participatiu. Quan estudies matemàtiques amb un ordinador, aquest analitza com estudies, esbrina què t'interessa, et porta on necessites per a millorar. Crec que la intel·ligència artificial és clarament un poder que pot millorar



la transmissió del coneixement. L'anàlisi de l'aprenentatge pot ara ajudar el professorat a conèixer millor com diferents estudiants aprenen de manera diversa i després entendre com canviar les estratègies o enfocaments.

Els *big data* en educació, també aporten molts aprenentatges potencials. Però, ja saps, l'aprenentatge és sempre un procés social. Crec que la tecnologia pot apoderar els estudiants i els professors, però no pot reemplaçar el procés social, no pot reemplaçar el paper d'un professor. Encara que el paper del professor canviï i evolucioni i millori en la comprensió dels teus estudiants. No se'ls pot substituir en les intencions educatives, la comprensió d'on tenen el seu talent

els teus estudiants, com ajudar-los a desenvolupar-ho en la comprensió que ajudaria a un propòsit social. Crec que la tecnologia pot complementar, però sempre ha de prevaler la dimensió humana, les habilitats de les persones en primer lloc. El temor més gran que hauríem de tenir quan som propietaris d'un telèfon intel·ligent és no tenir mals hàbits, ser esclau de la tecnologia, dels algorismes. Crec que hem de mantenir l'equilibri entre la tecnologia i les habilitats humanes per a crear sinergies significatives, i hem de pensar en com es poden complementar, no substituir. En certa manera, crec que la inversió principal de formació dels joves en aquest sentit ha de ser les habilitats humanes per a utilitzar la tecnologia.

Un bon professor també necessita ser un bon mentor, un bon entrenador, un bon dissenyador d'entorns d'aprenentatge i un gran investigador.

També pot ajudar els professors a dissenyar entorns de planificació realment bons on la millor tecnologia és probablement la tecnologia que és totalment invisible a l'aula.

Estem ja gairebé al final de la nostra entrevista i m'agradaria parlar d'una cosa que vostè mateix



www.oecd.org

BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES / DES POLITIQUES MEILLEURES POUR UNE VIE MEILLEURE

1989

BY OCTOBER 1989 HE HAD
THREE FUNDAMENTAL
PRINCIPLES THAT
HEARD:
THE FOUNDATION
OF THE
WORLD BANK, THE
AND THE
OF THE
OF THE
OF THE
OF THE



En el futur, hem de posar els valors al centre d'allò que ensenyem i, després, pensar en el coneixement i les habilitats com a possibles maneres d'il·lustrar aquests valors.

ha considerat alguna vegada una assignatura pendent de molts sistemes educatius: la incorporació de valors ètics al currículum com a objectius educatius. Per què ho considera tan important i quins valors creu que serien els més necessaris en aquests moments?

En el món en el qual vivim, la contribució més important a l'educació és donar als alumnes una brúixola fiable, que els aportï sentit d'allò que és bo i dolent, què està bé i què està malament en aquest context. En el passat, podies preguntar a la gent del teu voltant, a les persones grans que coneixien molt bé el món i podien dir-te totes les respostes. En un món tan canviant com l'actual això és molt difícil. Molts pares no entenen que els seus fills i filles necessiten fer aquest tipus de judicis per si mateixos. La tecnologia tampoc no hi ajuda, és un gran amplificador, un accelerador de les bones idees i de les bones pràctiques de la mateixa manera que accelera les males idees i les pitjors pràctiques, de manera que els valors es converteixen en una cosa realment crítica.

En el passat solíem posar els valors en la part inferior del sistema, ensenyàvem primer el coneixement i al final es parlava de valors. En el futur, hem de posar els valors en el centre del que ensenyem, i després pensar en el coneixement i les habilitats com a possibles maneres d'il·lustrar aquests valors. Per exemple: en l'esport, en el futur l'educació física no es tracta només de ser més atlètic, sinó ser capaç d'assumir la responsabilitat d'un mateix. Crec que hem de posar els valors en el centre i preguntar-nos

fins a quin punt les assignatures de la nostra escola es basen en aquests valors.

Respecte a saber quins valors, aquesta és una qüestió més difícil i crec que juga un paper molt important el context cultural i social d'un país.

Però crec que n'hi ha alguns de realment importants. La pluralitat és una realitat de les nostres societats del món en el qual vivim, si ens entenem com a éssers humans podem apreciar diferents maneres de pensar, diferents maneres de caminar, entendre'ns.

Podem ensenyar la nostra pròpia religió en una escola, però si entenem altres religions, si podem realment mirar el món a través de diferents ulleres i perspectives, ens podem relacionar millor.

Desitjaríem que tothom tingués aquests valors, però crec que la qüestió de la naturalesa dels valors és una cosa que probablement és molt difícil de respondre des de fora. Per a mi el problema està en el fet que si la gent no és capaç de trobar respostes per si mateixa, del que està bé i el que està malament, i de navegar en l'ambigüitat, crec que en el món actual difícilment trobaran recursos de l'exterior.

Ara ja sí per a finalitzar, m'agradaria preguntar-li pel professorat. Quines creu que són les competències clau d'un professor en l'actualitat i quines les del director d'un centre?

Òbviament, el que esperem dels professors és que tinguin una veritable passió i un profund coneixement de la matèria. En segon lloc, volem que els professors

entenguin com cada estudiant aprèn de manera diferent des d'un profund sentit pedagògic. Que entenguin els seus estudiants i treballin amb ells. Finalment crec que s'han d'esforçar per entendre als seus estudiants com a persones, conèixer el seu context, d'on venen, com poden ajudar-los a trobar el seu camí en les seves pròpies vides. Però això és només un punt de partida per a ser un bon professor; a més cal ajudar cada estudiant a tenir èxit, entendre la diversitat en la dinàmica de l'aula, ser un bon investigador, trobar noves metodologies amb l'equip docent, ser un bon jugador d'equip a la teva escola, observant les classes d'altres professors i treballant amb ells per a contribuir a la professió.

Però avui dia, l'escola ha de ser un lloc on tothom aprèn: els estudiants, els professors, els pares, i com a professor has de participar en aquest procés, has de retornar a la teva escola el que saps i ajudar a uns altres a tenir èxit com a mentors, com a alumnes, etc. Un professor ha de fer-se càrrec de la seva professió tota la vida.

Un líder escolar el primer que ha d'aprendre és que no es tracta que els professors facin allò que se'ls diu sinó que col·laborin. El que decideix l'èxit és ajudar els professors a créixer, desenvolupar-se i estar connectats amb l'exterior.

Potser no els puc pagar més, però puc fer que el seu treball sigui més atractiu des del punt de vista intel·lectual. Puc involucrar les comunitats, atreure els pares a l'escola i aprofitar altres recursos interessants de la comunitat. Puc fer moltes coses com a director per a fer de l'escola un lloc atractiu per a tots, on es confii en els alumnes, i en els altres. La confiança crea un ambient on es treballa a gust. Es pot fer molt per a crear uns entorns escolars capacitadors per als professors i fer de l'escola un lloc que afavoreixi la seva millora contínua com a docents i educadors.



Actualitat

educació i STEM

ÁNGEL VÁZQUEZ I

MARÍA ANTONIA MANASSERO

Alfabetització en ciència i tecnologia,
pensament crític i STEM

p. 34

ESTER MORROS

Present i futur de l'orientació acadèmica

p. 40

ENTREVISTA A DAVID CUARTIELLES

Ardunio i l'art de fer fàcil el difícil

p. 46



per Ángel Vázquez i
María Antonia Manassero

Alfabetització en ciència i tecnologia, pensament crític i STEM

**La ciència dels científics ha de convergir amb la
ciència que s'ensenya en els centres educatius
per a fer-la assequible.**

L'educació és una activitat on el context resulta tan important com el cos de coneixements que transmet. En l'individual, el context està determinat per les perennes necessitats de desenvolupament dels éssers humans (físiques, psicològiques i relacionals); en el social, les globalitzades societats del coneixement tenen un marc amarat de ciència, tecnologia i innovació, com a factors clau del desenvolupament social i laboral. En aquest context, l'educació científica ha de contribuir al desenvolupament integral de ciutadans responsables i formats, i amb capacitat d'adaptació als requeriments globalitzats i necessitats canviants en els àmbits personal, social i laboral, que Delors va concretar a *saber, saber fer, saber ser i saber conviure*.



La recerca en didàctica de la ciència en els diferents nivells educatius està sotmesa a la tensió entre la tradició i la innovació, per a aconseguir una contribució significativa a aquestes finalitats, aportant el concepte d'alfabetització científica (i tecnològica) – ACT – per a tots com un dels més rellevants dels últims anys. L'ACT es considera formada per tres components: els conceptes i processos científics i tecnològics (*saber i saber fer*), els metaconeixements sobre com la ciència i la tecnologia construeixen i justifiquen els seus coneixements i artefactes (*saber ser científics*) i la justícia social en l'ACT per a tots (equitat, accés, etc.).

Els especialistes difereixen en les seves conceptualitzacions de l'ACT. Per exemple, el programa PISA (OCDE) planteja l'ACT com una competència clau (coincidint amb el marc educatiu europeu i espanyol) per a comprendre la pràctica científica i tecnològica sobre el món natural (que inclou la ciència i la tecnologia basada en la ciència) amb tres subcompetències: explicar fenòmens científicament, avaluar i dissenyar recerques científiques i interpretar científicament dades i evidències. Les tres operen sobre coneixements conceptuals, procedimentals i epistèmics. Els epistèmics es refereixen a com és i com funciona la pràctica científica: l'estatus de les conclusions científiques i el significat de termes fundacionals (per exemple dades, explicacions, hipòtesis, lleis, teories,

La recerca en didàctica de la ciència està sotmesa a la tensió entre la tradició i la innovació aportant el concepte d'alfabetització científica (i tecnològica).

etc.), i coincideixen amb el segon component d'ACT.

ALFABETITZACIÓ CIENTÍFICA I TECNOLOGIA PER A TOTS

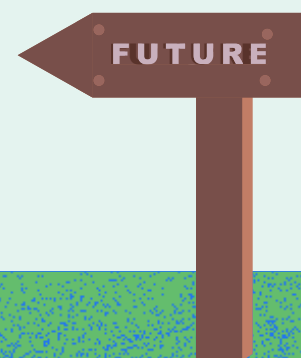
El professorat ensenya a les seves aules el currículum bàsic (competències, objectius, continguts, criteris d'avaluació) que implica prendre importants decisions didàctiques (recursos, metodologia, activitats, temporalització, avaluació, etc.). El coneixement didàctic del contingut (CDC), o coneixement professional docent, resumeix la competència del professorat per a desenvolupar el currículum; implica la capacitat de combinar dinàmicament coneixements científics, didàctics i psicoevolutius, juntament amb procediments, actituds i valors, per a aconseguir una actuació professional efectiva i coherent orientada a l'ACT.

Els especialistes desglossen el CDC del professorat en subcompetències, concretes i interactives entre si: coneixement d'una matèria i el seu currículum, planificació curricular, gestió de l'aula, avaluació d'aprenentatges, inclusió i equitat, accions amb la comunitat, desenvolupament professional, destreses digitals, comunicació lingüística i compromisos ètics.

Alguns autors proposen el concepte de transposició didàctica per a descriure la transformació dels conceptes científics pel CDC per a fer-los ensenyables com ACT en la ciència escolar; en conseqüència, la ciència escolar és epistemològicament diferent de la ciència dels científics.

El professorat té llibertat per a prendre nombroses decisions de desenvolupament, com, per exemple, l'elecció de la(s) metodologia(s) d'ensenyament. Aquestes eleccions s'han d'inspirar en la recerca didàctica, però també sabem que les creences del professorat són claus, i donen lloc a corrents innovadors i modes en favor d'algunes metodologies.

L'educació ha produït una diversitat de propostes metodològiques sobre com ensenyar. Les metodologies centrades en el professor (classe magistral, sobretot) i les metodologies



centrades en els estudiants (projectes, centres d'interès, idees prèvies, globalització, personalització, etc.) conformen una polaritat bàsica. Actualment, estan de moda en les xarxes professionals algunes metodologies (l'aprenentatge basat en problemes, en recerca, en evidències, en el pensament, en competències, l'aprenentatge-servei, l'aprenentatge cooperatiu, la classe invertida, la ludificació, el pensament de disseny, el disseny universal d'aprenentatge, etc.).

L'EMERGÈNCIA DE LES COMPETÈNCIES I EL PENSAMENT CRÍTIC

A més, el canvi de mil·lenni ha generat un moviment denominat competències del segle XXI, que propugna el desenvolupament combinat de certes destreses, com ara pensament crític (resolució de problemes, presa de decisions, síntesi), creativitat, cooperació i comunicació, perquè es consideren imprescindibles per a satisfer les necessitats personals, socials i laborals de la ciutadania del segle XXI. La didàctica de la ciència assumeix les anteriors i suggereix altres metodologies diferenciades. Cap al 1970 ja es va proposar una metodologia que tractava d'ensenyar integrades les quatre disciplines científiques (física, química, biologia i geologia). Cap al 1980, l'aprenentatge per descobriment propugnava que els estudiants descobrissin els conceptes científics per mitjà del seu treball autònom d'aula. En aquesta època i amb base en el gir naturalista

en la filosofia de la ciència, va sorgir el moviment ciència-tecnologia-societat (CTS) que proposava una integració més àmplia (ciència amb tecnologia i amb societat), on s'inclou l'ensenyament de la naturalesa de la ciència (coneixements epistèmics); en particular, els temes sociocientífics (una branca de CTS), desenvolupa aspectes de pensament científic, argumentació, resolució de problemes i projectes.

Alguns estudis recents suggereixen una important connexió: l'aprenentatge de coneixements epistèmics requereix que els estudiants dominin certes destreses de pensament crític. Si es té en compte que el pensament crític i el pensament científic comparteixen nombroses destreses comunes, aquesta conclusió no és sorprenent, però les seves conseqüències són nuclears: totes dues formes de pensament es complementen i es realimenten, de manera que potencien el seu impacte sobre l'aprenentatge fent de l'ensenyament basat en el pensament un eix central per a l'ACT.

A tot això, caldria afegir que les denominades competència digital i l'alfabetització mediàtica (o digital)

STEM combina conceptes acadèmics ja coneguts i integra escola, comunitat, treball i empresa.

podrien formar part integrada d'aquesta ACT, perquè estarien incloses de manera natural en la T de tecnologia. En coherència amb aquesta idea, el Consell d'Europa el 2016 va convidar a desenvolupar conjuntament l'alfabetització mediàtica, la competència digital i el pensament crític (expressió de les competències del segle XXI).

En resum, les destreses de pensament crític (creativitat, argumentació, resolució de problemes, presa de decisions i avaluació) tenen un ampli espectre de transversalitat respecte a competències, disciplines i metodologies que les fa especialment importants per a l'educació i l'ACT.

LA PROPOSTA STEM

En els últims anys diversos països constaten que els estudis superiors de Ciència i Tecnologia no satisfan les necessitats del sistema productiu, tant en número, com en formació dels professionals graduats; la formació és excessivament disciplinar i pobra en destreses demandades creixentment en les ocupacions globalitzades, com ara destreses transversals (creativitat i pensament crític) i disposicions (obertura, col·laboració, comunicació i treball en equip). Com a solució, la *National Science Foundation* va donar suport a activitats educatives integrades i interdisciplinàries, que van ser transformades per l'administració americana en una iniciativa política sota les sigles STEM (de l'anglès ciència, tecnologia, enginyeria,

El pensament crític i el científic comparteixen nombroses destreses comuns: es complementen i es realimenten de manera que potencien el seu impacte sobre l'aprenentatge.

matemàtiques), amb la finalitat d'aconseguir major qualitat educativa, desenvolupar en els estudiants les competències transversals i atreure més estudiants cap a STEM, especialment dones i minories.

A conseqüència dels suports econòmics i polítics rebuts, l'etiqueta STEM ha fet fortuna i ha calat també en nombrosos ambients escolars, com a moda educativa i com a marca d'innovacions dirigides cap a una educació més interdisciplinària. STEM combina conceptes acadèmics ja coneguts (la integració pròpia de CTS) i, a més, integra escola, comunitat, treball i empresa, perquè els aprenentatges STEM es beneficiïn d'aquesta integració global. No obstant això, no falten tampoc veus crítiques que, des d'una perspectiva conceptual, consideren que STEM no aporta continguts específics originals.

A més, algunes institucions educatives han generat iniciatives per a ampliar l'àmbit interdisciplinari STEM, incorporant noves àrees a l'acrònim. Així, la *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* dels EUA ha incorporat la *M* de medicina, i, des de fa anys, les seves publicacions refereixen l'acrònim STEMM. Però la incorporació més destacada són les humanitats, afegint la *A* d'arts (música, disseny, literatura i belles arts) per a produir l'acrònim ampliat STEAMM. La *A* de STEAMM aportaria èmfasi en la creativitat i innovació i una visió de l'educació en totes les disciplines orientada a problemes o projectes del món real, que desenvolupen la curiositat (fer preguntes), la comunicació (crear respostes, dissenyar solucions) i l'ús del pensament de disseny i les habilitats

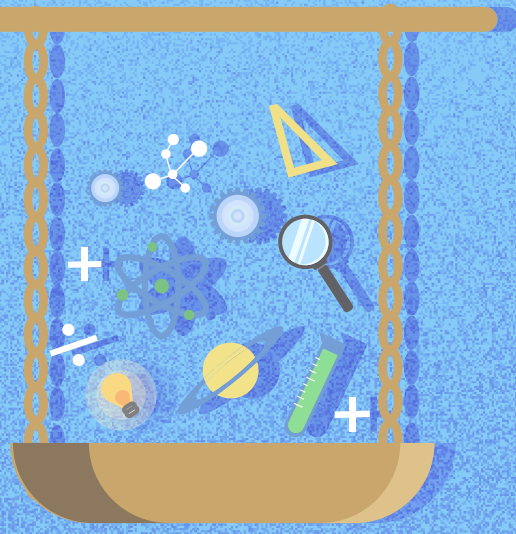
artístiques; al mateix temps, contribueix a estroncar l'antiga bretxa entre ciències i humanitats. Un estudi recent de les acadèmies aporta una visió optimista per a desenvolupar STEAMM i conceptualitza la integració de disciplines progressives així: superficial (multidisciplinària), mitjana (interdisciplinària) i profunda (transdisciplinària).

A MANERA DE CONCLUSIÓ

La sopa de metodologies educatives del mercat no ha d'impedir veure amb claredat el bosc educatiu. Les destreses de pensament crític (dimensió cognitiva), complementades amb les disposicions i actituds proactives cap a tots els elements educatius (dimensió afectiva), i especialment el treball cooperatiu i en equip, són competències realment transversals per a qualsevol aprenentatge, competències o objectius educatius. En totes les assignatures i metodologies les destreses de pensament han d'actuar com a vectors interdisciplinaris (anàlogament a STEAMM o CTS) cap a una educació de qualitat i dirigida cap a l'aprenentatge profund, que faci significatius els aprenentatges i les competències disciplinars (ACT i uns altres), amb l'horitzó d'aconseguir la seva transferència cap a la vida personal, social i laboral.

Ángel Vázquez Alonso és Doctor en Filosofia i Ciències de l'Educació. Inspector d'educació i professor associat en la Universitat de les Illes Balears. És membre del grup de recerca de l'Institut de Recerca i Innovació Educativa (UIB): ciència, tecnologia, societat i didàctica de la ciència. I, participant en el projecte d'investigació *Educació de les competències científica, tecnològica i pensament crític*.

Maria Antonia Manassero Mas és Catedràtica de la Universitat de Psicologia Social i membre de la Comissió Acadèmica del Doctorat d'Educació. És investigadora principal i membre dels equips de recerca en projectes competitius finançats per institucions i organismes autonòmics, nacionals i internacionals en les temàtiques relacionades amb les seves línies de recerca: estrès, *burnout*, treball emocional en el sector serveis; actituds cap a la ciència, la tecnologia i la societat, així com gènere, salut i qualitat de vida.





per Ester Morros

Present i futur de l'orientació acadèmica

La tecnociència pot ser de gran ajuda per a descobrir vocacions científiques.

M'enorgulleix compartir amb vostès que soc part d'aquest conjunt de persones que fa anys va decidir canviar el món de l'orientació per proposar una alternativa. Som no solament innovadors, sinó que, a més, som disruptius.

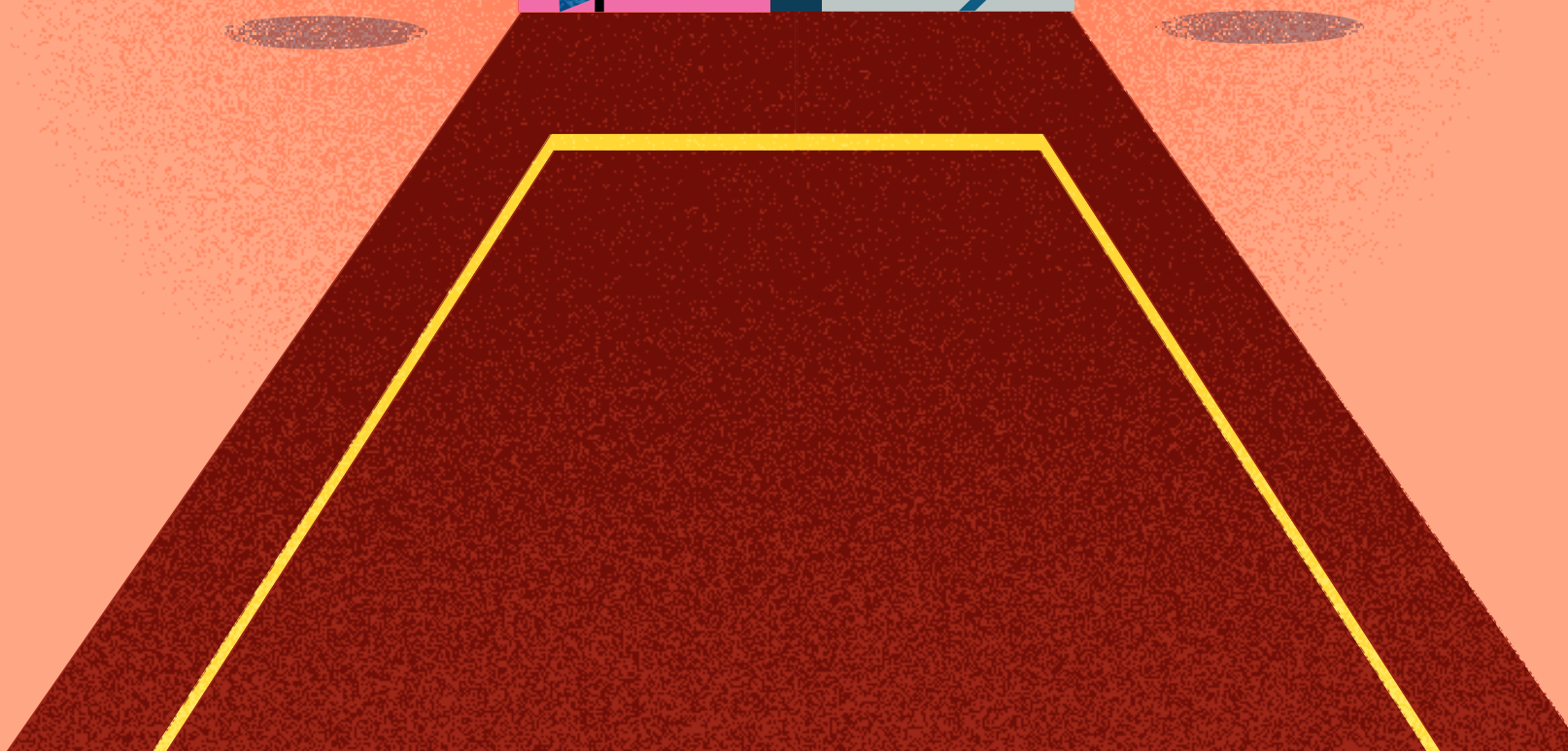
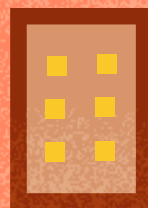
Durant aquest camí, han participat professionals, investigadors, grups d'investigació tecnològics d'universitats i empreses, que en major o menor mesura han possibilitat poder tenir avui una solució a un problema comú: el 92% dels alumnes no saben què triar davant la decisió de *què continuar estudiant*.

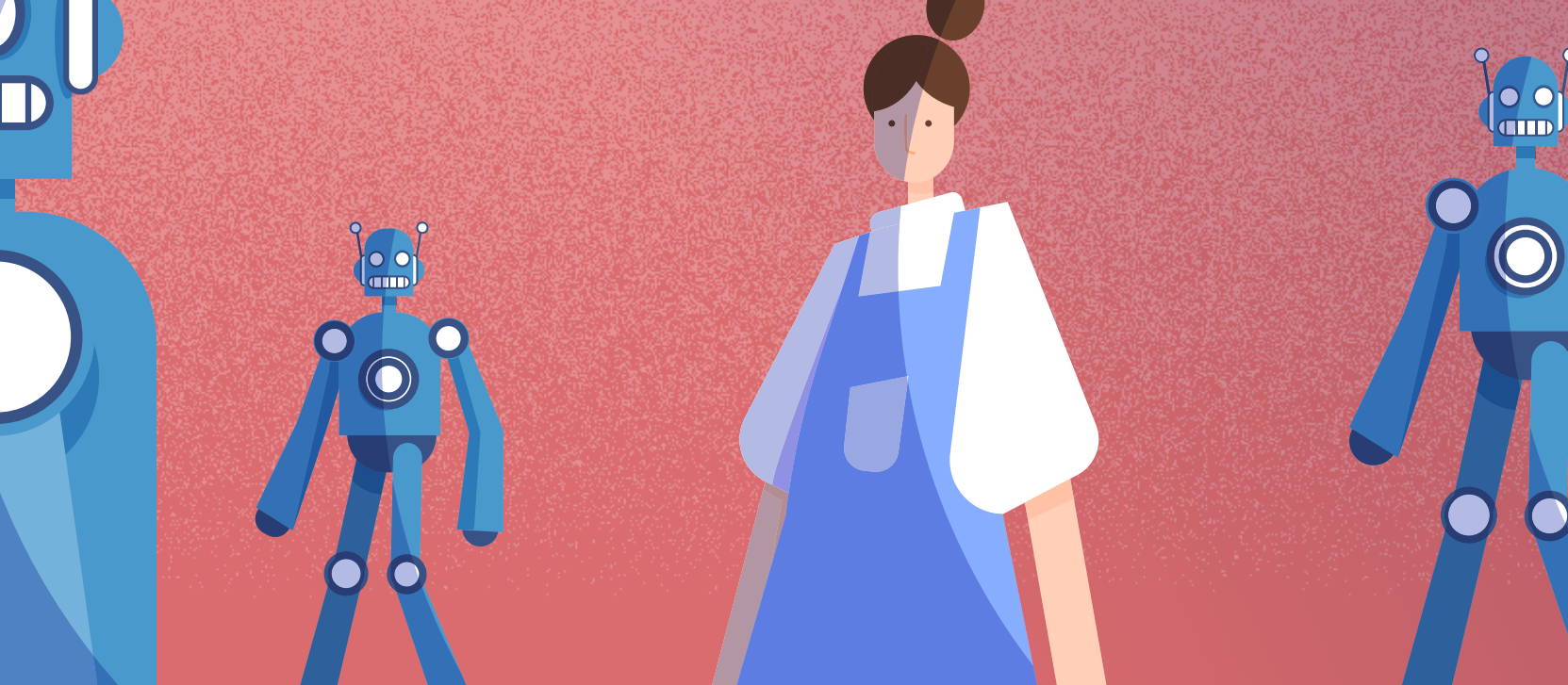
És un problema que té molt preocupats els governs de tots els països. Un alt percentatge dels qui comencen els estudis universitaris a Espanya no els finalitza¹. Sabent que són al voltant de 125.000 alumnes a l'any els que abandonen, les pèrdues anuals derivades d'aquest fracàs s'estimen en 974 milions d'euros. Això és solament el cost econòmic, al qual se li ha d'afegir el cost més elevat: el fracàs personal és el que a nosaltres més ens preocupa. Les tecnologies han arribat per quedar-se i impacten de forma transversal a totes les disciplines, també a

l'orientació. Aplicar tecnologia fa que tingui un sentit empresarial mitjançant l'estandardització de la qualitat, però també l'increment de la velocitat en els processos, la reducció de costos i ampliació dels marges empresarials. Solament cal veure en quin lloc del compte de resultats va la partida de personal (costos) i en quin compte va l'adquisició de tecnologia (actiu).

La tecnologia centralitzarà el coneixement en computadores, amb la qual cosa tenir aquest coneixement ja no serà un fet diferencial. D'aquí ve la importància de la creativitat, alguna cosa que, avui, les computadores no poden fer per si soles. Una computadora pot fer molt de pressa una funció, però la seva limitació està en el fet que solament pot fer una tasca alhora. No obstant això, la computació quàntica, en desenvolupament, podrà fer fins a vuit operacions alhora².

Llegint tot l'anterior, ja fa més de dotze anys, nosaltres vàrem decidir aplicar tecnologia al món de l'orientació acadèmica, encara que sí que és cert que aleshores se'ns tractava com a *marciàns*.





Un alt percentatge dels que comencen els estudis universitaris a Espanya no els finalitza.

L'ORIENTACIÓ

De les set definicions que ens mostra la RAE, potser la més apropiada per a l'orientació acadèmica és *adreçar o encaminar algú o alguna cosa cap a una finalitat determinada*. Al contrari del que sempre s'ha pensat, l'orientació acadèmica és l'ajuda en la presa de decisions en cadascuna de les etapes educatives i formatives, no solament escollir el batxillerat o el cicle formatiu.

Per tant, no podem seguir orientant els nostres fills cap al seu futur professional únicament amb un test. És una decisió prou important per a dedicar-li tot l'afecte del món.

L'orientació té quatre punts clau:

1. Fixar com a objectiu la professió per dissenyar a continuació el camí acadèmic, tenint en compte estratègies basades en els diferencials.
2. Identificar el talent i les fortaleeses de l'alumne per determinar quin és el seu perfil i el seu millor encaix professional.
3. Associar al seu perfil professional el coneixement i la formació futura.
4. Fer participar en la presa de decisions, a més dels alumnes, els seus pares.

CARRERA PROFESSIONAL

La carrera professional d'una persona no comença en entrar en el camp professional, sinó en triar els estudis al final de l'ESO. La decisió dels estudis que cursarà condicionarà força la seva professió futura. Ho diu la mateixa definició d'orientació, *...cap a una finalitat determinada*. El fi és la professió, els estudis són el camí per accedir-hi.

Segons l'últim informe *Inserció laboral dels graduats universitaris*³, gairebé el 30% dels titulats que van finalitzar els seus estudis no tenien ocupació quatre anys després de graduar-se. El 53% no troben treball a l'any següent d'acabar la carrera, un 40,4% dos anys després i el 32,2% tres anys després segueixen sense trobar ocupació. Comptar amb estudis superiors no és garantia de trobar feina.

La consultoria Gallup, referent mundial, realitza anualment una revisió en l'àmbit mundial sobre l'estat dels llocs de treball⁴ que mesura el compromís dels empleats amb l'empresa, mitjançant enquestes en 142 països i 25 milions d'empleats. Com a resum, determina que el 83% dels professionals no tenen èxit en la seva feina i no estan compromesos amb el seu treball ni la seva empresa. El principal motiu el troba en el moment de la contractació, on observa una dissociació entre el talent i el coneixement del candidat: es va formar per a una professió i té talent per a una altra diferent.

El problema s'origina quan la persona tria els seus estudis en finalitzar l'ESO, moment en el qual hauria d'associar el



seu talent amb els seus estudis futurs. Però cal saber la dificultat que té demanar-li a una persona que triï el seu futur amb tan sols quinze anys. Per a un jove, el futur no va molt més enllà del que farà el cap de setmana vinent. És per aquest motiu que, en la presa de decisions, han de participar els pares perquè la decisió dels estudis no tracta solament d'un tema acadèmic de l'alumne, sinó d'un pla de família sobre la decisió del futur d'una persona, del seu fill.

El resultat acadèmic de l'orientació actual⁵ és que el 33% abandona el grau que comença, el 66% si és d'una modalitat en línia, el 21% canvia de carrera i el 12% abandonarà definitivament la universitat. Aquestes dades indiquen que l'orientació acadèmica mitjançant el test de tota la vida, no funciona.

APLIQUEM CIÈNCIA I TECNOLOGIA A L'ORIENTACIÓ

Per fer aquesta orientació és imprescindible utilitzar la tecnologia. Un robot o una màquina no hauria de prendre les nostres decisions, però sí que ens pot ajudar. El nostre treball d'orientació es realitza mitjançant una eina científicotecnològica de disseny i desenvolupament propi a la qual li donem el nom de *ZQtech*. El que ofereix *ZQtech*

Les tecnologies han arribat per quedar-se i impacten de manera transversal a totes les disciplines, també a l'orientació.

és el resultat fins al dia d'avui de la nostra experiència del treball de més de 35.000 processos d'orientació a alumnes i famílies.

Pas 1: proveir d'informació a *ZQtech*

Dotem d'informació a l'eina tecnològica sobre les *Job Descriptions* dels diferents llocs de treball on es determina les aptituds i actituds necessàries per desenvolupar el lloc de treball. Per obtenir aquesta informació també utilitzem tecnologia.

La tecnologia ens ajuda a classificar aquestes habilitats que busquen les empreses i ens permet establir patrons professionals, que denominem *ADN professional*⁶. A més, es vinculen els itineraris acadèmics necessaris per accedir a aquests llocs de treball.

Pas 2: Recollir informació de l'alumne per crear el seu ADN professional

La informació que es recollirà de l'alumne serà, d'una banda, les característiques personals i, d'una altra banda, les característiques acadèmiques des d'un entorn real, aspecte que fa que el nostre sistema tecnològic no utilitzi com a base cap classe de test.

La informació que es recull en la plataforma sobre l'alumne són els seus mèrits; expedient acadèmic que ens permet fer mètriques i projectar notes d'accés a la universitat; els seus interessos, què és el que l'alumne pensa que li agradaria fer; valoració 360° per identificar

La carrera professional d'una persona no comença a l'entrar en el camp professional, sinó quan ha d'escollir els estudis al finalitzar l'ESO, moment en el qual hauria d'associar el seu talent amb els seus estudis futurs.

qui és la persona des de tots els seus rols; i l'autovaloració del mateix alumne. Una vegada la informació està pujada a la plataforma i els convidats han contestat, podem celebrar la reunió de presa de decisions.

Pas 3: la presa de decisions

A *Zeno Quantum* apostem per sistemes *blended*, (mixtes).

Durant l'entrevista el sistema ens presenta tota la informació recollida i l'auditem amb la família. Una vegada confirmada la informació, ens ajudem de nou de la tecnologia per convertir aquesta informació en un codi alfanumèric que representa el talent de l'alumne: el seu *ADN professional*. A partir d'aquí els algorismes i la intel·ligència artificial prenen una mica més de protagonisme i ens ajuden a comparar l'*ADN professional* de l'alumne amb l'*ADN professional* dels patrons dels llocs de treball i ens proposa 6 professions que encaixen amb el perfil de l'alumne.

Aquestes propostes es confirmen amb l'alumne i la família i, una vegada consensuats, es proposen els itineraris acadèmics estratègics per accedir a aquestes professions amb èxit, des de les optatives dels batxillerats o cicles formatius, fins a les notes de tall i graus universitaris necessaris.

Aquest suport tecnològic torna a ser un gran aliat, ja que permet crear informes personals i individuals per a cada alumne. La tecnologia accedeix a una gran quantitat de biblioteques de textos, de diversos idiomes, imatges i infografies, per construir mitjançant un complex sistema tecnogràfic un informe personal. Un informe que, a més a més, és un document viu, actualitza la informació cada vegada que es descarrega de la plataforma.

La tecnologia ajuda també en termes de seguretat, ja que la informació en *Block Chain*, que l'alumne connectarà introduint el seu usuari i contrasenya, acabarà creant l'informe. Això ens protegeix sobre un hipotètic atac pirata als nostres servidors.

Però l'orientació és un procés continu que no acaba quan decidim el grau universitari o el cicle formatiu que farem; cada etapa té les seves decisions estratègiques fins a la incorporació al mercat laboral; però això ja és un tema per a un altre article.

Ester Morros és llicenciada en Psicologia de les Organitzacions per Blanquerna -Universitat Ramon Llull. Màster en Recursos Humans de les organitzacions. Directora del comitè científic i gerent de formació i comunicació de *Zeno Quantum*.

Notes

¹ Estudi sobre l'abandó universitari realitzat per la Fundació BBVA del 2019.

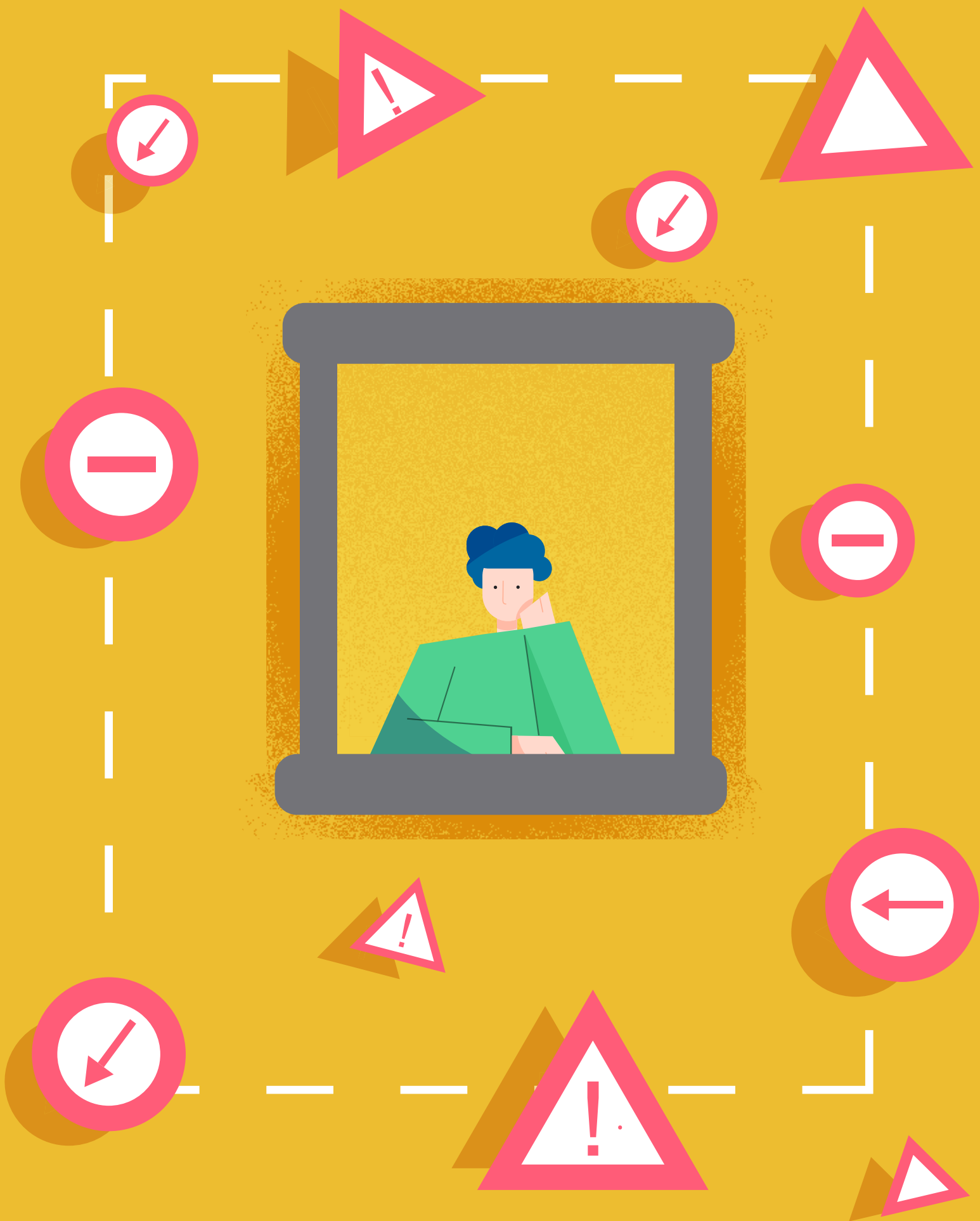
² Doctora Talia Gershon (Directora d'Estratègia d'Investigació i Iniciatives de Creixement a IBM).

³ Informe: *Inserció laboral dels graduats universitaris*. Curs 2013-2014 (anàlisi fins a 2018). Ministeri d'Educació, Innovació i Universitats. 2019

⁴ *State of Global Workplace*. Consultoria Gallup.

⁵ Segons l'estudi anual d'O-Rànquing de la Fundació BBVA.

⁶ ADN professional: marca patentada des de 2016.





Arduino és una plataforma electrònica de codi obert basada en un maquinari i un programari fàcil d'utilitzar. Està pensada per a tot aquell que desitgi fer projectes interactius. Té una àmplia secció dedicada a l'educació on es pot trobar tot el necessari per a integrar la tecnologia al disseny i guies detallades per a realitzar gran quantitat d'aparells, com per exemple, un velocímetre per a bicicleta, un mesurador de temperatura ambiental o un control remot per a manejar un tractor de juguina.

Arduino i l'art de fer fàcil allò que és difícil

**Quan incorporem el disseny a la tecnologia
entrem en un món nou on tot sembla possible.**

per Ana Moreno

ENTREVISTA A DAVID CUARTIELLES

David Cuartielles és doctor en Disseny d'Interacció i llicenciat en Enginyeria de Telecomunicacions i un dels cofundadors de la plataforma de codi obert Arduino. Va fundar el laboratori IOIO de la Universitat de Malmö. És professor de tecnologies interactives en els nivells de llicenciatura, màster i doctorat. La seva recerca inclou una anàlisi de la creació de plataformes, prototips i eines de prova per a l'educació, i l'estudi de llenguatges de programació visuals. A més col·labora amb diverses universitats com a educador en els camps de l'art interactiu, la codificació creativa, el disseny d'interacció i la tecnologia incorporada.

Ets cofundador d'Arduino i professor de disseny en la Universitat de Malmö. Has aconseguit fer fàcil el difícil integrant la tecnologia en el disseny. Podries explicar-nos què és Arduino i quina relació té amb el disseny?

Arduino és una plataforma de programari, maquinari i documentació lliures, que sorgeix per a poder acostar la tecnologia digital a estudiants de disseny industrial, interactiu i d'art.

En la dècada dels 2000, va sorgir la necessitat d'acostar la tecnologia a aquesta mena de formació. Es començava a albirar l'inici de la introducció de l'automatització i el control digital en els processos de producció i creació. Això va generar en diferents escoles, com l'escola d'art i comunicació de Malmö, un interès molt fort per a veure com es podia integrar la tecnologia digital, que havia estat sempre confinada

dins del camp d'enginyeria, de manera transversal en altres camps. Això va implicar revisar moltes coses: la qüestió pedagògica, el tipus d'eines que s'utilitzaven i, sobretot, com treballar un currículum transversal de manera eficaç.

La relació amb el disseny és doble: d'una banda, el disseny era el client d'Arduino i, per una altra banda, la importància del disseny a l'hora de crear Arduino. És a dir, ens posem en situació d'haver d'estudiar com ensenyar en el camp del disseny, la manera d'introduir diferents tipus d'eines tecnològiques i com el disseny pot ajudar en la creació de nous productes digitals o productes físics amb cos digital.

Això va requerir un intens procés de disseny: estudiar l'usuari final, buscar la manera de fer que l'usuari tingui una veu i participi en el procés de creació. A partir d'aquí va sorgir la plataforma Arduino on tot està pensat per a poder cobrir els

diferents tipus de necessitats dels seus usuaris.

Un exemple de la importància del disseny es veu en la placa *arduino 1* que va ser un gran encert. Porta funcionant més de deu anys en els ordinadors de moltíssima gent i sobreviu molt bé al continu avenç tecnològic. Aquesta placa inclou una sèrie de característiques que la fan molt bona en l'àmbit educatiu a qualsevol edat. És molt robusta tecnològicament parlant, pot caure, es pot mullar, si tinguessis

Arduino és una plataforma lliure, que sorgeix per a poder acostar la tecnologia digital a estudiants de disseny industrial, interactiu i d'art.

un accident l'eixugues i torna a funcionar. Se li pot tallar un tros i si saps com tallar-la continua funcionant. Funciona amb qualsevol mena d'ordinador i sistema operatiu. Està bastant ben protegida elèctricament, de manera que si sorgís algun petit curtcircuit la placa no es cremaria. Els components són bastant llargs i aguanten any rere any, amb la qual cosa a un centre educatiu li duren forces anys.

La clau de l'èxit va ser que des del primer moment vàrem pensar quins eren aquells aspectes importants per als professors i alumnes que

utilitzarien aquest sistema. Crec que és la primera vegada que es va aplicar tot aquest procés de disseny a una eina educativa.

Hi ha un moment en què Arduino entra en el món de l'educació i en alguns aspectes revoluciona la manera d'impartir l'assignatura de tecnologia. Com va sorgir la idea? A quin nivell està estès en el món educatiu? Què aporta Arduino a la formació de les noves generacions de nens i joves?

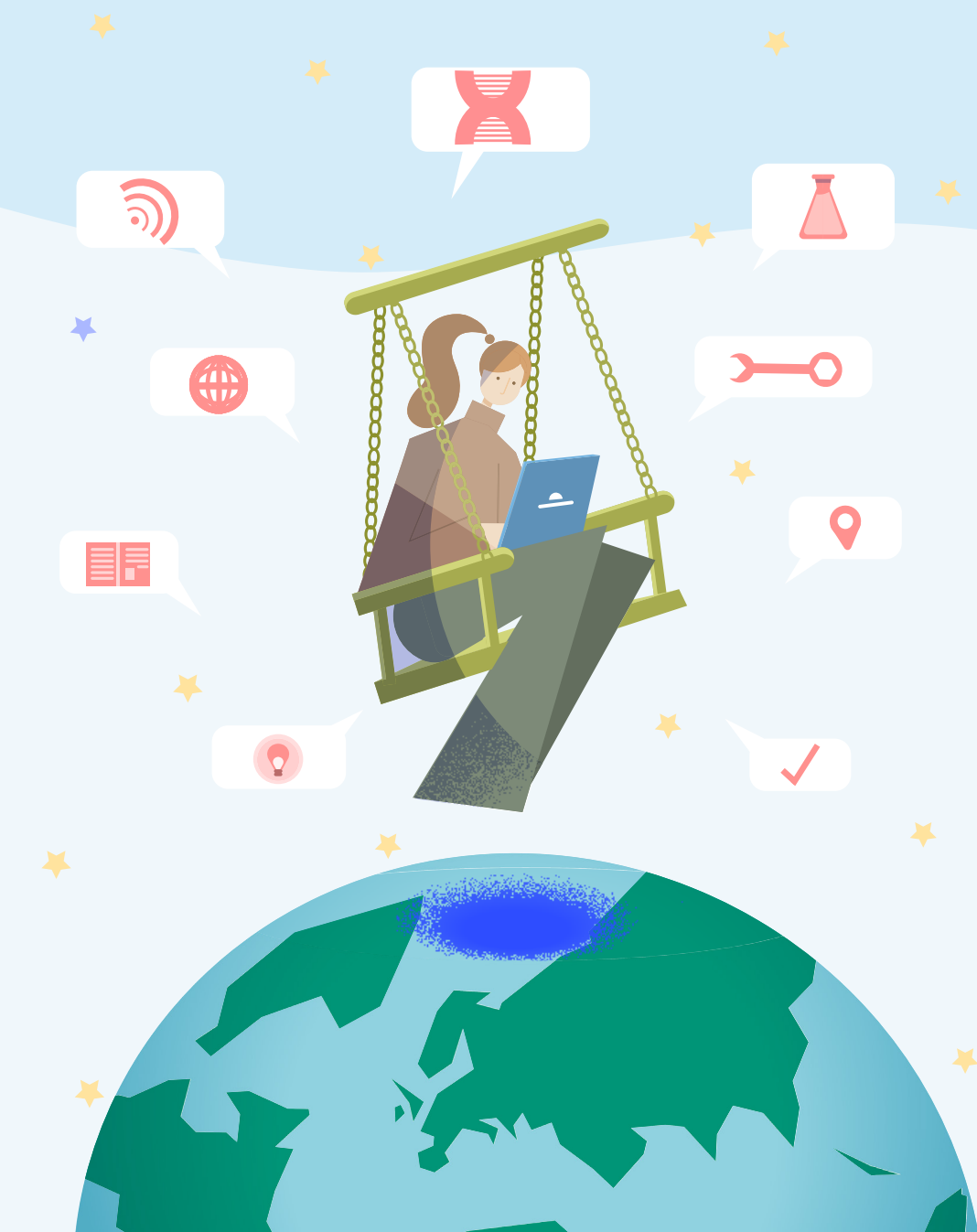
Faig classe a l'escola d'art i comunicació i els meus alumnes en

general no tenen formació tècnica. Vaig començar aquest projecte perquè necessitava una eina per a introduir la tecnologia en les meves classes de la universitat.

Ben aviat vàrem veure com es generava un interès per part d'altres comunitats acadèmiques i no acadèmiques cap a aquesta eina. *Arduino educació* és un projecte que vaig crear dins d'Arduino i que ha crescut bastant en els últims anys. Tot va començar l'any 2005. El 2006 vaig començar a investigar quin tipus de comunitats eren les que més m'atreïen, perquè òbviament vaig començar aquest projecte per passió i em venia de gust continuar treballant de la mateixa manera. Em vaig adonar que les escoles d'FP tenien un problema amb l'equipament. Moltes vegades se'ls quedava antiquat o depenien molt de determinats proveïdors. El fet de tenir una eina oberta els permetia tenir la possibilitat de fer-ho ells si un proveïdor els fallava o tenir diversos proveïdors per a poder funcionar en aquest mateix camp, que és el que passa ara. Les plaques d'Arduino són obertes i pots trobar les oficials i les no oficials.

Vaig començar a treballar amb un professor, gràcies a la intermediació de *Medialab Prado* a Madrid, amb l'objectiu de crear el currículum per a un curs acadèmic en el qual es fessin projectes basats en tecnologia digital. Els objectius eren bàsicament aprendre a programar, aprendre història bàsica dels components digitals i fer un petit projecte. El curs incloïa una part teòricopràctica tradicional, i una part més orientada a la innovació i la creació.

Vàrem fer el pla pilot del curs en un institut públic. El professor treballava amb un grup d'alumnes problemàtics als quals sempre se segregava i en aquest cas va tenir un resultat espectacular. A partir d'allà, vaig començar a veure de quina manera es podia introduir això en altres parts del sistema educatiu.



El fet de tenir una eina oberta permetia als professors tenir la possibilitat de fer-ho ells si un proveïdor els fallava o tenir diversos proveïdors per a poder funcionar en aquest mateix camp, que és el que passa ara.

Vaig començar a investigar com col·laborar amb diferents actors, perquè els professors poguessin crear el seu propi contingut educatiu i no fer-ho des d'Arduino.

Per a mi era molt important veure com una eina més o menys genèrica podia adaptar-se a diferents contextos. Vam fer un curs per a professors sobre tecnologia i de quina manera podien utilitzar-la en les seves classes que va tenir molt d'èxit. Això va atraure l'atenció de l'AEFIC (Associació Europea per a la Formació i Recerca de les Ciències) que em va convidar primer a impartir un curs en un centre de Buenos Aires i després, al 2008, vam estudiar, juntament amb 25 professors de ciències, de quina manera es podia utilitzar Arduino per a generar experiments de ciències. En el curs, després d'una introducció a la tecnologia, cada professor havia de proposar un experiment. Vaig continuar fent-ho en nombroses ocasions, fins que el 2012 va sorgir l'oportunitat de fer un experiment escalable amb centres en la comunitat de Castella-La Manxa. Vam començar a crear el contingut el gener de 2013 i, al febrer vaig començar el projecte amb més de 400 alumnes simultàniament.

L'experiment va ser realment un repte. Vam irrompre amb un concepte sobre com introduir tecnologia, quan tothom estava parlant d'introduir robòtica a l'aula. Hi havia moltíssims professors que ho estaven fent pel seu compte sense un format establert, ni sistematització, ni una manera d'avaluar. Nosaltres vam oferir una plataforma que

haviem cocreat amb els professors, i una manera de mesurar tots junts de quina forma es podia progressar amb la tecnologia. A més, emprant tecnologia d'una forma innovadora i creativa. Va ser molt impressionant; va funcionar molt bé.

Vam començar a repetir la iniciativa. El primer any el va finançar Fundació Telefònica i els següents anys els va finançar Fundació la Caixa i gràcies a això vam arribar a més de 2000 centres de tota la geografia espanyola en quatre anys. Es van realitzar esdeveniments tipus fira de ciència en els quals uns 4000 alumnes presentaven els seus projectes. Vam passar de 400 a 4000, un salt increïble.

Hi ha moltes iniciatives molt interessants; per exemple, un professor de la Universitat de Roma La Sapienza que acaba de publicar un llibre amb Springer que es diu *Experiments de ciències amb Arduino i telèfons mòbils*.

S'ha aconseguit una eina que és robusta, que és fàcil d'utilitzar en conjunció amb eines que té tothom com un telèfon mòbil. Pensem que es pot convertir en el llapis i paper del futur per a fer experiments de ciència i tecnologia. La qüestió és com combinar-los. Crec que cal apoderar al professorat perquè compregui com funcionen les eines. Si aconsegueixes que aquesta eina sigui només aquest llapis i paper, el dia que una eina es gasta o deixa de servir o apareix alguna cosa millor són capaços de canviar. Aquest és el repte i crec que Arduino l'ha aconseguit.

La Pandèmia ha suposat un punt d'inflexió en la manera de veure moltes coses. Una d'elles és la necessitat de desenvolupar la capacitat creativa i innovadora per a trobar solucions pràctiques a situacions noves de manera urgent. Com podria Arduino ajudar en aquesta línia?

La qüestió en aquest cas és doble. D'una banda, Arduino com a eina ha estat utilitzada durant la pandèmia i no sols en el camp de l'educació sinó dins de qualsevol camp. I, d'altra banda, el que ha fet Arduino com a projecte i com a empresa durant la pandèmia per a facilitar l'educació, donades les condicions de distància social i treball de manera individual.

Arduino educació sempre s'ha basat en buscar el més convenient per a poder portar l'educació digital als centres. Això implica reutilització i preu baix entre altres factors. En dissenyar kits educatius vam pensar que una classe tingués unes 7 plaques per a uns 30 alumnes, de manera que n'hi hagués una per al professor i una per a cada grup d'alumnes, per exemple de 5.

Quan va arribar la pandèmia això ja no podia ser així i vam haver de repensar com generar tot el sistema educatiu de manera individual. Vam fer una migració superràpida, en qüestió de 3 mesos, perquè tot el contingut educatiu bàsic més popular en aquell moment, fos utilitzat de manera individual. A més, es van revisar els costos.

Per donar una dada curiosa, a Arduino vam veure clarament des d'un punt de vista del negoci, que *Arduino educació* al 2020 no guanyaria diners i, no obstant això, vam invertir per a ajudar. Teníem molta gent dedicada a l'empresa i no volíem fer un ERTA. La veritat és que la inversió va valer la pena en tots els aspectes. D'una banda, molta gent estava interessada a continuar treballant, l'única cosa que els feia falta eren eines que els permetessin separar els alumnes els uns dels

altres. I ha tingut moltíssim èxit. Ara sabem perfectament que si una regió educativa vol equipar un munt de centres és més fàcil equipar-los amb *kits* de laboratori que amb *kits* personals, a llarg termini és millor.

I, d'altra banda, Arduino és una empresa europea. Tenim oficines en tres països: Suècia, on estic jo; Suïssa, on tenim l'oficina de propietat intel·lectual; i Itàlia on tenim les fàbriques. A més, tenim gent treballant en molts països com Alemanya, Dinamarca, Espanya o els Estats Units.

Quan va començar el confinament, a Itàlia es va parar la producció de tot, però no d'Arduino, perquè hi havia moltíssima gent que estava emprant arduïnos per a fabricar equip mèdic alternatiu. Vàrem treballar íntensament per a aconseguir que el govern italià produís un document d'excepció i poder continuar treballant. Vam haver d'invertir en material de protecció per a tot el nostre equip i per a les empreses amb les quals treballem.

Es parla molt d'introduir la programació i la robòtica com a contingut curricular i hi ha països que ja ho han fet. Què n'opines? A quin nivell creus que pot ser útil per a la població en general en un futur no gaire llunyà?

Hi ha països que ja tenen un pla d'introducció de la tecnologia a escala nacional o regional. Per exemple, els Estats Units o Regne Unit tenen currículums regulats.

No obstant això, existeix un problema en l'àmbit transnacional. Per exemple, si compares estrictament

els currículums dels Estats Units amb els del Regne Unit no són semblants. S'ha arribat a un acord sobre quantes matemàtiques ha de saber una persona quan arriba a la universitat, però no quanta programació. I de moment aquesta pregunta no la podem respondre perquè encara no tenim molt clar quines són les capacitats tecnològiques necessàries per a poder ser un bon ciutadà. Tots tenim clar quines són les capacitats matemàtiques bàsiques, èticsocials, lingüístiques, etc. Però les tecnològiques no, i encara menys entre països. En aquest moment això s'empra com una eina per a tenir avantatge competitiu enfront d'un altre país, aquesta és la realitat.

Això em planteja una qüestió ètica bastant important. Quan l'educació es converteix en una eina política, tenim un problema i millorar el sistema es complica. Tothom vol prometre més treball i es pensa que educant la gent en tecnologia tindrà més ocupació després. Però això només és així per als que arriben primers, els que arriben segons ja no ho tenen. És com la paradoxa que es va donar a Espanya en els anys vuitanta: si aprenies anglès era molt fàcil trobar feina i en el 2000 si no sabies anglès mai trobaries feina. Aquest és el problema que tindrem: al principi quan saps programació i tecnologia en general és més fàcil trobar feina, entrar en carreres més complexes, etc. Després el problema serà que si no ho saps, no podràs entrar i aquest és el repte que ens hem de començar a plantejar. En el moment que hem mesurat quins són els requisits mínims que tota persona hauria de

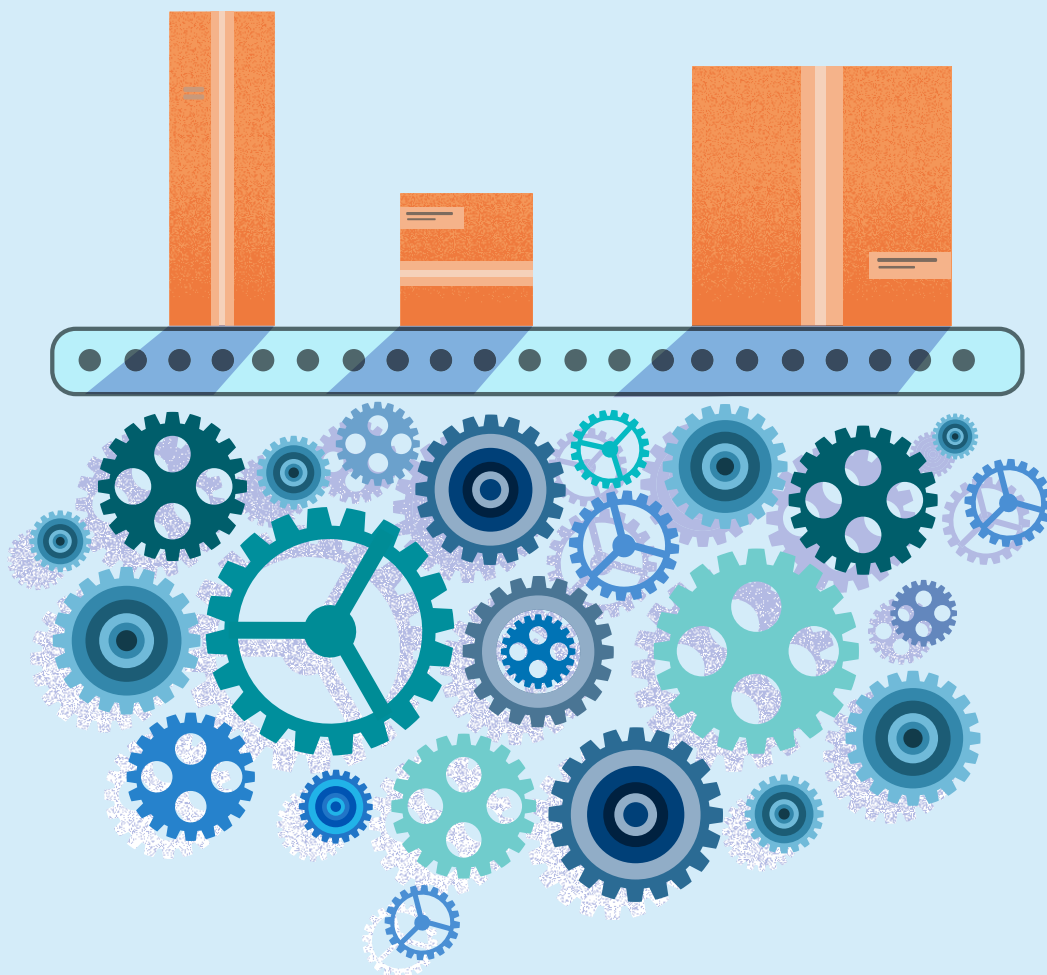
saber, qui no els sàpiga no passarà el filtre. Per això el veritable repte ètic és aconseguir una educació de qualitat per a tots.

Fa temps que hi ha una gran preocupació per augmentar les vocacions científicotecnològiques. En l'actualitat hi ha infinitat d'iniciatives STEM per a afavorir-les. No obstant això, no es perceben grans canvis. Tens alguna idea sobre què més es podria fer? Se t'ocorre algun camí perquè més nenes i joves vegin atractiu aquest camí?

L'accés a estudis tecnològics és important no sols en el cas de les dones sinó també en el de tots els col·lectius discriminats en general. Jo he fet, per exemple, classe de disseny a una alumna que necessitava una assistent constantment i ens va obligar a repensar la pedagogia. Juntament amb el meu company Tom, un altre dels creadors d'Arduino, vam revisar la forma com funciona el nostre sistema de desenvolupament per a poder treballar amb alumnes invidents.

Un altre aspecte important és com atreure a la dona en general cap al que serien les noves tecnologies, això és una discussió en la qual jo personalment estic poc preparat per a parlar-ne, però sí que puc dir que en la meva facultat varia moltíssim la ràtio de gènere: hi ha anys que tenim un 50% de noies, uns altres en tenim només un 20% i alguns anys en tenim un 70%. Som una escola en la qual hi ha una càrrega potent de tecnologia, s'aprèn a programar, s'aprèn electrònica, s'aprèn a treballar en un taller, es dissenyen objectes interactius, etc. Hem fet estudis i intentat analitzar el màrqueting que fem en els centres de la ciutat i rodalies, i l'única raó que hem trobat és una mera qüestió estadística, sense cap correlació. No ens ho esperàvem. Sé que a Espanya s'han fet experiments de canviar el programa educatiu de nom i posar la

Al principi quan saps programació i tecnologia en general és més fàcil trobar feina, entrar en carreres més complexes, etc. Després el problema serà que si no ho saps, no podràs entrar i aquest és el repte que ens hem de començar a plantejar.



Encara no tenim molt clar quines són les capacitats necessàries per a poder ser un bon ciutadà.

paraula *disseny* perquè així entressin més noies, per exemple.

Pel que fa a la idea de fer un país més competitiu o no competitiu, crec que el tema no és tant fer un país competitiu sinó ajudar la gent a créixer, al fet que puguin desenvolupar-se com a persones en el futur i que tinguin una vida acceptable i en sintonia amb el medi ambient.

Per a això fa falta primer, educar

en valors. Crec que els centres educatius bàsicament ho intenten, però qui no ho cobreix és la nostra societat. Si un noi veu a la televisió que es guanya molts més diners fent el ximple en un programa que estudiant durament durant moltíssim temps, perquè estudiar enginyeria no és fàcil i requereix temps i no hauríem d'endolcir-ho; si ha de balancejar les dues coses, amb què es quedarà? Sense veure que hi ha una relació entre l'esforç d'avui amb valors a llarg termini, és molt difícil realment que aconseguim que la gent s'esforci per estudiar, ja no dic tecnologies, sinó estudiar en general. Això no sols passa a Espanya, també passa a Suècia. Hem de replantejar-nos socialment quin és el tipus de valors que estem transmetent i per

què s'està esborrant la cultura de l'esforç.

Quan generem tecnologia perquè la gent aprengui, estem també endolcint la interfície, ho fem més atractiu perquè la gent s'hi senti atreta i li resulti més fàcil participar d'aquest procés, aprendre i utilitzar-lo.

Això és una cosa que sempre em plantejo. Davant del debat sobre com han d'aprendre a programar els nens, en blocs o en codi? És clar, personalment m'inclino per aprendre a programar en blocs, que és més senzill. Però fins ara hi ha molt pocs estudis que vegin una connexió important entre la comprensió dels sistemes i les matemàtiques gràcies a la programació en blocs enfront de la que s'adquireix programant en codi.

I el codi avui dia és encara com funcionen les coses. Si els ensenyes a programar en blocs, hauran de reaprendre a programar quan saltin al codi.

Potser no hauríem d'endolcir tant aquesta part del procés, però si buscar una forma, una pedagogia millor, per a explicar aquests aspectes que són complicats d'una forma més adequada, perquè la gent tingui un millor accés i una millor entrada a la tecnologia.

Nosaltres mateixos vivim en una societat en la qual estem intentant fer el mínim esforç, creem tecnologies per a fer el mínim esforç i, no obstant això, aquí és on ve el peix que es mossega la cua: programar tecnologia a vegades no es pot fer amb el mínim esforç, a vegades requereix fer un pas d'abstracció molt potent.

Molta gent pensa que aprendre tecnologia es fa amb una classe a la setmana durant tot un any, que això és programar i no és veritat. Cal programar a 1r, 2n, 3r, etc., cal programar fins i tot a la universitat. No és que ho aprenguis en un curs i ja està; és igual que aprendre llengua, l'aprens durant molts anys, és complex i fan falta anys per comprendre com funciona. Quan aprens matemàtiques, no et donen una pinzellada de matemàtiques, sinó que un any aprens aritmètica, després àlgebra, després equacions de segon grau i més tard càlcul avançat. Aquest plantejament encara no ha arribat a la tecnologia.

Crec que millorar la docència també canviaria les coses. Fer classe és el teu treball principal, però hauràs de fer recerca sobre com has de fer classe en el teu camp per a buscar la forma més eficient de transmetre aquests coneixements i que sigui més funcional i, a part, res és estàtic, tot estar constantment canviant perquè la gent

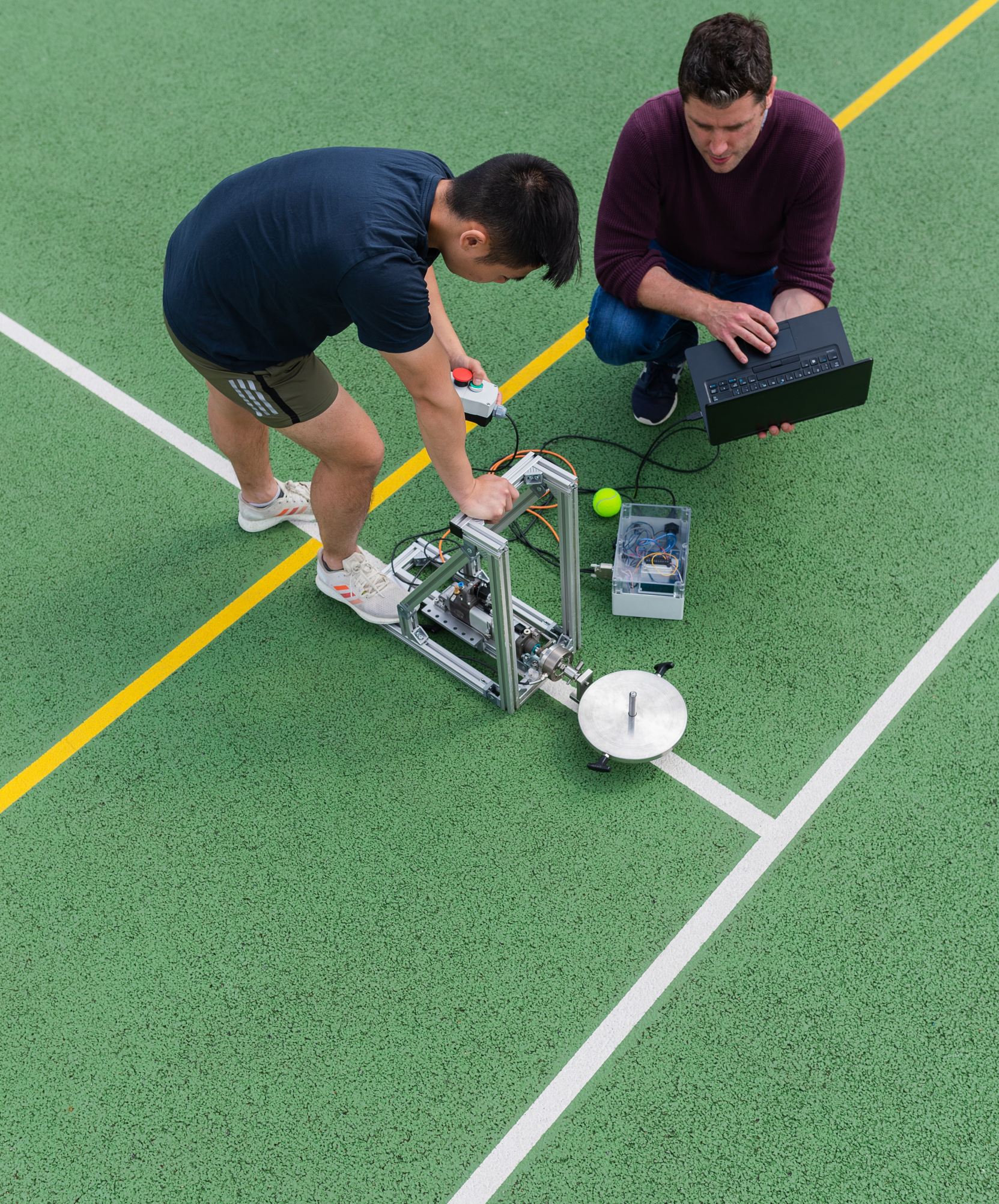
canvia, la societat canvia, les eines canvien. Això és una part del debat. L'altra part del debat és sobre com saps que tothom aprèn o no.

Jo soc enginyer de telecomunicacions, això sempre ho he pensat des del punt de vista de la ràdio AM. La ràdio AM de tota la vida es pot fer amb un receptor, una patata, un condensador i un altaveu. Aquesta és la ràdio que mai podem deixar de tenir, perquè amb components mínims podem realitzar un sistema de comunicació que pot arribar a tota la societat. No obstant això, és molt més eficient emprar tecnologia FM i no et dic la digital. Així doncs, no podem eliminar el que és més bàsic.

Aquest mateix plantejament hauríem de veure'l pel que fa a l'educació en l'àmbit digital: si la societat funciona de manera digital, quina és la patata i el condensador de la tecnologia digital que tothom ha d'aprendre, que no podem treure? Perquè fa falta tenir aquesta part, sinó serà molt difícil realment que la gent compregui com funciona el món en el qual viu, serà tot màgia negra.

Segons un estudi de *Microsoft Research* fins i tot persones que no saben llegir miren el telèfon mòbil per a comunicar-se. L'important és que si aprendre a llegir és un dret, aprendre com funciona tot el que ens envolta també hauria de ser-ho. Crec que hauríem de pensar en això, en quina és la nostra patata i el nostre condensador.

Hem de replantejar-nos socialment quin és el tipus de valors que estem transmetent i per què s'està esborrant la cultura de l'esforç.



experiències



per Sílvia Planella

El paper de l'educació STEM
com a esperança de futur
en un món complex i ple
d'incerteses

**Experiències STEM en l'etapa escolar per a
fomentar les carreres científicotecnològiques**



oculus

54
55

EXPERIÈNCIES **diàlegs**

La pandèmia ha precipitat l'avenç de la revolució tecnològica de 5 a 10 anys, una revolució que ens arriba com un tsunami, i a la qual només tenim dues vies per fer-hi front: posar-nos-hi d'esquena, o bé sumar-nos-hi.

És clarament l'inici d'un nou model productiu, econòmic i social en el qual les STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques) hi tenen un paper clau.

El teixit empresarial necessita adaptar-se al canvi i, per aquest motiu, són més necessaris que mai professionals amb perfils STEM.

Tanmateix, aquesta disrupció topa amb la manca de talent STEM i que a bona part de la societat li falten recursos per adaptar-se al canvi. Cal projectar, doncs, una societat preparada per a un futur tecnològic i, d'altra banda, fomentar les carreres tecnològiques per tal de garantir persones que liderin aquest canvi.

Per aconseguir-ho, s'ha de potenciar l'educació STEM des de la primera infància a tota l'etapa escolar, d'una manera transversal i integrada, amb un enfocament aplicat i multidisciplinari. És a dir, passar d'ensenyar les assignatures STEM per separat a ensenyar-les a través de totes les matèries acadèmiques. Cal eliminar l'aprenentatge d'una única matèria i canviar-ho per aprendre resolent reptes complexos del món real a través de la creativitat, la

investigació, la innovació i, sobretot, amb la integració de diverses disciplines.

En primer terme, doncs, cal que les persones professionals de l'educació tinguin coneixement d'aquestes noves dinàmiques per tal de poder-les implantar després a les aules. Això s'aconseguirà, per una banda, ampliant els coneixements de les STEM en les facultats d'Educació i, d'altra banda, instruint tant a mestres com a professorat en el nou aprenentatge aplicat i multidisciplinari.

Tanmateix, perquè l'infant pugui tenir un acompanyament integral en aquest aprenentatge i rebre un bon guiatge durant la seva infantesa i adolescència, cal que tot el seu entorn també l'acompanyi, és a dir, la seva família i la societat en general.

Per exemplificar-ho: és difícil que una persona tutora pugui encaminar o explicar a un infant o adolescent què pot fer en un futur si no coneix, per exemple, quines són les branques dels estudis d'enginyeria i quines són les professions relacionades. I també és complicat que un infant pugui creure en les seves possibilitats si des de la família no se l'apodera perquè tingui autoconfiança.

En primer lloc, cal desmitificar els estudis STEM de la cultura *nerd*, i abandonar la idea que només els i les adolescents amb les millors notes creguin que tenen possibilitats de realitzar estudis universitaris

relacionats amb les STEM. És important que, des de la infància, es promogui la vocació per a aquestes disciplines d'una manera pràctica i vivencial, i que s'enfoqui l'alumnat d'acord amb els seus interessos i habilitats i no basant-se en les seves qualificacions curriculars. La motivació i l'interès són el més important per assegurar l'èxit acadèmic.

Calen accions per fer arribar què són les STEM i les seves sortides professionals a les noves generacions i al seu entorn, que siguin impulsades des de l'Administració o des de les empreses i entitats dels sectors.

És important, també, que en la societat s'erradiquin les etiquetes preconcebudes segons el tipus de formació. No hi ha uns estudis de més categoria que d'altres, sinó diferents camins per arribar a diferents professions. És un error, per exemple, encaminar l'alumnat a la formació professional o al batxillerat en funció del seu historial acadèmic, en comptes de fer-ho en funció dels seus interessos i ja serà el mateix alumnat qui anirà decidint on i quan s'acaba la seva formació a l'hora de preparar-se per a la seva entrada al mercat laboral.

Cal esmentar, en positiu, que ja hi ha accions des de diferents ens que incideixen directament a la promoció d'aquest canvi. Dos exemples són les xerrades als instituts que s'organitzen des de diverses universitats politècniques i de

El teixit empresarial necessita adaptar-se al canvi i, per aquest motiu, són més necessàries que mai professionals amb perfils STEM.



56

57

diàlegs

EXPERIÈNCIES

ciències per explicar a l'alumnat les carreres universitàries que s'hi cursen i les vies d'accés, així com xerrades que es realitzen des de col·legis professionals perquè l'alumnat conegui la professió.

Des del Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics de Girona (el Col·legi d'ara endavant) s'ofereix, de manera gratuïta, la xerrada *Parlem d'Enginyeria* als instituts del territori gironí. En concret, durant aquest curs, s'ha portat a terme en trenta grups de vint centres de Secundària, i ha impactat en un total d'uns 700 adolescents.

És important, doncs, que els instituts incloguin aquest tipus d'accions dins de la seva activitat per fer més properes les disciplines STEM enfocades a l'aplicació pràctica que tindran en un futur en el món laboral,

i que l'alumnat tingui, d'aquesta manera, més informació per prendre la decisió sobre quina opció o especialitat triar.

Però per despertar vocacions cal que també s'actui des de la Primària. I, en aquest sentit, des del Col·legi s'aposta, des de ja fa temps, per impulsar accions que treballin en aquest sentit com, per exemple, participar en la campanya de la FOEG *Jo de gran vull ser com tu* on persones empresàries o professionals de l'enginyeria visiten escoles per explicar la professió, o la preparació d'un esdeveniment amb tallers STEM per a infants com per exemple la setmana de la *Mobile Week* a Girona.

El Col·legi també ha impulsat que es fessin accions des de la TEG (Taula d'Enginyeria de les comarques de Girona*) com, per exemple, els tallers

virtuals del projecte *ENGINY-era*, que es van oferir el juliol de 2020, de manera gratuïta, per a fills i filles de persones col·legiades, i que van permetre als infants gaudir de fer experiments STEM des de casa i a través de la gamificació. Aquests tallers van tenir tant d'èxit que el Col·legi en va oferir de nous per a les vacances de Nadal i ja s'està projectant una nova edició d'estiu per al juliol d'enguany.

I, a part d'actuar en la Primària i en la Secundària, també es pot iniciar l'aprenentatge STEM des de l'etapa preescolar. Moltes aules d'Educació Infantil tenen, per exemple, el racó de jugar a botigues o a perruqueria, i per què no tenir també el racó de ciència, tecnologia o d'enginyeria?

D'altra banda, un altre problema que també cal resoldre és que, sovint, hi ha massa influència d'estereotips de gènere, que fan que la falta de talent STEM en les dones sigui alarmant i es tradueixi en un 17% la presència de noies a la formació professional i inferior al 34% en l'obtenció d'un títol universitari.

S'ha de potenciar l'educació STEM des de la primera infància a tota l'etapa escolar, d'una manera transversal i integrada, amb un enfocament aplicat i multidisciplinari.



I en concret, dins de les disciplines STEM, hi ha, per exemple, els graus en enginyeria mecànica, elèctrica o informàtica, on la presència femenina és molt minoritària, inferior al 10%, segons les dades facilitades per l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

És clau, doncs, que quan es fomenti l'aprenentatge de les STEM es faci a través de la coeducació i a través de models d'ambdós gèneres fent que, d'una manera natural, s'apregui a través de l'experimentació i es despertin les vocacions tot trencant amb aquests condicionants. Algunes pràctiques en aquest sentit són, per exemple, les xerrades *Parlem d'Enginyeria* que s'ofereixen des del Col·legi a través de dones enginyeres col·legiades, i la presència de les dones com a mínim al 50% en les activitats d'ENGINY-era.

Per aconseguir més talent STEM femení també cal que es facin esforços a través de polítiques que trenquin els sostres de vidre en les empreses i que promoguin la igualtat d'oportunitats.

Cal passar de comptar les poques dones STEM que hi ha a les escoles

Cal que les STEM s'ensenyin en tota l'etapa escolar d'una manera pràctica, atractiva i multidisciplinària, a través de professionals formats d'ambdós sexes.

de formació professional, a les universitats o a les empreses, a fer que les dones comptin. Cal trencar amb tenir només un 7,5% de dones referents en els llibres de text. Cal tenir models vius i reals femenins que ensenyin les STEM. Cal tenir també dones liderant el món empresarial STEM. I d'aquesta manera, apoderar les nenes perquè, des de ben petites, confiïn en les seves capacitats i creixin amb la confiança que són iguals que els nens i no s'han de posar limitacions per raons estereotipades.

D'altra banda, és bàsic també que preparem els infants i adolescents per a un món professional més enllà dels coneixements. Cal que aprenguin a parlar i escriure sobre les seves idees, a desenvolupar les seves habilitats comunicatives i emocionals, a saber com gestionar el temps, a treballar en equip i a trobar solucions a problemes reals.

En conclusió, cal que les STEM s'ensenyin en tota l'etapa escolar d'una manera pràctica, atractiva i multidisciplinària, a través de professionals formats d'ambdós sexes per tenir en un futur persones, homes i dones, capaces d'adaptar-se a un món tecnològic, complex i ple d'incerteses.

Sílvia Planella i Oriol és Enginyera Tècnica i Arquitecta Tècnica i ofereix els seus serveis professionals sota la marca Enginy Consultoria. És la fundadora i codirectora d'ENGINY-era, projecte social que té l'objectiu de fer arribar les disciplines STE(A)M a infants i adolescents trencant estereotips de gènere i altres discriminacions. Des del desembre de 2020 és vocal de la Junta de Govern del Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Girona.

Notes

¹ Formen part de la TEG el Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Girona, el Col·legi d'Enginyers Tècnics i de Grau en Mines i Energia, el Col·legi d'Enginyers Tècnics en Topografia de Catalunya, el Col·legi d'Enginyers Tècnics Agrícoles i Forestals de Catalunya i el Col·legi d'Enginyers Tècnics d'Obres Públiques de Catalunya.

Referències

DONA I CIÈNCIA. Generalitat de Catalunya. Departament d'Empresa i Coneixement. Secretaria d'Universitats i Recerca. Març 2021.

El desafío de las vocaciones STEM. DigitalES, 2019. Asociación Española para la Digitalización.

Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento oculta d'Ana López-Navajas. Desenvolupat per la Universitat de València i cofinançat per: Instituto de la Mujer del Ministerio de Igualdad y el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Projecte europeu CHOICE www.euchoice.eu. Desenvolupat per Blue Room Innovation i l'Institut de Maçanet de la Selva a nivell estatal.

en profunditat

Gestionar el futur: com pot ajudar l'educació STEM?



per Sibel Erduran i Olga Ioannidou



PROBLEMES ACTUALS I STEM

La pandèmia de la Covid-19 ens ha recordat quanta incertesa ens envolta com a individus i com a societat. Poc podem imaginar, fins i tot fa un any, que el nostre món es veuria embolicat en una realitat tan crua com la que ens enfrontem avui dia en la nostra vida quotidiana, des de l'ús de mascaretes fins al tancament d'escoles i la pèrdua de llocs de treball. La pandèmia ens ha ensenyat moltes lliçons sobre com afrontar una emergència sanitària internacional. Moltes habilitats estan sorgint com més importants que mai. Per exemple, la capacitat de fer front a la incertesa s'ha convertit en una cosa fonamental en les nostres vides. A més, ens hem tornat

dependents de la informació proporcionada pels professionals sanitaris per donar sentit a les nostres accions quotidianes. Hem de portar una mascareta? Per què ens hem de vacunar? Com hem de relacionar-nos amb altres persones en diferents espais? Aquestes preguntes contenen molts elements de coneixement STEM. STEM significa ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques, i s'ha convertit en un objectiu educatiu clau en tot el món. Com pot l'alfabetització STEM ajudar a dotar els futurs ciutadans d'habilitats per fer front a la incertesa i altres incògnites a les quals el món podria enfrontar-se en els pròxims anys? Quins són alguns dels possibles problemes a què s'enfronta el nostre

planeta i la nostra societat, i com podem educar les futures generacions perquè puguin fer front a aquests problemes?

En efecte, en els últims anys han sorgit nombrosos problemes en el panorama mundial, a part de la pandèmia, que plantegen nous reptes al contingut del sistema escolar. L'augment de la desocupació i les dificultats econòmiques han provocat moviments de població que exigeixen als immigrants trobar noves formes d'afrontar les seves canviants situacions vitals. L'emergència del canvi climàtic planteja reptes importants per garantir que el nostre planeta sigui habitable en un futur no tan llunyà. Quines són les competències que necessiten les generacions futures per trobar feina i fer front als nous reptes de la societat, inclòs un nou mercat laboral? L'educació STEM té el potencial de dotar els alumnes d'una sèrie d'habilitats per donar sentit i sobreviure en el complex espai de problemes del futur. STEM és intrínsecament un enfocament transversal per investigar problemes científics complexos amb impacte social. La pandèmia de la Covid-19 és un exemple

L'educació STEM té el potencial de dotar els alumnes d'una sèrie d'habilitats per donar sentit i sobreviure en el complex espai de problemes del futur.

representatiu d'aquest tipus de problemes, ja que planteja qüestions sobre la ciència dels virus, la innovació tecnològica al voltant del disseny de vacunes, l'enginyeria de la producció a gran escala de vacunes i la modelització matemàtica per predir el curs de la pandèmia. A més, planteja qüestions morals sobre la manera en què la ciència i la tecnologia poden utilitzar-se per resoldre problemes contemporanis. Així doncs, la pregunta que es planteja és: com pot l'ensenyament i l'aprenentatge de STEM ajudar els estudiants a afrontar els reptes socials actuals i futurs?

CONeixEMENTS STEM

La comprensió dels problemes de STEM requereix que els estudiants siguin capaços de raonar sobre STEM i tinguin coneixements sobre el seu funcionament. La taula 1 il·lustra alguns aspectes del coneixement i el saber en STEM i algunes preguntes potencials que els professors poden utilitzar per orquestrar els debats a l'aula i orientar els estudiants sobre la importància de STEM.

HABILITATS DE PENSAMENT I RAONAMENT EN STEM

A més dels coneixements, STEM pot aportar als estudiants habilitats específiques de *pensament* i *raonament*. STEM implica habilitats com la creativitat, la resolució de problemes i la capacitat de pensament crític, totes elles necessàries per fer front als problemes mal definits del futur. A més, els coneixements STEM inclouen intrínsecament temes com el raonament probabilístic i l'elaboració de models que ens ajuden a predir solucions en el futur. L'ensenyament i l'aprenentatge de les matèries STEM també poden promoure un

ASPECTES DEL STEM	EXEMPLES DE PREGUNTES PER AL SEU ENSENYAMENT
Per què?	- Quins són els objectius del STEM? - Quin tipus de valors guien a STEM? - Els professionals del STEM són sempre objectius? Per què o per què no?
Com?	- Quines activitats utilitzen els professionals del STEM per a recopilar dades? - Quin tipus de models s'utilitzen en STEM? - Com es construeixen els models en STEM a partir de les dades?
Què?	- Quines són les teories, els models i les lleis del STEM? - Hi ha diferències entre els models de la ciència i l'enginyeria? - Com podem comparar i contrastar els coneixements en els diferents camps del STEM?

TAULA 1. Coneixement i saber en STEM: possibles preguntes per promoure el debat.

raonament basat en evidències, tan necessari en l'actualitat. Tots els camps STEM es basen en l'ús d'evidències per justificar les afirmacions. Per exemple, podem justificar per què ens afavoreix una vacuna contra el virus de la Covid-19 basant-nos en les dades sobre com s'ha reduït la taxa de malaltia en les persones vacunades. Quan els enginyers elaboren models prototípics de ponts o fàbriques, argumenten el que fa el millor disseny possible. Si estem construint un pont en un congost, raonem amb evidències per justificar com es mantindrà intacta la construcció proposada. La participació dels estudiants en el raonament basat en evidències no només pot ajudar-los a entendre com es justifiquen els nostres coneixements i raonaments en els problemes STEM, sinó que també pot ajudar-los a confiar en ells. A tot el món s'observa cada vegada més desconfiança en la ciència, com demostren casos com la negació del canvi climàtic, les teories conspiratives sobre la Terra plana o l'infundat 5G-COVID-19, que apunten a tot un seguit de conceptes erronis sobre el funcionament de la ciència. Per restablir la confiança en els estudiants i, en general, a la societat, l'educació STEM ha d'abordar la desinformació sobre el funcionament de la ciència i fomentar la comprensió de com es valida el coneixement en STEM. Un enfocament coordinat per comprendre els objectius i valors, els processos i els productes de STEM pot ajudar a restaurar la confiança en STEM.

L'ensenyament i l'aprenentatge de les matèries STEM també poden promoure un raonament basat en evidències, tan necessari en l'actualitat.

No obstant això, STEM no està desproveïda de valors i no es desenvolupa en el buit. Se situa en la societat i, com a tal, els aspectes polítics, morals i ètics dels factors socials poden influir en el funcionament de STEM en la societat. Per exemple, hem assistit a debats en algunes parts del món sobre si les vacunes van o no en contra de certes creences religioses i si els llocs de culte han d'estar o no oberts durant la pandèmia. En el nostre projecte *Oxford argumentation in Religion and Science*, hem abordat aquestes qüestions amb la col·laboració de professors de secundària¹.

STEM EN ELS PLANS D'ENSENYAMENT

Com aborden els plans d'estudis actuals aquests problemes sobre STEM? En un estudi recent,



analitzem els plans d'estudis de ciències dels EUA, Corea i Taiwan per investigar com aquests documents es refereixen als objectius, valors i pràctiques de STEM². L'estudi sistemàtic d'aquests components proporciona informació sobre una comparació de les diferents normes curriculars i quines característiques concretes destaquen. Els resultats il·lustren que hi ha diversitat en la forma en què es discuteixen els objectius, valors i pràctiques epistèmiques. Tot i les diferències estructurals entre els currículums, es van identificar almenys dos temes comuns importants en els tres països. El primer és l'escassa representació de les matemàtiques en els documents normatius. En els documents analitzats poques vegades s'aborden els objectius específics de les matemàtiques que difereixen dels de les ciències empíriques, les pràctiques que realitzen habitualment els matemàtics i la forma en què aquestes pràctiques contribueixen a assolir els objectius de la ciència. El segon tema, especialment evident en els plans d'estudis dels EUA i Corea, és l'èmfasi excessiu en la intersecció entre ciència i enginyeria, que sembla haver donat lloc al fet que els objectius, valors i pràctiques específics de la ciència quedin ocults a les normes. En tots dos documents, les similituds entre la ciència i l'enginyeria es representaven de manera més evident que les seves diferències.

STEM I EL FUTUR

Així doncs, queda molta feina per fer per donar coherència al pla d'estudis sobre STEM. A més, el pla d'estudis ja no es pot permetre ser indiferent a les necessitats dels futurs ciutadans. Els estudiants que seran futurs ciutadans necessiten els coneixements, les habilitats, les actituds i els valors que els ajudaran en les seves vides en els pròxims anys. Com poden els enfocaments pedagògics facilitar als alumnes l'adquisició d'aquests resultats ara? Aquesta és una pregunta clau que estem analitzant actualment a la nostra associació en l'actual *projecte FEDORA*³ dirigit per la Universitat de Bolonya, Itàlia. Estem estudiant algunes solucions a la greu escletxa de coneixements i habilitats entre les organitzacions educatives tradicionals estan produint i el que la societat requereix. Els objectius generals de FEDORA són produir un nou enfocament orientat al futur

de l'ensenyament de les ciències i fomentar l'elaboració de polítiques proactives i anticipatòries destinades a alinear l'ensenyament de les ciències. Entre les competències orientades al futur es troben el pensament hipotètic, el pensament sistèmic, el pensament més enllà de l'àmbit de les possibilitats, la competència per a l'acció, la gestió de la incertesa i la complexitat. En el consorci hi participen tres grups de recerca en educació científica (Universitat de Bolonya, Universitat d'Oxford i Universitat de Hèlsinki), un grup d'investigació expert en enquestes sociològiques d'una Universitat Tecnològica (KTU), una empresa de comunicació científica (Formicablu) i l'associació *Teach the Future*. A la Universitat d'Oxford, estem col·laborant en l'elaboració de directrius per renovar l'ensenyament de les ciències, adreçades a investigadors, professors i educadors en contextos formals, no formals i informals. Recopilarem les recomanacions dels responsables polítics per sintetitzar un marc que expliqui el que passa en una experiència específica d'ensenyament i aprenentatge innovadors. Al final, l'educació STEM té molt potencial per ajudar a equipar als estudiants amb els coneixements, les habilitats i els valors que els ajudaran a fer front als nous desafiaments del món.

Sibel Erduran és catedràtica d'ensenyament de les ciències en el Departament d'Educació de la Universitat d'Oxford, on és directora d'investigació. També és professora a la Universitat d'Oslo. A Oxford, dirigeix els projectes finançats per OARS (*Templeton World Charity Foundation*) i FEDORA (EU Horizon2020).

Olga Ioannidou és investigadora postdoctoral al Departament d'Educació de la Universitat d'Oxford. És responsable d'investigació en el projecte FEDORA, en el qual investiga les competències orientades al futur en l'ensenyament de les ciències.

Notes

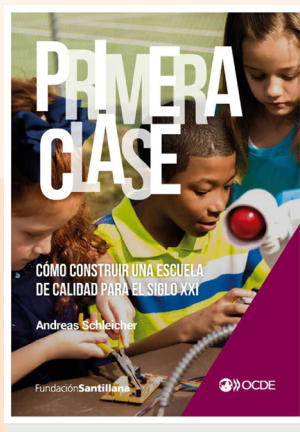
¹ Erduran, S., Guilfoyle, L. & Park, W. (2020). Science and Religious Education Teachers' Views of Argumentation and Its Teaching. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09966-2>

² Park, W., Wu, J., & Erduran, S. (2020). The nature of STEM disciplines in the science education standards documents from the United States, Korea and Taiwan: Focusing on disciplinary aims, values and practices, *Science & Education*. *Science & Education* 29(4), 899–927.

³ <https://cordis.europa.eu/project/id/872841>

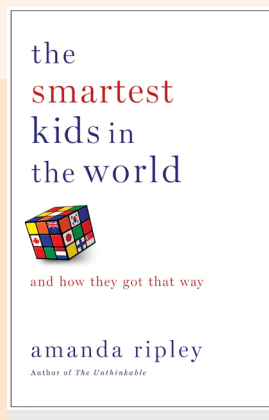
Entre les competències orientades al futur es troben el pensament hipotètic, el pensament sistèmic, el pensament més enllà de l'àmbit de les possibilitats, la competència per a l'acció, la gestió de la incertesa i la complexitat.

biblioteca novetats



Primera clase. Cómo construir una escuela de calidad para el siglo XXI
Andreas Schleicher
Santillana, 2018

En aquest llibre Schleicher, físic de professió, analitza les bones pràctiques educatives amb l'objectiu de comprendre que és el que funciona en matèria educativa d'acord amb el seu context. En el futur els centres educatius prioritzaran que els seus estudiants pensin per si mateixos i que treballin en equips cooperatius tot aprenent a ser empàtics amb els altres. L'autor és expert en polítiques educatives a nivell internacional.



The Smartest Kids in the World. And How They Got That Way
Amanda Ripley
Simon & Shuster, 2014

Ripley analitza i compara els sistemes educatius de Finlàndia, Corea del Sud i Polònia amb el nord-americà. Utilitza tres estudiants com a agents de camp perquè assisteixin a les considerades millors escoles públiques per conèixer com aquests sistemes eduquen els nens que tenen un gran potencial. El seu principal descobriment és la passió i el talent que tenen els docents.



Escuelas que valgan la pena
Pepe Menéndez
Ediciones Paidós, 2020

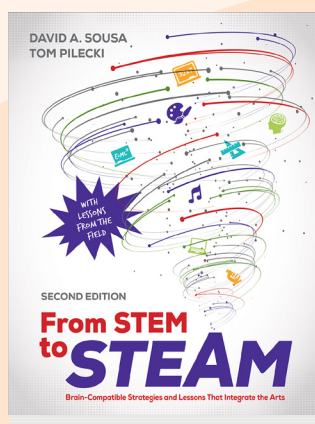
A partir de breus relats sobre experiències i vivències reals com a docent i director, Menéndez ens convida a reflexionar sobre l'educació, plantejant preguntes, reflexions, dubtes i principis; situant sempre l'alumne en el centre del procés educatiu. Per a l'autor, la transformació educativa es basa a aconseguir que l'aprenentatge sigui el motor d'una educació més humana i d'acord amb les competències actuals.



Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias
Jordi Domènech Casal
Octaedro Editorial, 2017

Un llibre que ofereix 28 propostes pràctiques per al professorat de ciències per a fer projectes a l'aula. Està relacionat amb un blog on hi ha tot el material necessari. Hi trobem enfocaments metodològics sobre indagació, habilitats de raonament científic, aprenentatge basat en projectes i problemes, controvèrsies sociocientífiques i pseudociències.





From STEM to STEAM: Brain-Compatible Strategies and Lessons That Integrate the Arts

David Anthony Sousa
i Thomas J. Pilecki

Corwin Press, 2018, 2ª edició

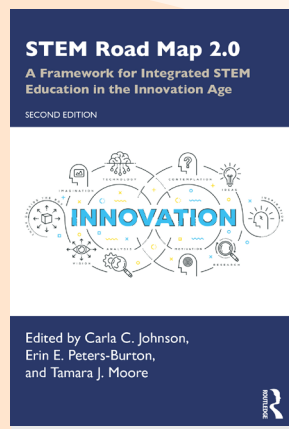
Professors i administradors en totes les escoles on els autors han treballat han reconegut que integrant les arts en cursos de STEM poden despertar la seva pròpia creativitat i la del seu alumnat. El llibre també descriu com dur a terme una iniciativa STEM reeixida.



STEM. La enseñanza de las ciencias en la actualidad

María Napal Fraile i María
Isabel Zudaire Ripa
Dextra Editorial, 2019

A tot el món, i especialment en l'àmbit anglosaxó, es multipliquen les iniciatives per augmentar l'exposició dels nens i nenes a la ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM), i fomentar així les vocacions científicotecnològiques. Invertir en educació STEM s'ha convertit en sinònim d'innovació. No obstant això, cal que ens preguntem si l'educació STEM que s'està practicant respon realment als reptes als quals s'enfronta la ciència i l'educació científica en l'actualitat.

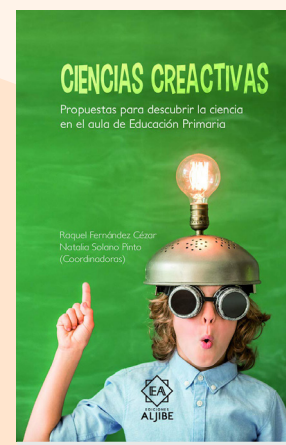


STEM Road Map 2.0

Carla C. Johnson, Erin E.
Peters-Burton i Tamara J.
Moore

Routledge & CRC, 2021. 2ª edició

Aquest llibre proporciona un pla d'estudis STEM integrat que abasta tot l'espectre K-12. Aquesta edició inclou un major enfocament en el pensament computacional, les matemàtiques i les arts, així com la rellevància cultural i l'abordatge de les necessitats dels estudiants. Dividida en tres parts: conceptualització de STEM, mapes del pla d'estudis de STEM i creació de capacitats per STEM, cada secció està dissenyada per generar un enteniment comú de STEM integrat i proporciona mapes de currículum enriquits per implementar STEM integrat a l'aula.



Ciencias creativas

Raquel Fernández Cézar i
Natalia Solano Pinto
Ediciones Ajibe, 2019

Aquest llibre ens mostra que existeixen vincles entre creativitat, ciència i docència, que permeten als mestres ser creatius per treballar les ciències des de l'experimentació-vivenciació, i concloure amb l'anàlisi i la reflexió compartida amb els estudiants. Hi trobarem 18 guies didàctiques on s'expliquen experiments de temes diversos com la gravetat o el camp magnètic ... En aquestes guies es proposen objectius, procediments i propostes d'avaluació. Es descriuen exemples amb materials quotidians aprofitant situacions diàries per descobrir, aprendre i gaudir de la ciència.

autor

Ciències creactives

Propostes per
descobrir la ciència a
l'aula actual



Raquel Fernández Cézar, doctora en Ciències Químiques i llicenciada en Ciències Físiques, Màster en Salut Laboral, en l'especialitat d'Higiene industrial, és professora en l'Àrea de Didàctica de les Matemàtiques a la Facultat d'Educació de Toledo (UCLM). Ha orientat la seva trajectòria professional en l'àmbit de l'educació científica plurilingüe, especialment enfocada en la percepció de les ciències dels estudiants i públic en general (domini afectiu) en l'àrea de STEM.

Natalia Solano Pinto, doctora en Psicologia, Màster en Neuropsicologia Clínica i Màster en la intervenció de l'ansietat i l'estrès, és professora en l'Àrea de Psicologia Evolutiva i de l'Educació en la Facultat d'Educació de Toledo (UCLM). Ha orientat la seva trajectòria en l'àmbit de la salut i de l'educació, investigant el desenvolupament de la imatge corporal en el cicle vital i coordinant programes d'educació per a la salut.



ENTREVISTA A RAQUEL FERNÁNDEZ I NATALIA SOLANO

per Ana Moreno

Com va sorgir la idea d'escriure un llibre per a docents de ciències a primària? Quin era el vostre propòsit?

Aquest llibre es gesta amb la participació des de 2012 en un projecte de divulgació científica finançat per la FECYT i la RSEQ que porta per títol *Conèixer la ciència avui obre les portes del demà*. Després de visitar diverses escoles per realitzar-hi experiments durant quatre cursos, entre els anys 2012 i 2016, vam percebre les necessitats dels que ens comunicaven els mestres i el seu interès per a incorporar els experiments en la seva pràctica docent. Eren conscients de la seva falta de formació, o de la falta de materials didàctics que els ajudessin a connectar els possibles experiments amb el seu currículum per incorporar-los com a material d'aula i no solament per a ser utilitzats esporàdicament.

El nostre propòsit va ser aportar-los el material que ens demanaven mitjançant guies per desenvolupar els experiments a la seva aula, incloent-hi l'avaluació del coneixement que l'alumnat adquirís per ajudar-lo en el seu aprenentatge.

Hi ha participat un nombrós equip format per acadèmics i professors de primària. Ens podeu explicar com s'ha gestat el llibre i quin ha estat el paper de cadascú?

Hi ha participat nombrós professorat universitari que és alhora investigador i científic, però no hi ha participat professorat de primària en l'elaboració. Sí que en formem part tres professors de la Facultat d'Educació de Toledo, Universitat de Castella-La Manxa; entre ells, les coordinadores del projecte, que impartim classe en el Grau de Mestre

en Educació Primària, i que incidim en l'aspecte formatiu i curricular del llibre.

Tot el professorat va aportar els experiments que ja feia en diferents centres educatius, i en particular els experts en educació aportem, a més dels experiments, l'enfocament del llibre en relació amb el currículum d'Educació Primària, la visualització dels aprenentatges i l'avaluació.

Es tracta de 18 guies didàctiques per dur a terme experiments diversos per gaudir de la ciència.

En el llibre proposeu una sèrie d'activitats de ciències amb una metodologia *cre-activa*. A què us referiu? Ens podríeu descriure una mica aquesta metodologia i explicar per què la considereu tan adequada?

En els primers capítols recollim nocions de creativitat i què suposa per al mestre de primària. Proposem també una metodologia per descobriment com a metodologia activa. De la combinació sorgeix la paraula CREATIVA.

Hi ha molta literatura que avala que l'única manera d'aprendre és *aprendre fent*, el conegut *learning by doing*, que també es recull en els objectius Horitzó Europa i en l'anterior, Horitzó 2020, de la Unió Europea. L'aprenentatge per descobriment basat en el mètode científic ens sembla que és el que millor exemplifica el treball d'una persona que es dedica a la professió científica. Hi ha estudis que comparen diverses metodologies i corroboren

que la millor actitud de l'alumnat es correspon amb l'ús de metodologies actives, la qual cosa hem comprovat nosaltres mateixes en algunes investigacions.

A mitjà termini, si l'actitud de l'alumnat és més positiva cap a la ciència amb aquesta metodologia, esperem que segueixin considerant-la atractiva i la triïn en els seus estudis posteriors de secundària o fins i tot universitaris.

Totes les activitats han estat posades en pràctica a l'aula; quina formació/informació van rebre els professors abans de fer-ho? Ens podeu explicar una mica algunes de les experiències, què us ha cridat l'atenció o us sembla rellevant?

Els i les mestres van participar-hi com a observadors/mediadors amb el seu alumnat, per ser els qui millor els coneixien. Així és com col·laborem des del projecte: portem el material i els experiments i nosaltres els treballem amb l'alumnat. El que rebíem d'ells és la necessitat de disposar de material perquè poguessin fer-ho en les seves classes, i és això el que ens va animar a crear el llibre.

El que destacaríem és que gairebé sempre, quan arribem a les classes, els mestres o professors ens indiquen si algun alumne o alumna necessita una tracte especial perquè no atén, és disruptiu... I quan acabem i fem una reflexió sobre el que ha passat a

L'aprenentatge per descobriment basat en el mètode científic és el que millor exemplifica la persona científica,

classe ens diuen: *guaita; doncs s'ha portat bé!*

D'aquestes experiències destaquem la necessitat de crear escenaris d'aprenentatge on l'alumnat senti que és el protagonista del seu aprenentatge. Quan se li dona un paper actiu i guiat, manté la seva atenció des de l'entusiasme i interès per aprendre. A més, és una activitat inclusiva i cooperativa on els grups de treball d'alumnes van realitzant l'experimentació, al seu ritme i de manera col·laborativa.

Com veieu l'aprenentatge de les ciències al nostre país en l'actualitat? Què més caldria fer per fer-les més atractives?

L'aprenentatge de les ciències en general no es basa en experiments o investigacions que, en realitat, és en el que consisteix l'activitat científica principalment. És un fet que lamentem, i al qual contribuïm entre tots. Per aconseguir un canvi també cal fer-hi aportacions des de tots els àmbits, i creiem que incloure en les classes de ciències més microprojectes i investigacions ajudaria a canviar la visió de *fets consumats* que es transmet amb l'ensenyament expositiu.

Per aconseguir això caldria analitzar què entenen per ensenyar o per aprendre els docents i la societat en general. Si aprendre és concebut com a assoliment quan s'aconsegueix la repetició memorística de fets o fins i tot procediments, potser s'aconsegueix així. Però si aprendre és desenvolupar l'emoció, una actitud activa i positiva cap a la ciència i el descobriment de la ciència en el món que ens envolta, no s'està aconseguint i caldria canviar de mètode per assolir aquest objectiu d'aprenentatge.

Considereu aconseguits els vostres objectius? Quan tindrem el de secundària?

L'objectiu d'elaboració està aconseguit, però el de la contribució social del llibre creiem que necessita més temps. No està sent un *best seller*, per la qual cosa l'impacte és limitat, i ens agradaria que fos més gran per incidir més sobre la millora de l'ensenyament de les ciències.

Si l'actitud de l'alumnat és més positiva cap a la ciència amb aquesta metodologia, esperem que segueixin considerant-la atractiva i la triïn en els seus estudis posteriors.

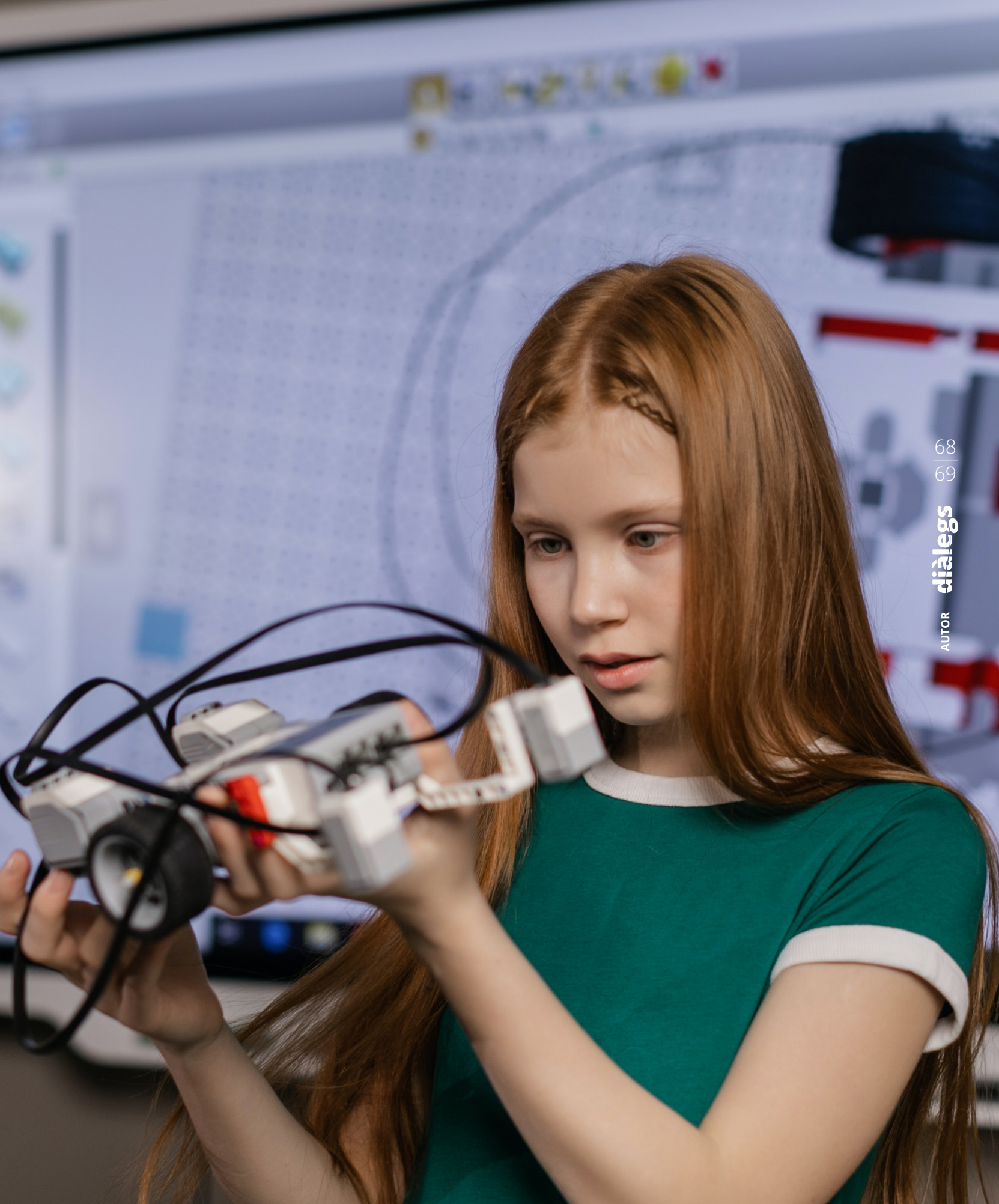
El projecte des del qual es va forjar continua, així que en els pròxims anys potser ens animem a preparar el de secundària. De totes maneres, en el llibre elaborat hi ha suggeriments per ampliar que poden ser utilitzats pel professorat d'aquesta altra etapa educativa i els seria útil.

Per acabar. Què és el que us ha semblat més fascinant de tot el projecte i del mateix llibre? Teniu dades sobre l'impacte que està tenint ja a les aules tant en professors com en alumnes?

La coordinació, consensuar un model de guia que fos útil als i les mestres ens va portar temps. Però el resultat compensa tots els esforços.

Sobre l'impacte, portem uns quants exemplars venuts, però no sabríem dir-te quants. Ho difonem en xarxes de tant en tant, i pot comprar-se a l'editorial Aljibe, a Amazon, a la Casa del llibre, etc. Té un preu molt assequible i és molt útil per al professorat de primària, pel *feedback* que ens arriba de qui ho utilitza. També agraïm el comentari tan positiu que vam veure a *Aula Apoyo Inclusión* sobre el llibre.

Com a línies futures d'investigació, serà interessant estudiar i comparar grups per poder obtenir evidència empírica sobre les conseqüències de l'ús d'aquesta metodologia en comparació amb unes altres. En concret, si millora l'ambient de l'aula, la cohesió del grup, la satisfacció de l'alumnat i del professorat, si disminueix l'ansietat davant dels continguts acadèmics, si millora el raonament científic, la creativitat i si es connecta la ciència amb l'entorn que ens envolta.



Ilegat



Neus Sanmartí, una vida entregada a la millora de l'educació de les ciències

Neus Sanmartí és Catedràtica emèrita de Didàctica de les Ciències a la Universitat Autònoma de Barcelona. Experta en temes relacionats amb el desenvolupament curricular i l'avaluació, el llenguatge en relació amb l'aprenentatge científic i l'educació ambiental, entre d'altres. Ha estat docent a les etapes de Primària i Secundària, així com en la formació inicial i permanent del professorat. Premi de Pedagogia Rosa Sensat (2002) i Creu de Sant Jordi de la Generalitat de Catalunya.

ENTREVISTA A NEUS SANMARTÍ

Neus Sanmartí és molt coneguda per la seva contribució al canvi de paradigma en l'avaluació escolar; no obstant això, pocs coneixen la seva entrega a la millora de l'educació en ciències i dedicació incansable per aconseguir l'excel·lència en la professió docent. El seu somni era aconseguir una educació de qualitat per a tots i va orientar tota la seva energia a millorar l'ensenyament públic. Segons Google, una heroïna és una dona il·lustre per les seves gestes o virtuts, no tenim cap dubte que la Neus ho és per a ambdues, però també pel seu gran respecte a la pluralitat sabent fer equip i acompanyar en les seves gestes a professionals i institucions amb projectes diversos.

por Ana Moreno

Què ens diries de la Neus més personal?
Vaig néixer a Barcelona el 1943. Era la gran de 3 germans. El meu pare treballava en un taller d'un parent on feien caps de cartó i quan va fer fallida, va demanar poder-lo tirar endavant. Sempre m'ha agradat la muntanya, fer excursions, anar de càmping -érem d'un centre excursionista, la UEC

de Gràcia- i també viatjar, conèixer altres llocs i països. Gaudeixo molt llegint i des de joveneta devorava els llibres, especialment a partir dels tretze anys, quan em va enganxar un llibre de Julio Verne: *Un capità de quinze anys*.
He tingut la sort de tenir una família amb la qual tots hem gaudit, i on han crescut els tres fills -dos nois i una noia-. El meu marit va morir d'un problema de cor fa





vuit anys. Ara tinc 10 nets, 5 nois i 5 noies, ben diversos i que m'aporten un contacte amb els joves d'avui molt vivencial. La pandèmia ho ha dificultat una mica, però tot i així, hem intentat compensar l'aïllament el màxim possible.

Com vas decidir dedicar-te a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències? Quins van ser els teus inicis?

Sempre m'han agradat les ciències i les matemàtiques. Encara recordo el plaer que vaig sentir quan la professora em va ajudar a descobrir l'àlgebra i com aquest camp de la matemàtica possibilitava resoldre problemes de manera més ràpida. Segurament el professor de química que vaig tenir a 5è de batxillerat -era l'any 1957- em va animar a aprofundir en aquesta branca de la ciència. I el meu pare, que treballava fent caps de cartó, em va animar a seguir aquesta carrera perquè ja intuïa que els envasos del futur necessitarien aportacions de la química. Però ja mentre estudiava la carrera m'imaginava sent mestra en una escola unitària d'un poble d'alta muntanya.

M'interessava l'educació, que havia conegut a partir de l'escoltisme¹, i també la natura. La universitat (1960-1965) em va aportar descobrir un món nou, de compromís polític i de treball amb companys ben diversos. Aleshores ens coneixíem tots els que

Tot i que no teníem cap formació en didàctica, no vam deixar de llegir, de compartir punts de vista, de buscar sortides als problemes i dificultats que anaven sorgint, d'innovar... I així hem continuat.

estudiàvem 'ciències' i vaig viure l'inici de les lluites i canvis a la universitat junt amb el que va ser el meu company i pare dels meus fills. Tot i això, no em veia fent de química en un laboratori i sí a l'escola, ajudant a descobrir als nois i noies aquest món fascinant de la ciència.

I com van ser els teus inicis com a mestra?

Després d'un any fent una substitució en una escola de la part alta de Barcelona, vaig optar per anar a un institut del barri del Besòs, que en aquells anys s'estava construint. Va ser el meu veritable bateig i un aprenentatge que, sens dubte, ha condicionat tota la meva evolució. Va coincidir amb el maig del 68 i, per tant, un moment de lluita per a un món millor i de creativitat -la imaginació al poder!-. En aquells anys vaig aprendre molt, gràcies a unes companyes amb les quals ens vàrem entendre força bé i al moviment que es va engegar des de Rosa Sensat i les Escoles d'estiu. Precisament ara s'està editant un llibre en el qual hem abocat els nostres records (i els de moltes de les nostres alumnes) sobre què va representar aquella experiència².

Diu la recerca que el primer any d'exercici de la professió marca el futur dels docents, i no tinc cap dubte que el meu cas (i el de les meves companyes joves d'aquells anys) ho confirma. Tot i que no teníem cap formació en didàctica, no vam deixar de llegir, de compartir punts de vista, de buscar sortides als problemes i dificultats que anaven sorgint, d'innovar... I així hem continuat.

Però després vas ser professora a la universitat. Com hi vas arribar?

En els anys seixanta va néixer la UAB i els estudis de magisteri es van configurar a partir d'un nucli de persones que apostaven per un canvi a l'escola. En aquells moments, aquests estudis havien passat a ser universitaris, tot i que amb la

categoria d'Escola universitària. Bona part dels nous docents procedíem dels grups de treball vinculats a Rosa Sensat i va ser per això que em van proposar formar part del nou projecte l'any 1965.

Tot i això, creia que no podia deixar d'exercir a l'escola i com que teníem el problema que representava per a les futures mestres (quasi totes noies) que el coneixement professional només fos discursiu i que els centres de pràctiques no sempre fossin idonis, amb altres companys ens vam plantejar canviar d'arrel el model. A partir de l'experiència pionera que va impulsar Pilar Benejam, alguns professors de l'Escola de Mestres fèiem classe en una escola de primària, que preparàvem amb els alumnes de la

Encara recordo el plaer que vaig sentir quan la professora em va ajudar a descobrir l'àlgebra i com aquest camp de la matemàtica possibilitava resoldre problemes de manera més ràpida.

universitat. Els assistíem a les classes a l'escola i després reflexionàvem sobre què havia passat, per què i què es podria millorar.

Per a mi aquesta va ser una altra experiència important a la meua vida professional, perquè el repte de fer classes, que en teoria havien de ser *modèliques*, era enorme.

Posteriorment, a partir de la col·laboració amb l'ICE de la UAB, també feia docència en el marc del CAP -Certificat d'Aptitud Pedagògica- i vaig coordinar els primers estudis

del *Màster de secundària*, que es van posar en marxa experimentalment en els anys noranta.

Quan les escoles de magisteri van començar a tenir un estatus més universitari (1985), al professorat se'ns va exigir fer la tesi doctoral i em va comportar fer-la en el marc del King's College de Londres, tota una aventura a causa del meu deficient anglès. I des de llavors, no he deixat de combinar la recerca, la docència a la universitat i el contacte amb l'escola *real* a partir de la formació permanent



i d'assessoraments. També vaig formar part del primer equip del Departament d'Educació que va impulsar innovacions en la formació permanent (per exemple, el FOPI -Formació Permanent Institucional-) i la coordinació entre les diferents Escoles de Mestres de les universitats de Catalunya.

Molts dels meus aprenentatges amb relació a la didàctica de les ciències els vaig recollir en un llibre³, i tot i que estic jubilada, continuo en actiu a la universitat. Ho faig com a professora *honorària* i implicada en el nostre grup de recerca LIEC -Llengua i Ensenyament de les Ciències-, que en aquests darrers anys estem treballant precisament amb relació al desenvolupament del pensament crític i l'argumentació i, més en general, al treball a les aules entorn de les controvèrsies científiques. És per aquest motiu que m'ha interessat col·laborar amb el treball fet en el marc d'un Delphi on han participat experts d'arreu del món, els resultats del qual es recullen a l'informe *El pensament crític i la creativitat. Dos aprenentatges clau per a la societat del coneixement a l'era de la innovació*, que es pot descarregar de la web d'Impuls⁴.

Com és que et vas interessar per aprofundir en com transformar les pràctiques d'avaluació?

Va ser l'any 1988 quan, amb el professorat de ciències i matemàtiques de dos instituts municipals de Barcelona, estàvem començant a posar en marxa la LOGSE i va sorgir la pregunta: *No hauríem de revisar també l'avaluació?*. Tant en Jaume Jorba, des de les matemàtiques com jo des de les ciències, mai no ens havíem interessat pel tema i el nostre coneixement sobre altres possibles maneres de plantejar-la era nul.

Però ens va semblar un bon repte i vam buscar articles i possibles referents. En aquells moments n'acabava de sortir un a una revista

francesa⁵ que parlava d'una avaluació formadora i aportava resultats de recerques en les quals s'havia evidenciat que els alumnes de liceus que aplicaven aquesta avaluació obtenien més bons resultats en els exàmens de revàlida externs que els d'altres liceus de les mateixes característiques.

Ens va interessar molt el plantejament perquè estava ben fonamentat teòricament i aportava evidències. Vam compartir el que havíem entès de la proposta amb els docents amb els que estàvem treballant i va haver-hi un acord per intentar aplicar-ho a les seves classes. Així va començar tot un treball que es va perllongar durant vuit anys⁶ i va possibilitar anar trobant respostes a les dificultats que anaven sorgint i comprovar els resultats.

Quines van ser aquestes dificultats?

En primer lloc, la d'aconseguir que realment els alumnes s'ajudessin entre ells de forma eficaç i eficient, perquè una avaluació formadora passa perquè sàpiguin cooperar tot coavaluant-se. Un segon repte va ser el de millorar com s'expressaven quan parlaven de matemàtiques i de ciències. Els docents acostumem a intuir què vol dir un aprenent quan escriu algun raonament o explicació, però els companys no ho entenen.

Per això ens vàrem posar com a objectiu aconseguir que milloressin la seva capacitat d'escriure ciències i matemàtiques. A partir d'aquest treball, va sorgir un projecte a la UAB i el llibre que recull les recerques i innovacions fetes va guanyar el Premi de Pedagogia Rosa Sensat⁷.

Després també ens vam plantejar com seleccionar els coneixements a promoure, per tal que fossin ben bàsics i significatius, com seqüenciar les activitats al llarg d'un procés d'aprenentatge dissenyat per assolir-los, etc. És evident que mai no acabes d'anar buscant en què millorar, és un camí sense final, i no

hi ha dubte que l'avaluació és el que ajuda més als docents a replantejar-nos la nostra professió des de molts angles. Bona part de les experiències i aprenentatges fets a partir d'aquell inici els he recollit en dos llibres⁸, que desitjo que hagin obert camins per a replantejar l'avaluació ben a fons.

CLAUS PER ENTENDRE UNA AVALUACIÓ PER APRENDRE

Durant més de trenta anys, la Neus ha treballat de valent per canviar la manera d'entendre l'avaluació de mestres, alumnes i famílies. Segurament ho ha aconseguit en molts casos, si més no ha provocat una onada de canvi molt difícil d'aturar.

Algunes de les seves idees clau per entendre aquest canvi es troben al seu darrer llibre *Avaluar i aprendre, un únic procés*, del qual hem seleccionat alguns fragments per començar a aprofundir-hi:

Sense una avaluació que afavoreixi reconèixer les dificultats i trobar camins per superar-les, no hi ha aprenentatge. El repte és que aprenguin a autoregular-se. Aprendre a aprendre s'aprèn aprenent coneixements significatius -relacionats amb els diversos camps del saber generats al llarg de la història de la humanitat- i rellevants en l'àmbit personal i social- útils per actuar responsablement. Promoure que l'alumnat sàpiga autoavaluar-se té, per tant, la finalitat de construir coneixements clau de manera significativa que li possibilitin continuar aprenent al llarg de la vida i en espais diferents dels escolars.

Avaluar, aprendre i ensenyar estan estretament interrelacionats, són inseparables i es fusionen completament en el quefer educatiu.

Cal replantejar l'avaluació. El repte rau a discutir a fons sobre el concepte, sabent que el que s'entén

Reorientar el sentit i la pràctica de l'avaluació possibilita un bon aprenentatge per a tota classe d'alumnes, la seva aplicació encara no s'ha generalitzat a les aules.

per avaluació pot variar al llarg del temps. Canviar l'avaluació implica un canvi profund quant a idees, pràctiques i emocions molt arrelades. Quatre d'aquests grans canvis són:

- L'avaluació que serveix per aprendre ha de ser gratificant.
- Aprendre requereix avaluar-se.
- L'aprenent ha de ser el protagonista de l'avaluació.
- L'avaluació dels resultats té sentit si s'ha après.

Per què costa tant canviar l'avaluació? Tot i que està força ben demostrat que reorientar el sentit i la pràctica de l'avaluació possibilita un

bon aprenentatge per a tota classe d'alumnes, la seva aplicació encara no s'ha generalitzat a les aules. Un dels motius és que cal un debat ideològic sobre la finalitat de l'educació. Avaluem en termes de competitivitat per classificar els alumnes o en termes d'equitat per promoure que tots aprenguin, sense renunciar-hi?

Alguns dels debats que ha de tenir un equip docent i que cal concretar són:

- Finalitat. Millorar l'aprenentatge de tots els alumnes, tenint en compte la seva diversitat i seguint criteris d'equitat, o només en clau de qualificar els alumnes per classificar-los.
- Què s'avalua. Definir els objectius d'aprenentatge tant en la capacitat d'aplicar els coneixements acadèmics com les competències més transversals, per cooperar, pensar, o gestionar les emocions.
- Criteris d'avaluació. Què hauria de fer l'aprenent per avançar. No poden estar orientats a decidir una qualificació.
- Qui avalua. Principalment el

mateix aprenent, tot comptant amb l'ajuda de companys, docents o familiars.

- Quan s'avalua. Des de l'inici de qualsevol procés d'aprenentatge. Com es regularan les dificultats detectades a cada activitat. Al final comprovar en què s'ha avançat.
- Els instruments i estratègies. Per recollir dades, analitzar-les i prendre decisions gratificants i útils per avançar.
- Com s'articula la comunicació. Entre aprenents, docents i famílies gestionant bé les interrelacions i les emocions al llarg del procés.

Després d'arribar a acords cal temps i paciència, l'èxit no es produeix de la nit al dia. Que s'aconsegueixi o no el canvi depèn, en gran manera de l'art del docent, la seva ciència, la tecnologia (instruments, tècniques i estratègies) que utilitza i també, la seva ideologia i valors.

Notes

¹ Escoltisme: és una filosofia de vida en la qual s'ensenya el respecte per la naturalesa, la tolerància, la igualtat, el companyerisme, l'activitat física i la capacitat de superar adversitats i incomoditats. La metodologia *scout* es basa en l'educació en valors i en el compromís d'aquests.² Alemany, C., Escobar, M., & Sanmartí, N. (2021). *La colla del Besòs. Una experiència de compromís, il·lusió, reptes i aprenentatge*. Barcelona: Ed. Rosa Sensat (en fase d'edició).

³ Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Ed. Síntesis.

⁴ www.impulseducao.org

⁵ Nunziati, G. (1990). *Pour construire un dispositif d'évaluation formative*. Cahiers pédagogiques, 47-64.

⁶ Jorba, J., & Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: MEC.

⁷ Sanmartí, N. (coord.) (2003). *Aprender Ciencias tot aprenent a escriure Ciències*. Edicions 62. -Premi Rosa Sensat de Pedagogia 2002-.

⁸ Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender*. Barcelona. Ed. Graó (també editat en eusquera i en portuguès).



*Estimada Neus, gràcies per
perseguir sempre els teus
somnis, per ser tan oberta,
entusiasta i generosa.*

opinió

El paper de les STEM a l'educació

L'ensenyament de les ciències, en els seus diferents enfocaments, ha de partir del context sociocientífic i dels interessos de l'alumnat.

per Pepe Menéndez

ANTECEDENTS I PERCEPCIÓ ACTUAL DE LES STEM

El matemàtic Seymour Papert (1928-2016) és considerat l'impulsor d'una metodologia lúdica per a l'aprenentatge de programació, adreçada especialment a infants i joves, que es pot considerar precursora de la iniciativa STEM (acrònim en anglès de Ciències, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques). Papert era un ferm defensor de l'aprenentatge amb eines pròpies de la intel·ligència artificial per a desenvolupar el pensament dels petits, i per això va impulsar, a partir dels anys vuitanta del segle passat, nombroses iniciatives amb llenguatge LOGO, del qual havia estat el seu creador.

És important que no perdem de vista la base del raonament de Papert, fonamentat en la vinculació entre joc, engranatges tecnològics i desenvolupament del cervell en etapes primerenques.

Les STEM volen impulsar l'interès per unes àrees de coneixement, tradicionalment viscudes com difícils pels alumnes i poc atractives per a les noies, especialment. El mateix acrònim ha anat evolucionant amb diverses variants, entre les quals la més acceptada és la que afegeix la A d'Arts i es reconeix com STEAM, o l'accepció ST2REAM (T2 per *Teaching* o *Thematic Instruction*, i R per *Reading*).

Segons dades de la UPC, només el 29% de les noves inscripcions han estat noies. Cal tenir en compte dues dades més: han pujat un 5% en cinc anys, i la Universitat Politècnica concentra al voltant del 80% dels estudis relacionats amb les assignatures STEAM. El Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya en la seva publicació del Pla STEMcat l'any 2017, apuntava, entre altres raons per impulsar-lo, els estereotips de gènere de la societat, i citava un estudi d'Everis en què s'afirma que només opten al batxillerat propi de les STEM un 26% de



Cercar altres vies de connexió dels ad'aprendre i aquestes àrees de coneixement podria donar millors resultats.

les noies davant d'un 40% dels nois. Situació que s'agreuja, si atenem al nivell sociocultural familiar, que mostra que només l'escull un 24% dels de nivell baix, davant del 44% provinents del nivell alt.

Les dificultats de l'ensenyament de les matemàtiques i les ciències a l'escola són un debat clàssic a molts països de la cultura occidental, en el sentit més ampli, que contrasta amb l'extraordinària acceptació i aparent facilitat, que mostra en països asiàtics com l'Índia, Xina o Singapur.

En l'origen de totes les iniciatives vinculades a STEM, o qualsevol de les seves variants, hi ha l'evidència que els mateixos estudiants tenen una percepció molt baixa de les seves oportunitats i capacitats reals d'aprenentatge d'aquestes àrees de coneixement. I encara sol ser més



habitual aquesta inseguretat en el cas de les noies que en el cas dels nois. Melina Furman, una professora argentina ben coneguda per la seva activitat respecte a l'ensenyament de les ciències, m'ha comentat més d'una vegada la seva sorpresa pel contrast que suposa la manera habitual d'iniciar una argumentació en el camp de les ciències mitjançant preguntes, i la manera que l'escola té d'apropar-se al seu coneixement, en què les preguntes inicials estan absents en massa ocasions.

FER-SE BONES PREGUNTES

Preguntar-se el perquè de les coses, el seu origen, sentit, evolució, aprendre equivocant-se i experimentant són actituds habituals del pensament científic, en què la veritat és el que és mentre no es demostri el contrari. Sembla oposat radicalment a un aprenentatge fonamentat en procediments sense alternatives i que han de portar a un resultat únic.

És rellevant observar que la mateixa evolució de l'impuls de les STEM (o STEAM) s'ha anat vinculant amb metodologies que comencen per preguntes amb reptes que requereixen indagar, experimentar i seleccionar, basades en el treball en equip, orientades a la realització d'un producte real, que

promogui l'aprenentatge sense por a l'error, i que se centri en continguts rellevants. Han prioritzat l'ús de tecnologies per a la fabricació en 3D, les *Fablabs*, els *makers spaces*, l'ús del LEGO-LOGO i altres pròpies de la intel·ligència artificial. Està essent una mena de síntesi entre la convicció per difondre el pensament científic i tecnològic i adoptar metodologies que estan duent a terme moltes escoles innovadores també en altres matèries del currículum.

LES STEM I EL MERCAT DE TREBALL

Sovint hem sentit enraonar sobre la importància de les STEM per les previsions sobre el mercat laboral a Europa, que ens donen dades com que faran falta set milions de llocs de treball qualificats per cobrir aquestes disciplines en l'horitzó del 2025 (*Encouraging STEM Studies for the Labour Market*). Des del meu punt de vista, posar èmfasi centrat en el futur laboral per intentar convèncer els joves que escullin aquests estudis no és una estratègia gaire encertada perquè, si alguna cosa caracteritza la visió del futur laboral dels joves, és la manca de vinculació entre la seva preparació i el comportament del mercat de treball. Les dades són contundents: un 18% de fracàs escolar, atur endèmic, i precarietat laboral. En canvi, cercar altres vies de connexió dels infants i joves entre la seva manera d'aprendre i aquestes àrees de coneixement podria donar millors resultats. Si, com considera Cristobal Cobo, el llenguatge de programació es va aproximant al concepte d'alfabetització bàsica, haurem de cercar altres estratègies d'aprenentatge, que arribin al conjunt de l'alumnat.

En aquesta línia van algunes propostes d'interdisciplinarietat de sabers, aparentment molt allunyats, com una via per apropar les STEM a les humanitats (literatura, història, filosofia...), també en moments baixos, i que normalment són escollides per la seva aparent facilitat.

La qüestió clau que hem de respondre'ns és què volem que els joves sàpiguin quan acabin els estudis escolars i què volem que hagin experimentat, tenint en compte que ja som plenament en un món en el qual aprendrem al llarg de tota la vida.



Pepe Menéndez Cabrera és assessor internacional en processos de transformació profunda de l'educació. Llicenciat en Periodisme. Ha dirigit diversos processos de canvi en institucions educatives. Comunicador i especialista en lideratge, innovació educativa i gestió del canvi.



Educació STEM i formació en pensament crític

L'ensenyament de les ciències, en els seus diferents enfocaments, ha de partir del context sociocientífic i dels interessos de l'alumnat.

per Óscar E. Tamayo

Són moltes, molt diverses i de diferent naturalesa, les qualitats que determinen els bons processos d'ensenyament i d'aprenentatge. De totes elles ens interessa en aquest moment fer referència a aquelles que estan vinculades de manera directa amb les relacions entre l'educació i el context. Un *bon ensenyament* es caracteritza, entre altres aspectes, per ser contextualitzat i per respondre als interessos dels estudiants, aspectes que han de ser tinguts en compte per professores i professors. Amb el propòsit de comprendre aquestes múltiples interaccions, tres enfocaments, o moviments, en l'ensenyament de les ciències han guanyat interès en les últimes tres dècades;

aquests són: Ciència, Tecnologia, Societat i Ambient (CTSA), Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques (STEM), i aquesta última amb la inclusió de les arts (A) i el disseny com a camp complementari als anteriors (STEAM) (Dori et al 2018; Tamayo, 2021).

Sense entrar en distincions fines entre aquestes tres perspectives, podem assenyalar que promouen, entre altres coses: la incorporació d'aspectes científics, socials, humans, econòmics, polítics, ètics i artístics en els processos d'ensenyament. Perspectives que sorgeixen com a rebuig d'un ensenyament centrat de manera exclusiva en la racionalitat científica dels diferents camps disciplinaris. En aquest sentit, guanyen interès processos d'ensenyament que parteixen del reconeixement dels interessos dels estudiants i dels problemes sociocientífics inherents als contextos educatius en els quals s'avancen les accions de formació pròpies de l'escola.

LA IMPORTÀNCIA DELS CONTEXTOS EN EDUCACIÓ

Ensenyar ciències des d'aquestes perspectives exigeix de part de professores i professors la transposició, o adequació, d'aquestes problemàtiques sociocientífiques

Ensenyar ciències amb perspectives CTSA, STEM, STEAM, fa més estrets els vincles entre l'activitat científica escolar i els contextos en els quals es donen els processos de formació.

a l'aula. Un procés que demana, en primera instància, el coneixement dels contextos d'ensenyament i d'aprenentatge, així com dels interessos dels estudiants i, en segon lloc, l'adequada planificació de les accions d'ensenyament que parteixin del reconeixement d'aquestes problemàtiques en funció d'aconseguir tant competències científiques específiques, com aquelles altres relacionades amb les dimensions social, humana, personal, interpersonal, entre altres.

Ensenyar ciències amb perspectives CTSA, STEM, STEAM, fa més estrets els vincles entre l'activitat científica escolar i els contextos en els quals es donen els processos de formació de nenes, nens i joves. Són perspectives que a partir d'un ensenyament contextualitzat aconsegueixen la seva aportació a la comprensió integral dels contextos socioeducatius així com a la fonamentació científica i tecnològica requerida. Per això orienten accions en funció de l'alfabetització científica i tecnològica, de la formació de pensament científic, crític i creatiu i la seva integració amb la tecnologia, del desenvolupament de competències comunicatives relacionades amb el coneixement científic, del desenvolupament d'actituds enfront de la ciència, la tecnologia i el treball científic, en la comprensió de les múltiples relacions entre ciències, tecnologia, economia, política i les arts.

LES PERSPECTIVES STE(A)M I EL PENSAMENT CRÍTIC

Aquest ensenyament centrat en el reconeixement dels problemes sociocientífics és un ensenyament orientat a l'assoliment del pensament crític, creatiu i transformador, propòsit central de l'escola. El que aporten al desenvolupament d'aquesta mena de pensament és un ensenyament centrat en: la solució de problemes i presa de decisions, els usos dels llenguatges i argumentació, les emocions-motivacions i la metacognició. La integració d'aquestes quatre dimensions adquireix les particularitats conceptuals i metodològiques pròpies dels diferents camps de coneixement: les ciències socials, les humanes, les naturals, les arts i les matemàtiques i la tecnologia.

A l'entorn de les relacions entre les perspectives STEM-STEAM i la formació de pensament crític destaquem, en primer lloc, la necessària interacció entre processos individuals i socials tant per a l'aprenentatge de teories i conceptes, com per al desenvolupament d'altres dimensions del desenvolupament humà i social i, en segon lloc, el reconeixement del context com a punt de partida de processos d'ensenyament càlids, en els quals el disseny de les intervencions d'aula parteixi del reconeixement de problemes sociocientífics i es consideri, a la vegada, la transferència dels aprenentatges assolits a l'aula.

Un bon ensenyament es caracteritza per ser contextualitzat i per respondre als interessos dels estudiants.

Un ensenyament amb perspectiva STEM-STEAM és un ensenyament contextualitzat, que té com a punt d'arribada la formació de pensadors crítics i creatius i que requereix orientar accions cap a l'assoliment d'independència intel·lectual i la qualificació en la presa de decisions relacionats amb els problemes sociocientífics transposats per al seu estudi a les aules de classe. Exigeix mestres amb coneixement i consciència metacognitiva sobre els seus propis processos d'ensenyament. Així mateix, requereix la planificació d'accions d'ensenyament que articulin context i escola en funció del desenvolupament de competències argumentatives i d'usos de llenguatges tècnics en els camps disciplinaris estudiats, en solució de problemes i presa de decisions adequades i pertinents, en l'autoregulació cognitiva i emotiva posades al servei dels processos d'aprenentatge dels estudiants i del seu acompliment com a ciutadans.



Óscar Eugenio Tamayo Alzate és Professor de la Universitat de Caldas-Universidad Autónoma de Manizales. Colòmbia. Líder del grup *Cognició i Educació* de la Universidad Autónoma de Manizales. Alguns dels seus camps de recerca són: Models i modelització, ensenyament i aprenentatge de les ciències; formació i evolució de conceptes científics; llenguatge, argumentació, metacognició a l'aula de ciències; didàctica de les ciències i formació de pensament crític.

Referències

- Dori, Y. J., Meverch, Z. Y and Baker, D. R. (Eds). (2018). *Cognition, metacognition, and culture in STEM Education*. Springer.
- Tamayo, A. O. E. (2021). Pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. Un modelo para su estudio. En: Alonso, A. y Campirán, A. (2021). *Pensamiento crítico en Iberoamérica: Teoría e intervención transdisciplinar*. México: Editorial Torres Asociados. p 497-512.

Science, Technology, Engineering & Mathematics (STEM): embolic curricular i desafiaments que presenta



per Ángel D. López i Ivonne T. Sandoval

L'ENFOCAMENT STEM

A l'enfocament educatiu STEM li posarem aquest nom a falta de trobar-ne un de més precís, ja que la proposta educativa nascuda als EUA ha anat adquirint diverses presentacions d'acord amb la disciplina que es vulgui afegir o idea a *vendre* al públic.

STEM es caracteritza per promoure un *currículum integrat* per diferents disciplines científiques –biologia, física i química, a més de matemàtiques– i tècniques –TIC, robòtica i enginyeria–. Pretén una limitada dissolució de les seves fronteres, amb la finalitat de fer-les contribuir a la solució de problemes de la vida quotidiana. És a dir, tornar-les més atractives a la ment i acció dels estudiants –des dels nivells educatius inicials fins a l'educació superior– i així propiciar la innovació educativa i el pensament crític.

Almenys han estat identificades cinc presentacions diferents, i cadascuna d'elles incorpora una nova disciplina o un enfocament particular. Així, a STEM se li afegeix una *i* que significa imaginació i es converteix en iSTEM. En el cas de STEAM, s'afegeix l'art. Pel que respecta a

Aquesta proposta educativa implica transitar a alguna forma d'interdisciplinarietat, multidisciplinarietat, transdisciplinarietat o integració.

ST®EAM, s'inclou la robòtica. I l'últim acrònim és el més difícil de desxifrar, perquè canvia el símbol –R tancada en un cercle– que representa la robòtica i s'afegeix la (S) de sostenibilitat. L'univers STEM es va incrementant d'acord amb disciplines i visions del món que es van trobant pel camí.

En el fons, aquesta proposta educativa implica –per la ruptura de fronteres entre les disciplines que la componen– transitar a alguna forma d'interdisciplinarietat, multidisciplinarietat, transdisciplinarietat o integració. Una situació per a la qual els docents dels diferents nivells educatius no han rebut formació, per diferents raons; la qual cosa constitueix un desafiament enorme, a més dels que imposa implementar en la pràctica de l'aula aquest enfocament educatiu. Una perspectiva educativa que neix d'interessos econòmics i polítics que intenten, per mitjà de l'educació, mantenir lideratges econòmics i d'innovació tecnològica.

CANVIAR EL QUE FEM, UNA SITUACIÓ COMPLEXA A RESOLDRE

Actualment, el desenvolupament tecnològic, la dinàmica històrica, social i cultural així com la mateixa producció de coneixement, demanen canvis en els sistemes educatius. S'ha vist la necessitat de passar de l'individual al col·lectiu. Alguns sistemes educatius han realitzat adequacions curriculars per a respondre a aquestes necessitats, però tradicions d'ensenyament fortament ancorades en l'exposició tipus càtedra i en l'aprenentatge per memorització, –a més d'una formació docent i gestió escolar poc flexibles– agregen complexitat per



Un repte curricular és aconseguir articular, a l'interior de cada disciplina, diferents conceptes, estratègies i maneres d'aprendre, per grau i per nivell educatiu, de manera harmoniosa i profunda.

instrumentació. Canviar com ensenyem, què ensenyem i per a què ensenyem, requereix diàleg i articulació entre diferents actors educatius; un assumpte pendent de resoldre.

Com s'ha assenyalat prèviament, aquesta iniciativa de generar dinàmiques a les aules que integrin coneixements de diferents disciplines no és novetat. S'han fet intents per posar en acció aquesta integració com ho fan molts professionals docents en la seva actuació.

En l'enfocament STEM els resultats de recerca resulten contrastants. D'una banda, hi ha postures que mostren les limitacions sobre com conceptualitzar STEM, com implementar-ho a les aules i com formar els docents per a això, a fi d'equilibrar la representació de les quatre àrees disciplinàries involucrades. S'ha documentat un èmfasi més gran en ciències i menys en matemàtiques, per exemple. D'altra banda, uns altres estudis han identificat la seva pertinença per a construir connexions entre conceptes de diferents disciplines i contribuir a resoldre problemes complexos.

Aquests contrastos entre resultats de la recerca, potser són una crida a reflexionar sobre el que no està funcionant i a discutir i consensuar noves agendes de recerca educativa que responguin a les necessitats actuals; el que portaria, també, a reconceptualitzar les STEM.

DESAFIAMENT PER A LA RECERCA EDUCATIVA

Un aspecte assenyalat en la literatura especialitzada

consisteix en l'absència de recerques empíriques, prou àmplies, que suggereixin com implementar aquest enfocament en les seves diferents interpretacions –interdisciplinari, transdisciplinari, multidisciplinari o integrat–. Davant d'aquest panorama hi ha una oportunitat per a la comunitat a fi de realitzar recerques sota aquestes interpretacions, que documentin experiències en aules i en la formació docent, amb rigor metodològic i en diferents realitats educatives. I buscar una caracterització, fonamentada en una conceptualització teòrica, de propostes de disseny i desenvolupament curricular que integrin diferents dominis de coneixement de manera equilibrada; acompanyades de modificacions a la formació docent – inicial, contínua i de desenvolupament professional–.

DESAFIAMENTS PER AL DESENVOLUPAMENT CURRICULAR

Un repte curricular és aconseguir articular, a l'interior de cada disciplina, diferents conceptes, estratègies i maneres d'aprendre, per grau i per nivell educatiu, de manera harmoniosa i profunda. Amb l'enfocament STEM, el repte és com desenvolupar comprensió conceptual –coneixements bàsics– en cada disciplina, quines àrees integrar com a processos interdisciplinaris i com desenvolupar habilitats pretesament genèriques com el pensament crític; a més de com articular quatre disciplines, en les quals es distribueixin de manera equilibrada el que s'aprèn en cada àrea STEM; sense que una d'elles sigui més visible respecte de les altres, que reflecteixi la multidisciplinarietat o interdisciplinarietat. És a dir, reflectir connexions profundes entre les disciplines,

quan es resolen problemes o desenvolupen projectes.

DESAFIAMENTS PER A LA FORMACIÓ DOCENT

STEM li comporta al docent, d'una banda, tenir coneixements generals sobre cadascuna d'aquestes àrees i, a més, establir connexions entre elles. És important que els professors que es troben fent formació inicial o contínua experimentin individualment i en grup com interactuen continguts d'ensenyament, destreses i maneres de pensament de diferents disciplines, com es poden secundar entre ells i quan complementar-se de manera substantiva.

Quins desafiaments més interessants als quals ens hem d'enfrontar!

STEM comporta que el docent tingui coneixements generals sobre cadascuna d'aquestes àrees i, a més, establir connexions entre elles.

Lectures recomanades

Bogdan Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). *De STEM nos gusta todo menos STEM: análisis crítico de una tendencia educativa de moda*. *Enseñanza de las ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>

English, L. D. (2016). *STEM education K-12: Perspectives on integration*. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

Sengupta, P., Shanahan, M-C & Kim, B. (Editors) (2019). *Critical, Transdisciplinary and Embodied Approaches in STEM Education*. Springer Nature: Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29489-2>

Ángel Daniel López y Mota és doctor en Educació en Ciències per l'Institut d'Educació de la Universitat de Londres. Professor de la Universitat Pedagògica Nacional-Mèxic en el Cos Acadèmic d'Educació en Ciències. Membre del Sistema Nacional d'Investigadors, del Consell Nacional de Ciència i Tecnologia de Mèxic i del grup d'investigació Alfa III "ALTER-NATIVA: Referents Curriculars amb incorporació Tecnològica per a Facultats d'Educació en les àrees de Llenguatge, Matemàtiques i Ciències, per a atendre Poblacions en Contextos de Diversitat.

Ivonne T. Sandoval Cáceres és doctora en Ciències amb l'especialitat de Matemàtica Educativa pel Centre d'Investigacions i Estudis Avançats, Mèxic. Investigadora Nacional del Sistema Nacional d'Investigadors Conacyt-Mèxic. Professora i investigadora a Temps Complet en la Universitat Pedagògica Nacional, Unidad Ajusco, Mèxic. Amb investigacions relacionades amb professors de matemàtiques i ús de tecnologia, avaluació del currículum de matemàtiques, relació entre lingüística cognitiva i matemàtiques, coneixement especialitzat de professors de matemàtiques i STEM i raonament espacial. Amb experiència en el disseny de materials educatius multimèdia i llibres de text.

CALL FOR PAPERS

L'educació, bé comú de la humanitat

Qualitat per a tots, un repte possible i necessari per al progrés humà

Amb motiu de la preparació del número 3 de "Diàlegs" fem una crida a col·laborar-hi. El nou exemplar estarà dedicat a l'objectiu del desenvolupament sostenible sobre educació (Educació 2030, UNESCO) el qual fa una crida a tothom per a fer possible una educació de qualitat per a tots, en la qual es garanteixi la inclusió o la igualtat d'oportunitats.

Envia la teva col·laboració a: **revista@impulseducacio.org**

Pots optar per un article per a alguna de les seccions següents:
Projecte, Actualitat o Experiències; o bé per a la columna d'opinió.

Articles

Els articles han de tenir una extensió de 1.500 paraules.

Els autors han d'aportar:

- Títol
- Subtítol
- Bio de l'autor (40 paraules)
- Foto de l'autor
- Correu electrònic publicable (si ho desitges)
- Perfils en xarxes socials (preferiblement Twitter i/o LinkedIn)
- Referències bibliogràfiques

Les citacions recollides en el text han d'anar acompanyades de la seva corresponent referència com a nota al peu. Les dades, xifres o esments a informes han d'anar acompanyades de la seva corresponent nota al peu. Si proposes un destacat, ha de ser d'unes 30 paraules.

Columna d'opinió

Les columnes d'opinió han de tenir una extensió de 900 paraules.

Els autors han d'aportar:

- Títol
- Subtítol
- Bio de l'autor (40 paraules)
- Foto de l'autor
- Correu electrònic publicable (si ho desitges)
- Perfils en xarxes socials (preferiblement Twitter i/o LinkedIn)
- Referències bibliogràfiques

Les citacions recollides en el text, han d'anar acompanyades de la seva corresponent referència com a nota al peu. Les dades, xifres o esments a informes han d'anar acompanyades de la seva corresponent nota al peu. Si proposes un destacat, ha de ser d'unes 30 paraules.



diàlegs

Pg. Manuel Girona, 75 08034 Barcelona
www.impulseducacio.org

