

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

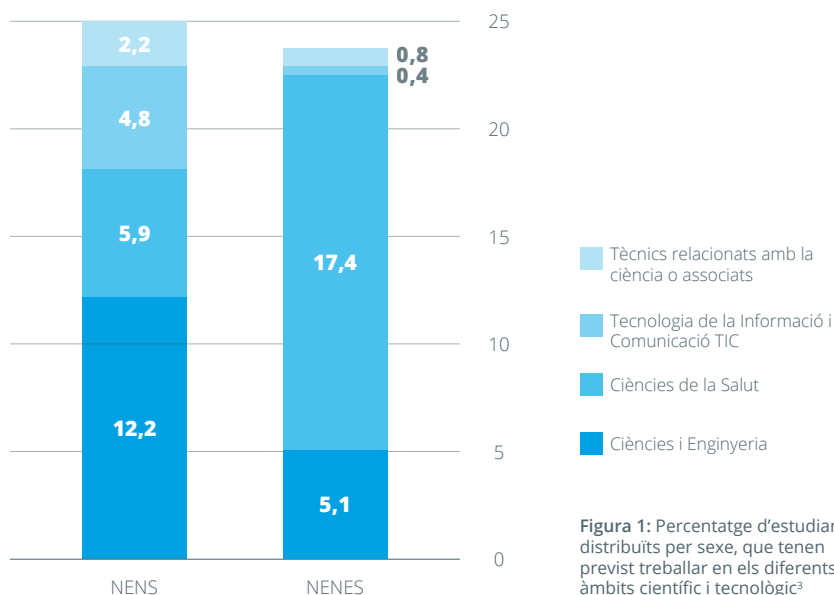


Figura 1: Percentatge d'estudiants, distribuïts per sexe, que tenen previst treballar en els diferents àmbits científic i tecnològic³

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 Sjoberg, 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 Sjoberg 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

Sjoberg 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

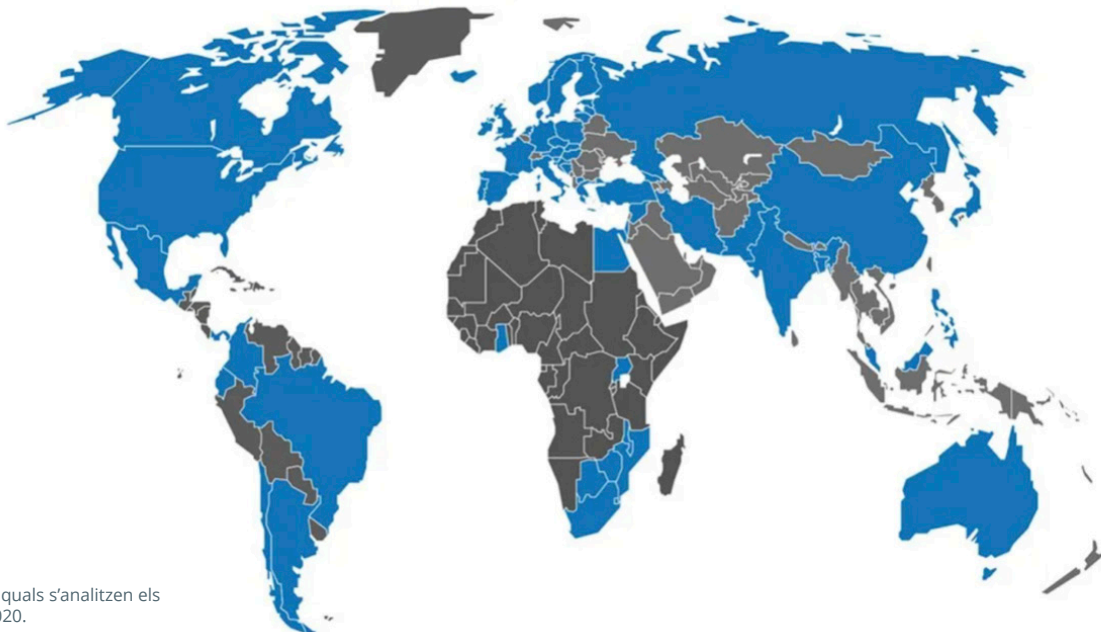


Figura 2: Països en els quals s'analitzen els resultats per ROSES-2020.

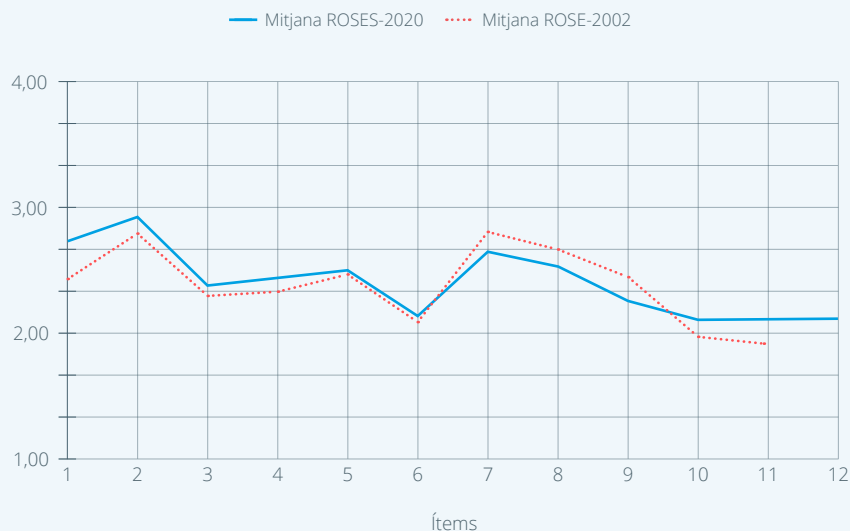


Figura 3: Resultat de la comparativa de la categoria F dels qüestionaris de ROSE-2002 i ROSES-2020.

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

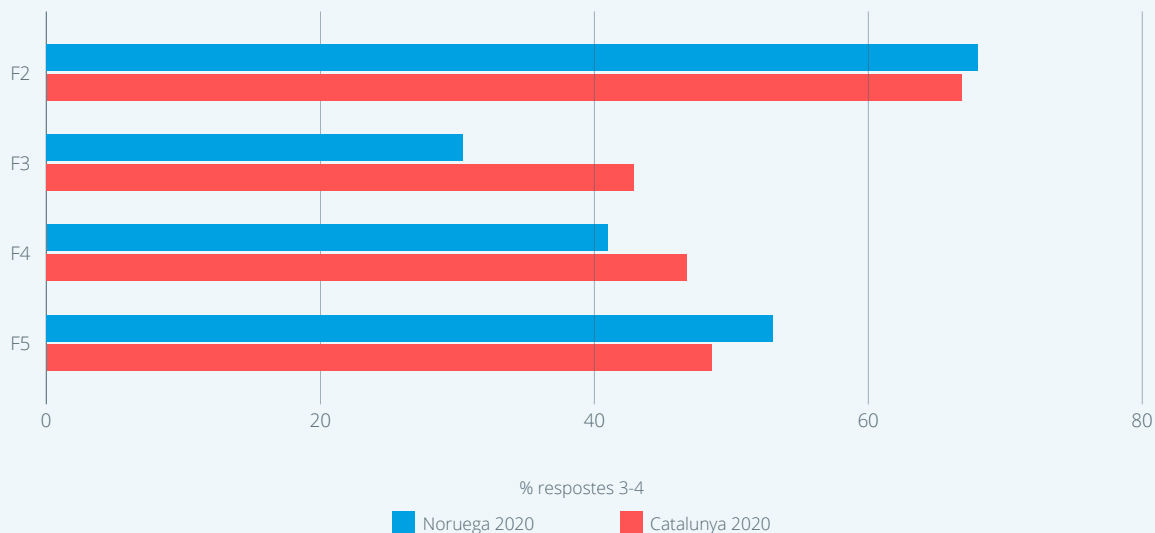


Figura 4: Comparativa preliminar entre Noruega i Catalunya a ROSES-2020

- 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 Sjoberg 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'ns 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 influïen 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 pugem.

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.