



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

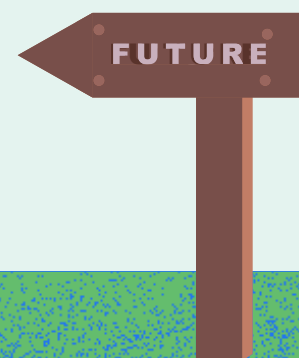
El professorat ensenya a les seves aules el currículum bàsic (competències, objectius, continguts, criteris d'avaluació) que implica prendre importants decisions didàctiques (recursos, metodologia, activitats, temporalització, avaluació, etc.). El coneixement didàctic del contingut (CDC), o coneixement 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.

