

Ensenyar ciències a l'ESO

Joan Aliberas Maymí

IES Josep Puig i Cadafalch, Mataró

jalibera@xtec.cat

La realitat a les aules de secundària ha canviat tant que requereix repensar moltes de les idees implícites que hi ha darrera de la nostra activitat docent. Es proposa optar per una classe de ciències que proporcioni noves maneres de mirar el món i d'actuar-hi, que tingui en compte els aspectes emocionals de l'aprenentatge, que aprofiti la potència del treball en equip, i que desenvolupi en els alumnes capacitats d'autoregulació dels aprenentatges. Totes aquestes característiques són compatibles amb una organització de les activitats en forma de cicle d'aprenentatge.

Paraules clau: filosofia de la ciència, emocions, grup, cicle d'aprenentatge, constructivisme, autoregulació

Les darreres dècades hem viscut al nostre país una veritable revolució en educació. En tan poc temps s'ha passat d'un sistema escolar que expulsava del seu si una gran majoria dels joves de 16 anys a un altre que pretén incorporar-los tots. Els que hem viscut el canvi des de dins sabem el difícil que ha estat i les dificultats que continua presentant.

En aquest context, aconseguir que s'apregui bé la ciència és un repte molt difícil. Constatem que a massa alumnes els falta motivació per aprendre i per esforçar-s'hi, desconfien de la utilitat del que els proposem, tenen dificultats per interpretar fenòmens o textos senzills o per verbalitzar idees i opinions, i mostren, en el fons, una gran manca de confiança en les seves pròpies possibilitats. Són pocs els que volen continuar una formació en l'àmbit científic; al contrari, molts esperen la primera oportunitat per perdre-ho de vista, amb el convenciment que no serveixen per a això. Ni les avaluacions que fem a classe ni les d'organismes internacionals no donen els resultats que voldríem.

Els recursos del professorat per fer-hi front han augmentat: les noves tecnologies aporten magnífics materials, atractius per als alumnes, però no sembla ser suficient. Per atraure'ls també s'han generat, amb molt d'esforç, experiències didàctiques molt creatives... que no solen estendre's pel sistema i acaben desapareixent (Davis, 2003).

Hi ha malestar en el professorat i en l'alumnat. Tots tenim la sensació que les coses no van com voldríem. S'hi pot fer alguna cosa?

REPENSAR LES BASES DE LA NOSTRA ACCIÓ EDUCADORA

Tenim tendència a ensenyar d'una manera semblant a com ens han ensenyat. Això té avantatges, però pot arribar a fer creure que no hi pot haver altres formes millors. Com una profecia que s'auto-compleix, el model d'ensenyament que s'ha viscut intensament com a alumne orienta la nostra acció professional, i l'actuació referma el model.

Per sortir d'aquest cercle que no resol els nostres problemes no hi ha altre camí que explicitar les bases d'un model didàctic amplament estès, per poder posar-les en dubte allà on sigui necessari i acabar substituint les que calgui per altres de més sòlides i adaptades al nou context.

Evidentment, no podem esperar solucions màgiques. El problema és complex i les solucions, si n'hi ha, també ho hauran de ser. A la resta de l'article farem un repàs a algunes idees que, juntament amb d'altres, han estat útils en la recerca didàctica i a l'aula, i que ens poden ajudar a veure les coses des de nous punts de vista més productius.

La ciència: estructura lògica o forma de mirar i actuar?

Podem ensenyar la segona llei de Newton a partir d'algun experiment, arribant a la fórmula i aplicant-la per calcular forces, masses o acceleracions... Però són maneres de fer ciència que no ajuden gaire a l'alumne a entendre el que passa al món. O bé podem discutir els efectes d'una força sobre un cos en moviment, adonar-se que segons la direcció i sentit de la força i del moviment es pot produir una acceleració, una frenada, una desviació o una compensació d'altres forces. Això obligarà a precisar què entenem per força (una pilota xutada va endavant perquè té força?) i a entendre-la com una interacció entre dos cossos (qui empeny la pilota endavant després de xutar-la? què li passa al peu que xuta?). El procés no és senzill, ni curt, ni mecànic, ni lineal però pot resultar apassionant, resultant en una nova manera de veure les forces i d'interaccionar amb el món.

La ciència sol aparèixer en els llibres de text d'una forma molt diferent de la forma que es va descobrir. Sovint s'hi amaguen les incerteses, les polèmiques fonamentals, i s'opta per donar-li un fil lògic, com si tot hagués estat senzill, lineal, natural i clar (Winschitl, M. i al, 2008). Un fil que és molt útil per a qui ja domina el tema, però que amaga processos fonamentals en l'elaboració del coneixement. I això no ajuda a l'aprenentatge.

L'essencial de la ciència no és, doncs, l'estructura lògica que li donen els especialistes per al seu ús, sinó la imatge del món que proporciona i que ens permet actuar-hi de forma eficaç (Izquierdo i al., 1999). Qui s'imagina que entre aquest text i el lector no hi ha res o una massa estàtica d'aire, veu el món d'una manera molt diferent d'aquell que s'hi imagina partícules en moviment. Per al primer un aspirador realitza una força de succió; per al segon, retira partícules d'una cara del paper permetent que les de l'altre empenyin el full cap a l'aspirador. El primer proposaria d'utilitzar un aspirador per xucar pols a l'espai o a la Lluna; el segon sap que no funcionaria.

És per això que la primera preocupació del professor de ciències ha de ser proporcionar als alumnes aquesta manera de mirar pròpia de la ciència. Com que veiem el món amb les nostres idees, la prioritat a l'ESO ja no pot ser la de formar científics sinó educar ciutadans que puguin utilitzar les poderoses maneres de mirar que proporcionen les grans teories de la ciència per poder actuar amb eficàcia sobre el món, especialment sobre els fets de cada dia. Les idees dels alumnes i la seva transformació s'haurien de situar en el centre de la tasca del pro-

fessorat, de la mateixa manera que ho fa el terrissaire amb el fang que va treballant per donar-li la forma que li sembla idònia; però amb una diferència important: aquí l'important no és tant el producte en si —els resultats de la ciència— com la seva utilitat per proporcionar una nova imatge del món.

És molt decebedor que després de fer moltes activitats sobre un tema, de fer exercicis i experiments, d'utilitzar fórmules i gràfiques, els alumnes continuïn veient el món d'una manera molt semblant a com ja el veien. És com si després de molt d'esforç per construir un telescopi no obtinguem imatges diferents de les que ja obteníem amb els ulls. Per això, al preparar la seqüència d'aprenentatge s'hauria de començar tenint en compte les idees que caldrà canviar. Per exemple, l'estudi de la cèl·lula s'hauria de proposar fer difícil pensar coses com que "la farina fa cucs" o que "les cèl·lules d'en Carles són més grans que les meves". Si no és així potser sabran que hi ha cèl·lules, però serà un coneixement que no els servirà de gran cosa, ja que no els servirà per pensar ni per actuar.

Els llibres de text escolars solen donar molta informació però dediquen poc esforç a proporcionar a l'alumne una manera nova i operativa de mirar. I això no és fàcil.

Confiança per aprendre a mirar

No és fàcil ensenyar a mirar científicament perquè els alumnes, en la majoria de temes, ja tenen les seves pròpies formes de veure les coses. Han empès una taula i han après que si no hi ha força, no hi ha moviment. Han vist que hi ha estiu i hivern, a l'escola els han explicat que l'òrbita de la Terra és el·líptica i han deduït que a l'estiu som més a prop del Sol. Consideren que una pedra caurà, però la Lluna no, perquè és fora de l'atmosfera. Creuen que el cor serveix per estar viu, però que el fetge o el cervell no serveixen per a això. O que el pes és degut a la pressió de l'aire, o que els aspiradors xuclen... Aquestes formes de mirar —i d'actuar— se les han hagut de construir per interaccionar amb el món i fa anys que els són útils i necessàries.

Aprendre ciències, doncs, no és construir des de zero, sinó fer evolucionar creences com aquestes, que de vegades són molt arrelades perquè són útils (Osborne i Freiberg, 1985). Els demanem que renunciïn a idees que els resulten útils per anar per la vida ja que els permeten interaccionar amb èxit amb el món, però que són incorrectes científicament, per unes altres que d'entrada són molt més problemàtiques per a ells i menys senzilles.

Abandonar la seguretat de les idees que els permeten anar pel món i introduir-se en un incert

procés de dubtes i esforços no és emocionalment neutre. És normal que generi un cert neguit, malestar, inseguretat, desconfiança en el procés o en les pròpies capacitats per dur-lo a terme... I més en una edat, l'adolescència, que l'autoestima és tan delicada.

Superar-ho només serà possible si l'alumne confia en el professor quan aquest li proposa idees tan inacceptables d'entrada com que un objecte en moviment que no rep força continuarà en moviment, que els continents es mouen o que ara mateix hi ha partícules d'aire que ens estan picant en totes direccions. També cal, simètricament, una confiança del professorat en l'alumnat i les seves capacitats i recursos per anar realitzant el canvi que se li demana, canvi que millorarà la seva autoestima. Però la confiança mútua s'ha de construir i demana el seu temps. La substitució d'un llenguatge d'autoritat per un de dialogant (Scott i al., 2006), hi té molt a veure.

Reprement la comparació de la feina del professor de ciències amb la del terrissaire cal matisar que de fet l'únic que pot donar nova forma a les idees de l'alumne és ell mateix. I per a això és imprescindible establir una relació de confiança mútua amb l'adult. Quan s'aconsegueix establir aquesta relació de confiança, i les classes de ciències proporcionen als alumnes noves formes de veure, de pensar, de parlar, de fer..., al veure el món amb uns altres ulls s'adonen de la utilitat de la ciència i que ho han aconseguit amb les seves capacitats. Llavors el problema de la motivació, en general, deixa d'existir: se senten més capaços, més útils, i més disposats a continuar aprenent.

La cultura: una aventura personal o col·lectiva?

Potser perquè històricament l'accés al saber ha estat restringit, perviuen alguns mites a l'entorn de la cultura, i en especial de la cultura científica, que caldria revisar.

Un d'ells és la confusió entre cultura i acumulació d'informació. Molts concursos culturals premien persones posseïdores de determinats coneixements poc comuns entre la ciutadania; però això no prova que tinguin visions coherents sobre el món ni que sàpiguen fer servir tanta informació. En realitat la cultura, més que acumulació d'informació, és capacitat per donar-li sentit i fer-la servir quan cal: llavors esdevé coneixement que permet actuar amb competència.

I tampoc és un tema estrictament individual. A les classes tradicionals els alumnes treballen en silenci o escolten les explicacions del professor. És cadascú que s'ha d'enfrontar amb el saber i fer-se'l seu. A moltes aules d'ESO aquest sistema té poc recorregut, perquè força alumnes es desorienten, acaben els seus recursos o simplement desconecten. La ciència no és només riquesa individual, sinó també col·lectiva. Perquè adquirir cultura científica és entrar en un col·lectiu de persones que, amb tota la diversitat que es vulgui, comparteixen maneres semblants de veure el món, de pensar, de parlar i d'actuar (Lemke 1997). Els astrònoms, per posar un exemple, formen una comunitat que comparteix tot això. Semblantment, qui aprèn ciències a l'ESO es va introduint en una comunitat a la qual no tothom pertany. No és una comunitat professional, sinó de cultura: la de la gent que és capaç de comprendre en certa mesura com funciona el cos humà i ho utilitza per mantenir la salut, que comprèn l'estructura de la matèria, s'adona de les transferències d'energia, etc., per aprofitar-ho convenientment en la seva pràctica quotidiana.

I no oblidem que a més de la funció cultural l'escola realitza una funció social: la de preparar persones per viure en comunitat. Aprendre a conviure, a col·laborar, a dialogar, ha esdevingut un objectiu educatiu important (Delors i al., 1996). Però a més a més, en una societat tan tecnificada, basada en el coneixement i amb avenços tan ràpids, la manca de formació bàsica pot conduir a la marginació social. Per tot això l'aprenentatge de les ciències a l'educació obligatòria ha de tenir un clar aspecte social. No es tracta només d'aprofitar els avantatges de treballar en grup, sinó també de fer-ho cooperativament (Onrubia, 1997), en la perspectiva d'integrar-se plenament en una comunitat socialment sana: la comunitat es beneficia de l'autonomia i de la responsabilitat dels seus components, mentre aquests aprofiten els avantatges d'una comunitat madura.

En definitiva, l'ensenyament de les ciències ha d'oferir a l'alumne unes maneres més científiques de veure el món i d'intervenir-hi. Aquest canvi d'idees només és possible comptant amb la confiança mútua entre professor i alumne, i amb el suport de la comunitat.

En aquesta línia, l'anomenat *cicle d'aprenentatge*, formulat inicialment durant els anys 70 (Karplus, 1977), ha demostrat ser una bona estratègia marc capaç d'integrar tots aquests requeriments filosòfics, científics, cognitius, afectius i socials.

DISSENYANT CICLES D'APRENTATGE

La comparació entre donar forma al fang i a les idees de l'alumne sobre el món intenta situar aquesta elaboració en el centre de la nostra tasca com a professors, però pot suggerir una simplicitat enganyosa. No només és l'alumne l'únic que les pot modificar, sinó que tant ell com nosaltres necessitem evidències de la seva evolució per fer-hi les correccions necessàries. De la mateixa manera que un traumatòleg disposa d'instruments per fer el seguiment d'una fractura que no és directament visible, en el procés de canvi d'idees també cal disposar de sistemes que ens mostrin la forma que van adquirint, per poder prendre decisions ben fonamentades que permetin regular l'activitat. Aquests instruments són les preguntes que, fetes adequadament, generen explicacions sobre fenòmens o la verbalització d'inferències. Adequadament interpretats, aquests indicis proporcionen informació tant al professor com a l'alumne, no només sobre el progrés en l'evolució de les idees sinó també sobre els problemes que encara queden per resoldre.

Per això és molt important, si hem de modelar les idees dels alumnes, disposar d'instruments – normalment preguntes – ben pensats per obtenir prou informació durant totes les fases del procés fins que arribi a bon terme (Roca, 2005).

En la formulació actual (Sanmartí, 2002) el cicle d'aprenentatge consta de quatre fases:

- Una primera (*exploració*) en la que es fan explicar les idees dels alumnes sobre el tema, per després començar a crear-hi dubtes i apuntar alternatives.
- Una segona fase (*introducció*) durant la qual s'introdueixen les noves idees, més científiques, a partir de casos concrets especialment clars.
- A la tercera fase (*estructuració*) s'expliciten, sintetitzen i organitzen els aprenentatges que s'han fet.
- I a la darrera (*aplicació*) es tracta d'anar utilitzant el que s'ha après en contextos cada vegada més allunyats dels originals.

Fase d'exploració

Es tracta de fer aparèixer les idees que els alumnes fan servir per enfrontar-se amb els fenòmens relacionats amb el tema que es vol treballar. I això ho volem tant per saber què és el que pensen (i si més endavant ho canvien), com perquè els ma-

teixos alumnes en siguin conscients i valorin la confiança que hi tenen.

No és convenient fer-ho amb preguntes massa acadèmiques (“com es diu...?”, “què és un...?”, “què diu la llei...?”). Les preguntes acadèmiques provoquen respostes acadèmiques, encara que no s'entenguin. Les preguntes sobre predicció i interpretació de fenòmens, en canvi, situen l'anàlisi on ens convé posar-lo si de debò volem fer ciència: en la relació de les idees amb els fets. Per això, més val plantejar fenòmens representatius que permetin fer aflorar les idees que els alumnes hi utilitzen (“què creus que passarà si...?”, “per què ho penses?”).

A més, es tracta de presentar-ho en un context com més familiar millor, ja que el context, si és prou conegut, aporta ja molta informació: no és el mateix presentar “en el carril d'aire d'un laboratori...” que “sobre una pista de gel...”, ja que la segona formulació introdueix un context ordinari, mentre que la primera sembla referir-se a fenòmens que no tenen lloc a la vida quotidiana i que per això necessiten un escenari especial i poc corrent.

Cal vetllar perquè un bon nombre d'alumnes manifestin sense por els seus punts de vista i que s'adonin que no necessàriament coincideixen sempre. És molt important tractar-ho amb naturalitat: aquestes divergències no signifiquen cap falta de racionalitat, sinó, al contrari, indiquen que tots són capaços de generar idees pròpies. Per això no hem de permetre cap intent de riure's d'altres punts de vista o de menystenir-los.

Un cop manifestades les idees és el moment de comparar-les amb fets que hi estiguin relacionats, especialment amb algun experiment de resultat xocant per als alumnes i les seves concepcions. En aquest punt és bo iniciar un petit diàleg de confrontació d'idees. Demanar, per exemple, si podrien comparar aquest fenomen amb algun altre que ja coneguessin, en què s'hi assembla, en què es diferencia...

Així, a l'iniciar l'estudi del model cinètic de la matèria a primer d'ESO (IES Josep Puig i Cadafalch, 2008) es pregunta als alumnes que, si ens féssim petits, veuríem un tros de ferro, l'aigua d'un vas, o el dit de la mà sempre de la mateixa manera o començaríem a veure altres coses que ara no veiem. Solen aparèixer els noms d'entitats petites: microbis, àtoms, electrons, virus, molècules, cèl·lules... normalment sense gaire ordre ni claredat. Igualment al preguntar per què s'enganxa una ventosa a la paret surt la idea de la força de succió, però no hi solen atribuir cap rellevància a l'aire.

Fase d'introducció

Quan s'adonen que les seves idees no responen a la realitat o que presenten contradiccions o inconsistències l'alumnat està preparat emocionalment i cognitivament per iniciar, en un clima de respecte, l'aprenentatge de noves idees: els seus patrons per interpretar la realitat estan fallant i requereixen solució, que ha de venir com a resultat d'una acció cognitiva en resposta a una alarma emocional que no sol deixar indiferent. És aquí on es posa més a prova la confiança mútua entre professor i alumne.

És recomanable presentar un fenomen que ells no aconseguixin explicar satisfactòriament, junt amb la manera científica d'interpretar-lo. El fenomen ha de ser senzill, i la seva interpretació prou elemental perquè estigui a l'abast dels alumnes, però prou potent perquè realment els aportï una nova imatge del món, i no només uns noms nous o unes representacions simbòliques especials.

En el cicle del model cinètic introduïm la idea de "partícules" (sense diferenciar-les encara en molècules, àtoms ni ions) que formen la matèria i els proposem alguns experiments per anar descobrint com es comporten. Per exemple, traient l'aire d'un pot de buit els sorprèn la dificultat per tornar-lo a obrir. La idea de partícules d'aire que xoquen contra tot, els ho permet d'entendre; i també permet realitzar amb èxit interpretacions de fenòmens ja coneguts, com el de la ventosa, o predir, ara amb èxit, el resultat de fenòmens nous (com l'efecte de treure l'aire d'un pot on hi ha una ventosa enganxada a la paret interior). En aquest procés es veu com les idees porten a comprendre fenòmens, que ajuden a aclarir i a utilitzar les idees, i que aquestes novament poden aclarir o preveure nous fenòmens. La relació entre els fets i la teoria esdevé intensa i cíclica, esdevenint una veritable forma científica de mirar la realitat i d'actuar-hi. Consisteix en una interacció conscient i intensa entre fets i teoria, fins que arriben a establir un equilibri satisfactori entre ambdós.

En funció d'aquesta relació fets – teoria s'aniran introduint les representacions (aquí, dibuixos de boles), les paraules o altres signes que a l'alumne li siguin necessaris (i no més) i únicament en el moment que li facin falta (i no abans).

Els fets clau analitzats en aquesta fase (*fets paradigmàtics*, Izquierdo, i al, 1999, p. 85) serviran més endavant com a referència per tornar a engegar la relació entre fets i teoria quan sigui necessari. Així, de vegades és suficient recordar "per què s'enganxava la ventosa?" perquè recordin les partícules de l'aire picant i tornin a "mirar" d'aquesta manera.

En el cas del model cinètic la fase d'introducció inclou més experiments que els permeten d'anar-se construint una idea sobre com estan i què fan les partícules en un sòlid, en un líquid i en un gas. Per exemple, observant la rapidesa com es difon una gota de tinta en aigua calenta i en aigua freda, i comparant-ho amb un plat d'arròs i lleties crues que anem sacsejant, s'arriba a la idea de més velocitat de partícules en líquids calents que en els freds. Altres experiments serveixen per aclarir el mateix en sòlids i gasos. I encara uns altres permeten decidir sobre la distància entre partícules, segons que es puguin comprimir o no.

Fase d'estructuració

La complexitat de tots aquests experiments i la seva llargada en el temps obliga a orientar els alumnes contínuament sobre la feina que estan fent. Altrament, és molt improbable que arribin a relacionar el que estan fent ara amb el de dies enre-re, i encara menys veure tota la llarga tasca com un tot.

Per això, en un quadre (fig. 1) es van anotant ordenadament el que s'ha après sobre les partícules en cada experiment formant, de mica en mica, una imatge coherent de les partícules en un sòlid, en un líquid i en un gas. Aquesta organització i compactació dels coneixements seria una part de la fase d'estructuració.

Conclusions:

Així és un sòlid, un líquid i un gas

Aquesta és la pàgina de les conclusions. Hi vas anotant el que vagis descobrint a mida que la investigació vagi avançant.

Descripció	Dibuix	
	abans	després
Model de sòlid		
Model de líquid		

Figura 1. Part de la pàgina on es recull la imatge microscòpica de la matèria durant la seva elaboració (IES Josep Puig i Cadafalch, 2009)

Sol ser en aquest punt, durant la fase d'introducció o immediatament després, quan s'ha de fer amb més intensitat aquesta tasca si no es vol que el que s'ha anat treballant quedi diluït en el temps o els alumnes perdin l'orientació pel que fa a les tasques que estan fent. Però no és només en aquest

moment del cicle que l'estructuració hi ha de ser present. Es tracta d'una fase d'ubicació peculiar, ja que recobreix totes les altres. La seva finalitat és sempre la mateixa: compactar en poc espai un fil argumental que pot durar moltes hores, per fer-se una idea cabal de tot el que s'ha fet i de tot el que s'ha avançat, convertint una història lineal en el temps en una narració trenada i compacta.

Durant l'exploració caldrà dedicar estones a recapitular situacions estudiades i problemes sorgits. Al fer la introducció, l'alumne haurà de sintetitzar l'essencial del que s'ha après i les seves relacions, mitjançant mapes conceptuals, esquemes, taules... I a la fase d'aplicació també hi haurà de tenir un paper important, com ara veurem.

Fase d'aplicació

La gran quantitat d'informació que, en general, aporten els llibres de text actuals indica que pretenen introduir una gran quantitat d'idees científiques; però fer-ho independentment de les idees dels alumnes no sol produir resultats gaire sòlids.

A més a més, introduir idees científiques no és el mateix que saber aplicar-les. Acabar el procés després de la introducció restaria a l'alumne oportunitats de posar en marxa el coneixement après; i si el coneixement no es pot veure en marxa, no es pot entendre de debò ja que no es veu per a què serveix ni com funciona a la pràctica. Així, no és mateix saber que la matèria és feta de partícules que saber "veure-les" intervenir en fenòmens que d'aquesta manera podem comprendre.

Una altra finalitat de l'aplicació, per òbvia, sembla trivial: un cop que s'ha construït un sistema d'idees per "mirar" el món, és lògic utilitzar-ho per efectivament mirar-lo, fer-ho servir i gaudir-ne, cada vegada més autònomament. No fer-ho seria equivalent a prendre's la molèstia de construir un telescopi i després no utilitzar-lo.

Prenent com a referència els casos estudiats en la fase d'introducció, l'alumne ha d'anar guanyant autonomia en la utilització d'aquestes idees. I mentre les aplica a nous casos progressivament allunyats dels inicials, també està descobrint i aprenent camps d'aplicació d'aquestes idees. L'estructuració d'aquesta fase ha de permetre a l'alumne, per una banda, concretar els passos habituals en la utilització de les idees apreses i, per l'altra, establir les condicions per saber quan és possible aplicar-les i quan no, així com caracteritzar els grans camps on troba aplicació.

En l'estudi del model cinètic s'ajuda als alumnes a fer servir les noves idees sobre la matèria per entendre fenòmens relacionats amb els canvis d'es-

tat, les dilatacions tèrmiques, expansió i compressió adiabàtica de gasos (i la seva relació amb el funcionament de les neveres, per exemple) i alguns fenòmens relacionats amb fluids.

En definitiva, la fase d'aplicació intenta afavorir la comprensió del que es pot fer amb el saber, aprendre a usar-lo de forma autònoma, conèixer en quins camps troba més utilitat i aprofitar la seva capacitat explicativa.

A l'analitzar problemes reals és freqüent que hi apareguin també aspectes que van més enllà dels estrictament científics. Solen ser dimensions personals, socials, econòmiques, polítiques, tecnològiques... que val la pena no defugir, ja que són rellevants des del punt de vista ciutadà i contribueixen a donar a la ciència una dimensió més humana.

VERS UNA CLASSE DE CIÈNCIES PER AL SEGLE XXI

En uns moments de canvis socials tan intensos necessitem urgentment adaptar l'escola a les necessitats actuals del ciutadà.

Però modernitzar i actualitzar de debò l'ensenyament de les ciències passa per revisar críticament les idees que són a la base de la nostra acció professional. No fer-ho ens condemnaria a la rutina i a l'enquistament dels problemes.

Entre els molts canvis que calen, alguns són tan fonamentals com qüestionar una visió massa estàtica o enciclopèdica de la ciència per accentuar les noves maneres que ofereix de mirar el món i d'actuar-hi; donar a les emocions la importància que realment tenen per a qui aprèn i per a qui ensenya; i organitzar la classe com una xarxa d'interaccions i suport.

Treballar les idees dels alumnes —o, el que és equivalent, la seva visió del món— seguint cicles d'aprenentatge que recullin aquests principis porta a unes classes de ciències força diferents de les habituals. Són diferents perquè penetrar junts en nous territoris de coneixement i d'acció esdevé una tasca tan apassionant per a l'alumnat com per al professorat.

BIBLIOGRAFIA

- Davis, K. S. (2003) Change is hard. *Science Education*, 87, 3-30.
- Delors, J. i al. (1996). *Educació: Hi ha un tresor amagat a dins*. Barcelona: Centre UNESCO de Catalunya.

- IES Josep Puig i Cadafalch (2008). El model cinètic de la matèria. *Ciències, 9, suplement*.
- Izquierdo, M. i al. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*, número extra: 79-91.
- Karplus, R. i al. (1977). *Science teaching and the development of reasoning*. Berkeley: Lawrence Hall of Science, University of California
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Onrubia, J. (1997). Escenarios cooperativos. *Cuadernos de Pedagogía*. 255, febrero, p. 65-70.
- Osborne, R. i Freiberg, P. (1985). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea (1991).
- Roca, M. (2005). Les preguntes a les classes de ciències. *Ciències, 2*, 31-33.
http://antalya.uab.es/crecim/revista_ciencias/revista/numeros/numero%20002/ciencias%20002%20p31-33%20Preguntas%20Roca.pdf
- Sanmartí, N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Scott, i al. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in the high school science lessons. *Science Education*, 90, 605-631.
- Winschitl, M. i al. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 1-27, 2008.