

Les idees prèvies dels alumnes i la seva importància en el procés d'ensenyament aprenentatge de les ciències experimentals

Manuel Puigcerver i Maria Cristina Sanz*

Introducció

Un fet molt conegut amb el qual ens enfrontem quotidianament els professionals de la docència de les Ciències Experimentals consisteix a constatar que el rendiment didàctic expressat com la quantitat de saber adquirit i aplicable amb relació al temps dedicat és molt dèbil, a vegades quasi nul (Giordan, 1989).

En efecte, s'ha constatat que molts alumnes universitaris, fins i tot després de molts anys d'instrucció formal, tenen idees errònies sobre els fenòmens naturals, que s'assemblen bàsicament a les d'alumnes més joves que amb prou feines han rebut instrucció científica sobre aquests fenòmens. Fins i tot en els casos en què els alumnes són capaços de superar els exàmens es pot comprovar que, massa sovint, l'aprenentatge no ha anat més enllà d'una memorització buida de comprensió real.

Ja són moltes les idees prèvies errònies dels alumnes que s'han

* Manuel Puigcerver Oliván és professor titular del departament de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Universitat de Barcelona. Doctor en Ciències Biològiques per la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, ha portat a terme estudis sobre comportament animal en aus, i també sobre el coneixement de les idees prèvies dels alumnes de Magisteri com a eina de treball per a ensenyar innovacions didàctiques i avaluar el seu impacte en el procés d'instrucció.

* Maria Cristina Sanz López és professora del departament de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Universitat de Barcelona. Doctora en Ciències Biològiques per la Facultat de Biologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, les seves investigacions abracen dos camps: un sobre biologia marina i l'altre sobre didàctiques de les ciències; aquest últim versa, especialment, sobre el desenvolupament de models d'innovació didàctica bàsicament referits a alumnes de Magisteri de la diplomatura d'Educació Infantil.

Adreça professional: Dep. Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Escola Universitària de Formació del Professorat. Divisió de Ciències de l'Educació. Universitat de Barcelona. Campus de la Vall d'Hebron. Passeig de la Vall d'Hebron, 171. 08035 Barcelona.

detectat en el camp de les Ciències Experimentals (Carmichael i altres, 1990; Pessoa de Carvalho i altres, 1991), com a fruit del treball que s'ha portat a terme en els últims vint anys (i abans, si es prenen en consideració els treballs de Piaget), especialment en el domini de la Física, on existeixen concepcions errònies en el 61% dels articles rastrejats publicats, percentatge que és més reduït en Biologia (20%) i Química (18%), i que assoleix uns nivells pràcticament testimonials en el camp de la Geologia (1%) (Furió, 1996), si bé cal tenir present que les ciències de la terra no figuren com a disciplina separada en els estudis anglosaxons de secundària.

Alguns dels treballs més conspicus queden recollits, amb més de 3.000 referències d'articles, en l'exhaustiva revisió de Pfund i Duit (1994), i també en un número monogràfic d'*Alambique* (Caamaño i altres, 1996).

En suma, ens trobem amb el fet que els alumnes, abans d'accedir a la instrucció formal, han desenvolupat les seves pròpies concepcions sobre els fets prenent com a base les seves experiències de contacte amb el medi natural i social, i que aquestes idees prèvies, majoritàriament errònies, són difícils de canviar, com ja assenyalava Bachelard (1938), ja que no són substituïdes per altres idees més adequades quan s'acumula l'experiència suficient.

Característiques de les idees prèvies

Malgrat tot, no hem de caure en la temptació de pensar que tots els errors conceptuals dels alumnes són deguts a l'existència d'aquestes concepcions prèvies no coincidents amb les concepcions científiques. Evidentment, moltes de les dificultats d'aprenentatge estan lligades a diferents factors a part de les idees que ja té l'alumne (el mateix llenguatge formal de la ciència, la motivació de l'alumne, el clima de l'aula, etc.).

Aquestes idees prèvies errònies han estat denominades de moltes i molt variades maneres, cosa que a vegades crea un clima de confusió i/o ambigüitat. Abimbola (1988) ha arribat a comptabilitzar fins a 28 termes utilitzats per diferents autors. Entre altres, podem destacar els següents noms utilitzats freqüentment en la bibliografia:

- a) *Schemata* (Champagne i altres, 1983)
- b) Idees ingènues (Camarazza i altres, 1981)

- c) Ciència dels nens (Osborne i altres, 1983)
- d) Esquemes alternatius (Driver i Easley, 1978)
- e) Concepcions errònies (Helm, 1980)
- f) Preconceptes (Novak, 1977)
- g) Raonament espontani (Viennot, 1979)
- h) Representacions (Giordan, 1978)
- i) Preteories (Segura, 1991)
- j) Altres (idees prèvies, errors conceptuals...)

Tal com han posat de manifest diversos autors, aquestes diferències lingüístiques no són qüestions merament formals, sinó que amaguen tota una problemàtica de tipus epistemològic, posada en relleu per Furió (1996), Jiménez i altres (1994) i Cubero (1994).

Per aquest motiu, i encara que a vegades són utilitzats amb el mateix sentit, seria desitjable separar clarament el terme "errors conceptuals" de la resta, ja que el primer és un terme més general; els errors conceptuals són conseqüència, en molts casos, de les representacions que tenen els alumnes, però això no és sempre així (Furió, 1986).

Arribats a aquest punt, i per intentar salvar les possibles confusions i ambigüitats que comporta l'ús de tants termes que defineixen el mateix concepte, creiem que és absolutament necessari caracteritzar les idees prèvies dels alumnes. Així, es considera que els errors detectats en els estudiants són concepcions alternatives quan tenen les característiques següents:

1. No són, en general, congruents amb els conceptes, lleis i teories que han d'aprendre els alumnes (Osborne i Wittrock, 1983).

2. Formen estructures mentals amb un nivell determinat de coherència interna (Champagne i altres; Pope i Gilbert, 1983).

3. Són molt resistents al canvi; a vegades no canvien en absolut fins i tot després de diversos anys de contacte formal amb les assignatures.

Els canvis conceptuals que sembla exigir l'aprenentatge de les ciències no són fàcils d'aconseguir, fins i tot quan es prenen en consideració les idees prèvies dels alumnes (Fredette i Lockhead, 1981; Driver, 1985; Driver i altres, 1985). Ara bé, també cal tenir en compte que la resistència a la modificació està lligada a la causa del seu origen, com veurem més endavant.

Es considera que aquestes concepcions prèvies són difícils de canviar ja que:

- L'alumne es troba més segur explicant els fenòmens a partir de les seves experiències acumulades que des de concepcions més abstractes exposades a classe. Cal tenir present que els alumnes tenen dificultats per al raonament abstracte; tendeixen a considerar l'aspecte concret de la situació, i això els porta a conclusions intuïtives, basades en la inducció a partir de l'observació de la realitat més immediata. L'explicació intuïtiva més evident és, sovint, equivocada. La realitat immediata moltes vegades emmascara part del fenomen natural, que només es desvela totalment per un procés d'abstracció hipotéticoeductiu, que facilita la interpretació correcta del fenomen.

Per exemple, l'observació superficial dels fenòmens ens fa veure que el Sol surt per un cantó i es pon per l'altre, de la qual cosa es dedueix que el Sol gira al voltant de la Terra. Anàlogament, es pot observar que un tros de paper cau més lentament que una bola de plom, de la qual cosa es dedueix que la velocitat de caiguda d'un cos està en relació directa amb la seva massa (el temps està en proporció als pesos).

- Atès que, com hem exposat en el punt 2), les idees dels alumnes s'organitzen en estructures, o sigui en teories que no són necessàriament conscients, aquestes són molt difícils de ser substituïdes per altres idees, ja que cal modificar també la teoria global de la qual formen part.

- Generalment l'alumne no percep les incongruències o els conflictes que hi ha entre les explicacions que ell mateix dona i les que el professor proposa. Això passa perquè els alumnes tenen interès per aspectes parcials de les situacions. Si una explicació els resulta vàlida per a una sèrie de fenòmens i no per a d'altres, que el científic considera que estan relacionats, buscaran una segona explicació per a aquests últims, sense preocupar-se gaire per buscar teories més generals i sense percebre, per tant, possibles inconsistències en els plantejaments bàsics d'ambdues explicacions; certament, les idees prèvies guien els processos de selecció i interpretació de la informació i desestimen la que consideren poc rellevant.

- Interfereixen notablement amb l'aprenentatge de les ciències. En efecte, nombrosos estudis empírics i la pràctica docent diària s'han encarregat de posar en relleu aquesta característica.

Gilbert i altres (1982), basant-se en els seus treballs sobre l'aprenentatge de les ciències amb alumnes de 10 a 17 anys, han descrit cinc patrons o resultats possibles de la interacció entre les represen-

tacions que tenen els alumnes i el que els ensenya el professor:

- La concepció de l'alumne es manté inalterada. Pot ocórrer que els alumnes aprenguin alguns termes científics que "simulin" un cert tipus d'aprenentatge, però en realitat no aprenen els conceptes que s'ensenyen.

- Es dóna una doble perspectiva: la concepció original roman i n'adquireixen una segona independent de la primera, que té validesa en un context escolar o acadèmic, però que no arriben a relacionar amb la seva experiència diària del fenomen; aquest continua sent interpretat amb les seves idees inicials. És a dir, que quan un alumne rep informació nova, la situació no es resol mitjançant una integració de coneixements vells i nous, sinó que molt sovint es mantenen sistemes de creences paral·leles i compartimentades (Giordan, 1982), sense que hi hagi una interacció entre tots dos. D'aquesta manera, l'alumne evita haver de reestructurar el conjunt de les seves idees. Giordan i De Vecchi (1988) posen un exemple sobre això: la coexistència de brànquies i pulmons en la respiració dels peixos.

- Es reforça la concepció de l'alumne, que interpreta erròniament la instrucció. Així, per exemple, l'estudiant reforça la seva creença que les plantes es nodreixen de matèria orgànica que absorbeixen a través de l'arrel quan observa o se li demostra que l'abonament orgànic contribueix a un millor creixement de les plantes.

- Amalgama de concepcions. Els alumnes només capten una part de les idees científiques, i el resultat és una barreja d'idees científiques i personals. Un exemple d'aquest cas seria que els alumnes consideren que les plantes es nodreixen, bé mitjançant la fotosíntesi, bé mitjançant l'absorció de matèria orgànica per mitjà de les arrels.

- Unificació d'ambdues concepcions, que comporta una visió científicament correcta. Aquí es produeix realment el canvi conceptual.

- Hi ha un cert paral·lelisme entre els preconceptes i la seva evolució i els canvis conceptuals que s'han produït en el transcurs de la història de la ciència. És a dir, moltes concepcions desenvolupades pels alumnes són una repetició fidel de les idees històricament ja superades (Clement, 1983; Piaget, 1970; Pozo, 1987; Granda, 1988; Wandersee, 1985). Per aquesta raó es considera que el coneixement de la història de la ciència pot aportar llum sobre com interpreten els alumnes determinats fenòmens naturals (Satiel i Viennot, 1985).

- Aquestes preconcepcions afecten tots els nivells de l'ensenyament, llicenciats universitaris en exercici i professors d'educació secundària en actiu (Sebastià, 1984; Carrascosa y Gil, 1985; Pozo,

1987). Fins i tot els alumnes més brillants des del punt de vista acadèmic tenen idees prèvies errònies (Easley, 1982; Osborne i Freyberg, 1985; Hierrezuelo i Montero, 1988).

Aquesta universalitat afecta no solament la dimensió temporal (l'edat de l'alumne), sinó que també sembla que afecta la dimensió espacial (localitat geogràfica), almenys en l'àmbit de la cultura occidental. Diferents estudis han pogut posar de manifest, per exemple, interpretacions espontànies de la dinàmica del moviment que són coincidents en alumnes americans i espanyols (Sebastià, 1984); per la seva banda, Segura (1991) obté en les seves investigacions uns resultats similars als obtinguts a Itàlia, França, els Estats Units i Espanya. Un altre exemple el constitueixen les idees lamarckianes dels alumnes, que són un patrimoni comú d'alumnes de països tan distants geogràficament entre ells com Israel, Gran Bretanya, Austràlia i Espanya (Gené, 1991).

- El nombre de concepcions diferents que expressen els alumnes d'una aula sobre un fet o una situació no és il·limitat, sinó que, al contrari, hi ha una sèrie de patrons comuns entre ells; el nucli de les concepcions sembla que varia en un nombre limitat de possibilitats, o sigui que hi ha una certa comunalitat en les preconcepcions.

Importància didàctica de les idees prèvies

Una de les aportacions més interessants de la investigació en Didàctica de les Ciències Experimentals ha estat la de posar clarament de manifest que els alumnes no arriben a les aules com taules rases respecte als fenòmens d'aquest àmbit, sinó que cada un té una estructura cognitiva que sovint difereix significativament del contingut formal de les assignatures, i interfereix notablement amb el seu aprenentatge; la instrucció no sempre desplaça amb facilitat les idees que l'alumne té per les que el professor li ensenya, i en molts casos les assumpcions del professor sobre el punt de partida dels alumnes són errònies.

Per tot això, no ens ha de sorprendre que, des dels anys setanta, la línia d'investigació sobre idees prèvies hagi estat prioritària i hagi generat nombroses publicacions sobre el tema (Caballer i altres, 1986).

Aquesta línia d'investigació no es basa únicament i exclusivament en la detecció d'idees prèvies errònies en els alumnes, la qual cosa

conduiria a l'elaboració d'un catàleg de concepcions alternatives; si bé això resulta un treball necessari i d'un interès indubtable, resulta molt més interessant i útil des d'un punt de vista aplicat afrontar el problema que es planteja i intentar donar-hi una solució satisfactòria. L'estudi de les idees prèvies dels alumnes no serveix de gaire si dels seus resultats no es deriven conseqüències que orientin la feina de classe del professor; per això, un primer pas seria la detecció d'idees prèvies per poder investigar la manera d'aconseguir el canvi conceptual en l'alumne. És a dir que, com afirma Gil (1987), la fecunditat d'aquesta línia d'investigació està associada a l'elaboració d'un nou model d'ensenyament-aprenentatge de les Ciències Experimentals.

En definitiva, el coneixement i el tractament de les idees prèvies dels alumnes no és un camp reservat, com podria semblar, a l'estudi de psicòlegs i didactes, sinó que es converteix en una necessitat per al professor (Cubero, 1989).

Origen de les concepcions prèvies

Els problemes fonamentals sobre com es generen aquestes idees prèvies encara estan lluny de ser resolts (Sebastià, 1989). Malgrat tot, això no és obstacle per deixar d'investigar sobre l'origen de les idees prèvies dels alumnes, ja que s'ha suggerit que l'estabilitat i la pròpia naturalesa representacional de les concepcions dels alumnes depenen en part dels processos mitjançant els quals s'han construït, per la qual cosa el seu canvi requereix, al seu torn, estratègies didàctiques diferents (Pozo i altres, 1991). Abimbola (1988) assenyala que determinats coneixements que tenen els infants i que són inconsistents amb la representació científica de la realitat no són mantinguts pels estudiants ni resistents al canvi. Furió (1996) també abona i reforça aquesta tesi. D'aquesta manera, es pot comprendre que a vegades una simple indicació o una fletxa siguin suficients per ajudar l'alumne, mentre que en altres moments se l'hagi de fer passar per fases d'una investigació important (Giordan, 1987). Probablement a aquests moments es refereixen Posner i altres (1982) i Driver (1986) quan afirmen que "el camí és llarg, requereix moltes voltes, molts intents falsos, errors i canvis de direcció freqüents", i que "no es pot pensar que els individus modifiquen en una o dues hores idees que han desenvolupat al llarg de la seva existència."

També cal contemplar la possibilitat, expressada per diversos autors (vegeu per exemple Cubero, 1994; Mc Clelland, 1984) que mol-

tes de les anomenades representacions dels nens obtingudes a través d'entrevistes o qüestionaris puguin ser en realitat artefactes metodològics construïts a partir dels mateixos sistemes d'exploració i registre.

En tot cas, i després de fer una revisió bibliogràfica (Pozo i altres, 1991; Driver i altres, 1985; Andersson, 1986; Giordan i De Vecchi, 1988; Vázquez, 1994; Russell, 1993; Pozo, 1996) actualment podem considerar els següents orígens de les idees prèvies:

1) Concepcions espontànies

En aquest cas, l'alumne construeix les seves pròpies idees en l'intent de donar significat a les activitats quotidianes. Segons Tversky i Kahneman (1974), en comptes d'usar regles formals rigoroses per raonar, les persones solem utilitzar regles aproximatives, de caràcter més aviat intuïtiu, que ens ajuden a arribar a conclusions en situacions incertes en què l'aplicació d'una anàlisi lògica sistemàtica seria molt costosa. Aquesta és l'anomenada "metodologia de la superficialitat" a què es refereixen Carrascosa i Gil (1985), o l'anomenat raonament causal simple d'Andersson (1986).

En canvi, la Ciència en el seu desenvolupament històric ha anat introduint conceptes i models per als quals no hi ha exemples directament observables (com per exemple els conceptes de gen, electró, energia potencial...). Així, moltes variables no són directament observables o perceptibles en els seus efectes i són ignorades pels alumnes quan analitzen un fenomen. Recordem, en aquest sentit, que els preadolescents i una bona fracció d'adolescents tenen una gran dependència del context immediat i una notable dificultat per al raonament abstracte; desgraciadament, la realitat immediata emmascara part del fenomen natural, que només es desvela en la seva totalitat per un procés d'abstracció hipoteticodeductiu.

2) Concepcions induïdes

L'origen d'aquestes concepcions estaria en l'entorn social, de les idees del qual s'impregnaria l'alumne. Atès que el sistema educatiu avui en dia no és l'únic vehicle de transmissió cultural, els alumnes accedirien a les aules amb creences socialment induïdes sobre nombrosos fets i fenòmens.

Hi ha diversos factors que poden induir els subjectes a l'elaboració de concepcions errònies. Entre altres, podem citar els següents:

- El llenguatge. La ciència utilitza un llenguatge formalitzat que planteja problemes als alumnes, els quals es troben en contextos socials en què les paraules tenen més d'un significat i cap d'ells no sol coincidir amb el científic. Molts termes científics estan incorporats al llenguatge diari, amb significats diferents, ambigus i fins i tot intercanviables (com per exemple: treball, energia, força, equilibri, àcid, sals, corrent elèctric, experimentació, calor, productor, consumidor, reacció...) (vegeu p.e. Lahore, 1993). Els científics, en canvi, han necessitat desenvolupar un llenguatge tècnic en què les paraules tenen un significat molt concret i les expressions formalitzades eviten qualsevol tipus d'ambigüitat.

- El reforç de la cultura. En aquest sentit, influeixen especialment les creences i les pràctiques dels subgrups de pertinença més pròxims (família, amics, etc.). Hi ha una àmplia i variada gamma de "saviesa popular" sobre nombrosos aspectes (la nutrició pot ser un d'ells, amb els dogmes que sovint se senten amb relació al vegetarisme, l'alimentació integral, l'ús de vitamines i calmants, etc.).

- L'ensenyament. No deixa de ser una paradoxa, però els llibres de text, que constitueixen elements clau en la transmissió de les Ciències Experimentals, lamentablement, en la gran majoria, reforcen les preconcepcions errònies que té l'estudiant, i emfatitzen la visió intuïtiva de la ciència (Sebastià, 1984; Giordan i De Vecchi, 1988).

A més, el fet que titulats universitaris, molts d'ells professors en actiu, coincideixin en determinats errors conceptuals dels alumnes sens dubte dificulta una transmissió adequada de les Ciències experimentals (Sebastià, 1984). En aquest sentit es pronuncien també García Barquero i altres (1985) quan afirmen, en analitzar els resultats d'un estudi sobre coneixements de biologia, que en les respostes dels estudiants es detecten errors induïts per l'ensenyament.

3) *Concepcions analògiques*

La utilització d'analogies, ja siguin espontànies o induïdes, per facilitar la comunicació de conceptes científics pot provocar també l'aparició de concepcions errònies.

Hi ha algunes àrees de coneixement sobre les quals als alumnes els mancarien idees específiques, per la qual cosa, per poder comprendre-les, es veurien obligats a activar per analogia una concepció potencialment útil per donar significat a aquest domini. Per exemple, i tal com indiquen Albaladejo i altres (1993), la idea d'estiu per proximitat al sol i d'hivern per allunyament és una clara analogia a l'e-

fecte de la distància a un focus de calor. En aquest sentit, és fonamental destacar no solament la similitud, sinó també les diferències, per evitar una transposició literal del model.

Tractament de les concepcions prèvies

Davant la presència i la persistència freqüent de concepcions errònies que interfereixen en el procés d'ensenyament-aprenentatge de les Ciències Experimentals, cal adoptar tres posicions (Giordan, 1989):

- Ignorar-les: ja sigui pel fet de desconèixer-les, ja sigui per considerar-les uns "artefactes" de la situació.
- Evitar-les: en aquest cas es considera que el més adequat és induir els conceptes científics correctes, sense intentar eradicar-les ja que es corre el risc de quedar ancorat en el problema.
 - Conèixer-les, ja que, segons Giordan:
 - Donen una valuosa informació sobre l'alumne.
 - Permeten precisar els objectius.
 - Permeten preparar el curs.
 - Permeten l'ajustament continu del curs.
 - Són un material objecte de tractament didàctic.

Per la seva banda, Driver (1986) assenyala altres avantatges derivats del fet de conèixer i comprendre les idees dels estudiants:

- Es disposa de més criteri per efectuar l'elecció dels conceptes que s'ensenyaran.
- D'una manera anàloga succeeix respecte a l'elecció de les experiències d'aprenentatge.
- Es pot fer una presentació més precisa dels objectius que persegueixen les finalitats proposades.

S'ha comprovat empíricament que el fet de tenir en compte les representacions dels alumnes i considerar-les un dels elements del disseny instructiu és més útil que ignorar-les; també s'ha comprovat empíricament que les idees dels alumnes no canvien necessàriament perquè se'ls enfronti a un model científic. Això és així perquè quan l'alumne rep informació nova, necessita referir-la al conjunt de coneix-

xements que ja té, la qual cosa implica una concepció de l'aprenentatge com una interacció del coneixement nou amb el ja establert com a transformació o canvi de marcs conceptuals. En suma, podem concloure que l'ensenyament científic no pot ignorar, ni tan sols eludir, les concepcions personals; cal que les conegui, que les conegui i que les tingui en compte per tal de mantenir-hi una interacció, si el que es pretén és aconseguir inculcar als alumnes un aprenentatge significatiu de les Ciències Experimentals.

En aquest sentit, des d'una perspectiva constructivista de l'ensenyament de les Ciències, es parteix de la base que no és convenient interpretar les representacions dels alumnes com a errors o obstacles a vèncer; per contra, es considera que la posició més adequada és treballar amb les concepcions alternatives dels alumnes per poder-hi actuar en contra. Es tracta, doncs, de considerar les idees dels alumnes com un punt de partida més que com el resultat d'una deficiència, i de considerar l'aprenentatge com la transformació o el canvi dels esquemes de coneixement.

Aquesta visió concorda amb les creences de Bachelard (1938), per a qui l'error és un pas obligat, ja que el saber es construeix i es reconstrueix. Martinand (1982) opina d'una manera semblant, ja que considera que l'error no és un defecte de pensament sinó el testimoni inevitable d'un procés de recerca.

Per tant, des d'una perspectiva constructivista, l'objectiu últim de l'ensenyament de les ciències seria que les concepcions dels alumnes sobre els fenòmens de la naturalesa coincidissin amb la visió científica d'aquests. Expressat més directament, l'ensenyament ha de promoure el canvi conceptual.

Per aconseguir aquest propòsit, Posner i altres (1982) han elaborat el model de canvi conceptual, fonamentat en les teories epistemològiques de Toulmin (1977), que és àmpliament conegut i del qual s'ha escrit molt. A continuació ens referirem únicament a dos aspectes aplicats que considerem de màxim interès: les condicions necessàries (si bé no sempre suficients) perquè es pugui produir el canvi conceptual, i les fases per promoure'l.

Les condicions perquè es produeixi el canvi conceptual són:

- És necessari que l'alumne se senti insatisfet amb les concepcions preexistents.
- La nova concepció ha de ser mínimament intel·ligible. Perquè una idea nova sigui intel·ligible, primer cal conèixer i comprendre els termes, els símbols i el mode de l'expressió (sigui verbal, gràfic o

matemàtic) utilitzat. Per això es considera que una estratègia útil per relacionar les informacions recents amb els coneixements existents és la utilització d'analogies, metàfores i models, que permeten traslladar la informació nova a un context familiar afavorint el processament de la informació.

- La nova concepció ha de ser plausible, encara que inicialment contradigui les idees prèvies dels alumnes. És a dir, la idea nova ha de ser versemblant respecte a les idees prèvies i l'experiència diària de l'alumne.

- La nova concepció ha de ser potencialment fructífera i donar més explicacions i millors a les anomalies que es troben. Ha de ser més aplicable i a la llarga oferir més bons resultats que les seves competidores.

No obstant això, cal tenir en compte que aquestes quatre condicions (satisfactòria, intel·ligible, versemblant i útil) no són atributs discrets que el model assigna segons el criteri del tot o res.

Segons Posner i altres, una idea nova és refusada quan no es compleix algun dels requisits exigits, i és memoritzada quan el nou concepte resulta intel·ligible per a l'alumne.

Pel que fa a les estratègies didàctiques per aconseguir el canvi conceptual, Posner i altres (1982) suggereixen:

- Crear conflictes cognoscitius en els alumnes, presentant-los anomalies respecte a les seves idees prèvies. No obstant això, cal tenir en compte que el conflicte conceptual que el professor promou a vegades, l'alumne no el percep com a tal, per la qual cosa, encara que l'estratègia sigui lògicament correcta, no sempre és suficient per aconseguir la instrucció efectiva.

- Organitzar la instrucció de manera que els professors puguin dedicar temps a diagnosticar errors conceptuals.

- Ajudar els estudiants a donar sentit al contingut científic, representant-lo de múltiples maneres. És a dir, promoure la utilització d'idees noves en un ampli ventall de situacions.

- Desenvolupar tècniques d'avaluació que ajudin els professors a seguir els processos de canvi conceptual en els estudiants.

Per la seva banda, Pozo (1987) proposa 7 fases per promoure el canvi conceptual:

1. Presentació del tema i els objectius de la unitat.
2. Consolidació i presa de consciència per part dels alumnes de les seves teories inicials respecte a aquest tema.
3. Consolidació i presa de consciència de conflictes entre aquestes teories inicials i algunes dades observables.
4. Presentació d'una nova teoria amb excés de contingut empíric respecte de l'anterior.
5. Comparació entre la teoria vella i la nova.
6. Aplicació de la teoria nova a problemes ja resolts per la teoria vella.
7. Aplicació de la teoria nova a problemes no resolts per la teoria vella.

Per la seva banda, Gil (1983, 1987) considera que el canvi ha de ser no solament conceptual, sinó també metodològic. Per sustentar aquesta afirmació es basa en el fet que, si hi ha pocs patrons de concepcions alternatives, i aquests són similars a idees que la Història de la Ciència ja ha superat, això no pot ser casual; el que succeeix, segons Gil, és que en ambdues situacions s'ha utilitzat l'anomenada "metodologia de la superficialitat", que es basa, com ja hem explicat anteriorment, en observacions superficials de la realitat immediata. La "metodologia de la superficialitat" es caracteritza per respostes segures i ràpides, obtingudes com a conseqüència de generalitzacions acrítiques d'observacions qualitatives, no sotmeses a cap tipus d'anàlisi.

Atès que les idees errònies van ser històricament superades quan es va abordar el problema mitjançant un canvi de metodologia, Gil considera que també cal promoure en els alumnes un canvi metodològic per aconseguir el canvi conceptual. Per tant, considerem que caldria posar l'alumne en situació d'aplicar la metodologia científica per passar de certes aparents a pensar en termes d'hipòtesis que s'han de contrastar.

Desgraciadament, la major part dels estudis sobre preconcepcions alternatives es refereixen a la part descriptiva de catalogació d'aquests estudis ("hi ha tals idees errònies"), i es troben a faltar estudis sobre les interaccions d'aquestes idees amb les idees de la Ciència, com també sobre dissenys d'intervencions que provoquin el canvi conceptual desitjat (Serrano, 1987).

És per tot això que considerem de vital importància aprofundir en aquesta línia d'investigació, no tant de catalogació d'errors com de promoure dissenys didàctics que provoquin el canvi, seguint el camí iniciat per Gené (1991), Banet i Núñez (1992), Bastida i altres (1994), etc. Des d'aquestes línies animem a ampliar aquests tipus d'estudis, tan necessaris i útils en la Didàctica de les Ciències Experimentals.

Referències bibliogràfiques

- ABIMBOLA, I.O. (1988): "The problem of terminology in the study of student conceptions in science". *Science Education*, núm.7 (2), p. 175-184.
- ALBALADEJO, C.; GRAU, R.; GUASCH, E.; DE MANUEL, J. (1993): *La ciència a l'aula. Activitats d'aprenentatge en ciències naturals*. Barcelona: Barcanova.
- ANDERSSON, B. (1986): "The experimental gestalt of causation: a common care to pupils preconception in science". *European Journal of Science Education*, núm. 8. p. 155-171.
- BACHELARD, G. (1983): *La formation de l'esprit scientifique*. París: VRIN.
- BÁNET, E.; NUÑEZ, F. (1992): "La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 10 (2) p. 139-147.
- BASTIDA, M.F.; LUFFIEGO, M.; RAMOS, F.; SOTO, J. (1994): "¿Qué hacer con los conceptos previos? El caso de la nutrición humana". *Alambique*, núm. 2, p. 112-118.
- CAAMAÑO, A.; FURIÓ, C.J.; GÓMEZ CRESPO, M.A.; GRAU, R.; DE MANUEL, J.; PEDRINACI, E.; VARELA, M.P. (1996): "Las ideas del alumnado en Ciencias. Bibliografía". *Alambique*, núm. 7, p. 64-70.
- CABALLER, M.J.; CARRASCOSA, J.; PUIG, L. (1986): "Establecimiento de las líneas de investigación prioritarias en la didáctica de las Ciencias y las Matemáticas". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 2 (4), p. 136-144.
- CAMARAZZA, A. (1981); MC CLOSKEY, M.; GREEN, B.: "Naive beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects". *Cognition*, núm. 9, p. 117-123.
- CARMICHAEL, P.; DRIVER, R.; HOLDING, B.; PHILLIPS, I.; IWIGGER, D.; WATIS, M. (1990): *Research on children's conceptions in science: a bibliography*. Leeds: University of Leeds.
- CARRASCOSA, J.; GIL, D. (1985): "La metodologia de la superficialitat i l'aprenentatge de les Ciències". *Enseñanza de las Ciencias*, 3 (2), p. 113-120.
- CHAMPAGNE, A.; GUNSTONE, R.; KLOPPER, L. (1983): "Effecting changes in cognitive structure amongst physics students". Treball presentat a l'*Annual Meeting of the American Association*, Montreal.
- CLEMENT, J.: "Student's alternative conceptions in mechanics: a coherent system of preconceptions?". A: H. HELM; J.S. NOVAK (ed.): *Proceedings of the International seminar Misconception in Science and Mathematics*. Nova York: Cornell University, 1983.
- CUBERO, R. (1989): *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Díada.
- CUBERO, R. (1994): "Concepciones alternativas, preconceptos, errores

- conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?". *Investigación en la Escuela*, núm. 23 p. 33-42.
- DRIVER, R.: "Cognitive Psychology and Pupil's frameworks in Mechanics. The many Faces of Teaching and Learning Mechanics". *Proceedings of GIREP Conference on Physics Education*. Utrecht, 1985, p. 171-198.
- DRIVER, R.: "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 1986, p. 3-15.
- DRIVER, R.; EASLEY, J. (1978): "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students". *Studies in Science Education*, núm. 5, p. 61-84.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. (1985): *Children's ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
- EASLEY, J.A. (1982): "Naturalistic case studies exploring social-cognitive mechanisms and some methodological issues in research on problems of teachers". *Journal of Research in Science Teaching*, núm. 19, p. 191-203.
- FREDETTE, N.; LOCKHEAD, J. (1981): "Students conceptions of electric current". *The physics Teacher*, núm. 18, p. 194-198.
- FURIÓ, C. (1986): "Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la química". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 2 (2), p. 73-77.
- FURIÓ, C. (1996): "Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias". *Alambique*, núm. 7, p. 7-17.
- GARCÍA BARQUERO, P.; NIEDA OTERINO, J.; AGUIRRE DE CÁRCER, Y. (1985): "Conocimientos de Biología al terminar el curso de orientación universitaria". *Enseñanza de las Ciencias*, núm.1, p. 173-180.
- GENÉ, A. (1991): "Cambio conceptual y metodología en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 9 (1), p. 22-27.
- GIL, D. (1983): "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 1 p. 26-33.
- GIL, D. (1987): "Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación". *Investigación en la Escuela*, núm. 1 (1) p. 35-42.
- GILBERT, J.K.; OSBRONE, R.; FENSHAM, P. (1982): "Children's science and its consequences for teaching". *Science Education*, núm. 66 (4), p. 623-633.
- GIORDAN, A.: *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion, 1978.
- GIORDAN, A. (1982): *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Siglo XXI.
- GIORDAN, A. (1987): "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 5 (2), p. 105-110.
- GIORDAN, A. (1989): "Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 7 (1).

- GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. (1988): *Los orígenes del saber*. Sevilla, Díada.
- GRANDA, A. (1988): "Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 6 (3) p. 239-243.
- HELM, H. (1980): "Misconceptions about physical concepts among South Africa pupils studying physical science". *South African Journal of Science*, núm. 74, p. 285-290.
- HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1988): *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y la Química*. Madrid, Laia/MEC.
- JIMÉNEZ, E.; SOLANO, I.; MARÍN, N. (1994): "Problemas de terminología en estudios realizados acerca de lo que el alumno sabe sobre ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 12 (2), p. 235-245.
- LAHORE, A. (1993): "Lenguaje literal y connotado en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 11 (1), p. 59-62.
- MARTINAND, F. (1982): *Les obstacles épistemologiques. Cours DEA*. París: Université de Paris VII.
- MC CLELLAND, J.A. (1984): "Alternative Frameworks: Interpretation of Evidence". *European Journal of Science Education*, núm. 6 (1), p. 1-6.
- NOVAK, J.D. (1977): *A theory of education*. Ithaca (N.Y.): Cornell University Press.
- OSBORNE, R.J.; BELL, B.F.; GILBERT, J.K. (1983): "Science teaching and children's view of the world". *European Journal of Science Education*, núm. 5, p. 1-14.
- OSBORNE, R.; FREYBERG, P. (1985): *Learning in science*. Hong-Kong: Heineman.
- OSBORNE, R.J.; WITTRICK, M. (1983): "Learning science: a generative process". *Science Education*, núm. 67 (4), p. 489-508.
- PESSOA DE CARVALHO, A.M. I ALTRES (1991): "Síntesis evolutiva de investigaciones en enseñanza de Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 9 (2), p. 169-174.
- PFUND, H.; DUIT, R. (1994): *Student's Alternative Frameworks and Science Education*. Kiel: Institute for Science Education.
- PIAGET, J. (1979): *Introducción a la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós.
- POPE, M.; GILBERT, J. (1983): "Personal experience and the construction of knowledge in Science". *Science Education*, núm. 67 (2), p. 192-203.
- POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A. (1982): "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education*, núm. 66 (2), p. 211-227.
- POZO, J.I. (1987): *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor/aprendizaje.
- Pozo, J.I. (1996): "Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas". *Alambique*, núm. 7, p. 18-26.
- POZO, J.I.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M.A.; LIMÓN, M.: "Las ideas de los

- alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 9, 1991, p. 83-94.
- RUSSELL, T. (1993): "An alternative conception: representing representations". A: P.J. BLACK; A.M. LUCAS (eds.): *Children's informal ideas in Science*. Londres: Routledge.
- SATIEL, E.; VIENNOT, L. (1985): "¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los alumnos?". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 3 (2), p. 137-144.
- SEBASTIÀ, J.M. (1984): "Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 2, p. 161-169.
- SEBASTIÀ, J.M. (1989): "El constructivismo: un marco teórico problemático". *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), p. 213-223.
- SEGURA, D. (1991): "Una premisa para el cambio conceptual: el cambio metodológico". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 9 (2), p. 175-180.
- SERRANO, T. (1987): "Representaciones de los alumnos en biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 5 (3), p. 181-188.
- TOULMIN, S. (1977): *La comprensión humana*. Madrid: Alianza Universidad.
- TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. (1974): "Judgements under uncertainty: heuristics and biases". *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza.
- VÁZQUEZ, A. (1994): "El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 12 (1), p. 3-14.
- VIENNOT, L. (1979): "Spontaneous reasoning in elementary dynamics". *European Journal of Science Education*, núm. 1 (2) p. 205-222.
- WANDERSEE, J.H. (1985): "Can the history of science help science educators anticipate student's misconceptions?". *Journal of Research in Science Teaching*, núm. 23 (7), p. 581-597.

Paraules clau

Constructivisme

Ensenyament

Aprenentatge

Rendiment

Alumne

Abstracts

En el presente artículo se da cuenta de la importancia didáctica que tienen las concepciones de los alumnos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, que muy a menudo interfieren notablemente con los conceptos científicos a aprender. Se caracterizan estas ideas previas, dada la confusión terminológica imperante, se analizan su causa y su origen y se enfatizan las diversas formas en las que pueden tratarse estas concepciones previas de los alumnos con el fin de obtener un mejor rendimiento didáctico en el aula. Se recuerdan las condiciones necesarias y las fases para promover el cambio conceptual de acuerdo con el modelo postulado por Posner, Strike, Hewson y Gertzog.

Cet article expose l'importance didactique des conceptions des étudiants pour l'enseignement des sciences expérimentales. Très souvent en effet, elles interfèrent d'une manière significative avec les concepts scientifiques à apprendre. Ces idées préconçues sont caractérisées, étant donné la confusion terminologique régnante; les auteurs analysent leurs causes et leurs origines et soulignent les différentes manières de traiter ces conceptions préalables des apprenants afin d'obtenir un meilleur rendement didactique en classe. Ils rappellent les conditions et les étapes nécessaires pour promouvoir le changement conceptuel conformément au modèle postulé par Posner, Strike, Hewson et Gertzog.

This article discusses the didactic importance of the students' concepts in the teaching of experimental sciences, since they often interfere seriously with the scientific concepts to be learned. Those ideas are characterised, in view of the reigning terminological confusion, their cause and origin analysed and the different ways in which the students' already formed ideas can be dealt with are stressed to achieve better didactic performance in the classroom. The article recalls the necessary conditions and phases for promoting the conceptual change according to the model postulated by Posner, Strike, Hewson and Gertzog.