

LA «METODOLOGIA DE LA SUPERFICIALITAT» I L'APRENENTATGE DE LES CIÈNCIES

CARRASCOSA ALIS, J. y GIL PEREZ, D.
ICE Universitat de València

SUMMARY

The object of this article is —starting from a short justification of the science learning model as a conceptual and methodological change— to bring experimental evidence of the existence of a «methodology of superficiality» deeply assumed by students... and teachers. Usual science teaching not only does not try to modify this methodology, but it stimulates it as well.

INTRODUCCIÓ

Una de les línies de recerca que s'ha mostrat darrerament més fecunda en la didàctica de les ciències, com mostra una extensa bibliografia (Osborne i Wittrok 1983), és la centrada en els errors conceptuals dels alumnes. Aquestes investigacions han evidenciat l'existència en els alumnes de preconceptes —o, més precisament, de veritables esquemes conceptuals— difícilment desplaçables pels coneixements científics ensenyats a l'escola, i han conduït a proposar un model d'ensenyament de les ciències basat en estratègies de canvi conceptual (Posner et en 1982).

Malgrat que l'existència de preconceptes en qualsevol domini científic, i concretament en el de la Física i la Química sembla avui suficientment provada (Carrascosa 1983), existeixen, però, serioses discrepàncies al voltant de l'efectivitat d'un ensenyament que tinga en compte aquests preconceptes (Hewson i Hewson 1984, Fredette i Lochhead 1981) i recentment s'ha posat en qüestió la validesa del model d'aprenentatge com a canvi conceptual (McClelland 1984, Preece 1984).

Per la nostra banda hem intentat de fonamentar la necessitat d'estratègies d'ensenyament basades no solament en el canvi conceptual sinó també en el metodològic (Gil 1984, Gil i Carrascosa 1985).

L'objecte del present treball és, precisament —tot partint d'una breu justificació del model d'aprenentatge de les ciències com a canvi conceptual i metodològic—, aportar evidències experimentals de l'existència d'una «metodologia de la superficialitat» profundament as-

sumida pels alumnes... i professors, que l'ensenyament habitual de les ciències no sols no tracta de corregir, sinó que fins i tot estimula.

1. L'APRENENTATGE DE LES CIÈNCIES COM A CANVI CONCEPTUAL I METODO- LÒGIC

Des del nostre punt de vista —basat en l'existència d'un cert paral·lelisme entre el procés de producció de coneixements científics i l'aprenentatge significatiu d'aquests coneixements (Gil 1983)— no és possible produir un canvi conceptual en els alumnes sense provocar alhora un canvi metodològic. Amb altres paraules: la principal dificultat per una correcta adquisició de coneixements no estaria tant en l'existència de preconceptes, com en la metodologia de la superficialitat que és al seu origen. Més encara, si els nostres alumnes tenen una visió de, per exemple, el comportament dels gasos similar en alguns aspectes a la que trobem en el paradigma aristotèlic (Furió i Hernández 1983), això no pot ser fruit de l'atzar, sinó el resultat d'identiques causes: la tendència a generalitzar acríticament a partir d'observacions purament qualitatives (Piaget 1971). I cal no oblidar que les concepcions aristotèliques no foren desplaçades, després de segles de vigència, més que gràcies a un canvi metodològic gens fàcil, que associava la creativitat del pensament divergent amb el rigor de la contrastació de les hipòtesis a través

d'experiments realitzats en condicions controlades. És lògic suposar que igual ha d'ocórrer amb els nostres alumnes: solament arribaran a superar la metodologia de la superficialitat —fent possible així els profunds canvis conceptuals que, en ocasions, l'adquisició de coneixements científics exigeix— si són posats reiteradament en situació d'aplicar aquesta metodologia, és a dir, en situació d'emetre hipòtesis a la llum dels seus coneixements previs, de dissenyar experiments, realitzar-los i analitzar-ne acuradament els resultats, etc.

Per tal de contrastar la validesa d'aquest model d'aprenentatge com a canvi conceptual i metodològic, intentarem mostrar, en primer lloc, fins a quin punt la metodologia de la superficialitat està efectivament present en el procés habitual d'ensenyament/aprenentatge de les ciències i concretament de la Física i Química. I en un proper treball presentarem els resultats obtinguts en utilitzar estratègies de canvi conceptual i metodològic que, en la nostra opinió, obrin fundades perspectives de millora de l'aprenentatge.

2. ERRORS CONCEPTUALS I METODOLOGIA DE LA SUPERFICIALITAT

Volem, en primer lloc, sortir al pas de la possible confusió entre el que intentem designar com «metodologia de la superficialitat» i el que McClelland (1984) denomina «strategic inattention». Segons McClelland les respostes errades dels alumnes a les qüestions presentades pels investigadors no són expressió de l'existència d'esquemes conceptuals preexistents, sinó el resultat de la manca d'atenció i d'interès dels alumnes de nivells elementals que es limiten a contestar tot aplicant el mínim d'atenció necessària per «estalviar-se problemes».

Intentarem mostrar, repetim, que aquesta no és una explicació satisfactòria dels greus i molt estesos errors conceptuals i que, pel contrari:

— els alumnes tenen preconceptes sovint sòlidament integrats com a «evidències del sentit comú». I això s'esdevé no sols en alumnes dels nivells elementals, sinó que també afecta a alumnes universitaris i fins i tot a una part del professorat d'EGB i Ensenyament Mitjà.

— l'existència d'aquests preconceptes està íntimament lligada a una metodologia de la superficialitat que condueix a donar respostes «segures» i ràpides que són conseqüència de generalitzacions acrítiques d'observacions qualitatives. Aquesta metodologia de la superficialitat d'allò aparent —que es tradueix en certesa, en absència de dubtes o de consideració de possibles solucions alternatives— està profundament arrelada, per respondre a les formes d'atenció i reflexió quotidianes dels xiquets (Piaget 1971).

D'acord amb el que venim d'exposar, esperem trobar

—i això constitueix les hipòtesis bàsiques del nostre treball— que:

— Els errors conceptuals, típics dels alumnes més joves, persistiran en els dels nivells superiors i fins i tot entre el propi professorat, afectant a aspectes clau com, per exemple, la confusió entre concentració i quantitat de substància o l'associació força-moviment.

— També persistiran (i encara, fins i tot entre el professorat), les formes d'actuació que responen a allò que hem anomenat metodologia de la superficialitat i que es tradueix en brevíssims temps de resposta i manca de revisió crítica d'aquestes respostes àdhuc quan se'ls adverteix que es tracta de qüestions en les quals és fàcil equivocar-se i fins i tot després que els propis alumnes hagen constatat que, efectivament, han comés greus errors.

Insistim sobre tot en la persistència de la metodologia de la superficialitat perquè una mínima anàlisi de les formes en que hom ensenya habitualment les ciències mostra una absència gairebé absoluta dels aspectes clau de la metodologia científica, tant en els treballs pràctics (Gil i Payà 1984) com en la resolució de problemes (Gil i Mtez.-Torregrosa 1984). Als USA, després de vint anys d'innovació en l'ensenyament de les ciències, és possible de fer anàlogues consideracions (Yager i Penick 1983). Res no s'està fent doncs, segons això, per provocar un canvi metodològic que no resulta gens fàcil. Ben al contrari, el pes de curricula enciclopèdics —denunciat des de fa dècades (Piaget 1969)— condueix el professorat a tractaments superficials i precipitats, que exigeixen respostes ràpides, prefabricades, els quals sols poden afermar una metodologia de la superficialitat (Gil i Carrascosa 1984).

3. DISSENY EXPERIMENTAL

Amb l'objecte de contrastar la persistència d'errors conceptuals i metodològics en alumnes i professors, hem preparat els qüestionaris A i B (veure taules I i II) que s'han passat a 145 alumnes de COU de 7 centres, a 136 professors en formació (dels Cursos d'Apititud Pedagògica) i a 5 grups de professors d'Ensenyament Mitjà en actiu que sumaven un total de 145 professors de Física i Química. Les qüestions foren triades, després d'un assaig pilot, a partir d'errors conceptuals detectats en els nostres alumnes de batxillerat, tot tenint cura que no hi hagueren diferències significatives de dificultat entre ambdós qüestionaris.

Com pot constatar-s'hi el qüestionari A inclou:

— Una qüestió al voltant de la confusió entre la gràfica $e = f(t)$ i la trajectòria (qüestió 1).

— Dues qüestions sobre el concepte de força, concretament sobre la associació força-velocitat (qüestions 2 i 3).

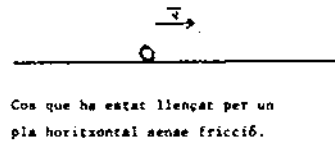
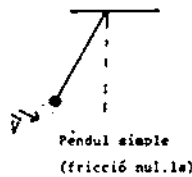
TAULA I (Qüestionari A)

Es prega complir el següent qüestionari de forma personal i anònima. Si desitja acompanyar les seves respostes de comentaris aclaratoris pot fer-ho en aquest mateix full.

1.- En el gràfic adjunt $e=f(t)$, la direcció del vector en P pot venir representat per:

- a) El vector (1).
- b) El vector (2).
- c) Altra resposta (especificar).....

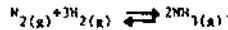
2.- Dibuixar les forces reals que en cada situació actuen sobre l'esfera, així com la seva resultant. (Les manetes indiquen la direcció del moviment en cada instant representat).



3.- Un objecte de massa m , circula amb una velocitat de 5 m/s. Altre cos B ho fa amb una velocitat de 6 m/m (Quin dels dos té men força?.

- a) El A.
- b) El B.
- c) Altra resposta (especificar).....

4.- Una mescla de N_2 , H_2 , i NH_3 està en equilibri en un recipient tancat, segons l'equació:



La mescla en equilibri conté: 1.1 mols de NH_3
 0.1 mols de N_2
 0.1 mols de H_2

Es desitja calcular el valor de la constant d'equilibri K_c per aquesta reacció. Triu quina d'aquestes respostes et sembla correcta:

- a) $K_c = \frac{0.1 \times 0.1^3}{1.1}$
- b) $K_c = \frac{1.1^2}{0.1 \times 0.1^3}$

c) Altra resposta (especificar).....

TAULA III (Corresponent al qüestionari A)

Percentatges d'error obtinguts al utilitzar el qüestionari A com test inicial.

| GRUP ENQUESTAT | N | 1° | | 2° | | 3° | | 4° | |
|--------------------------------|-----|------|--------|------|--------|------|--------|------|-------|
| | | % | Sd | % | Sd | % | Sd | % | Sd |
| ALUMNES DE C.O.U. | 114 | 99,1 | (0,88) | 97,7 | (3,08) | 73,7 | (4,12) | 94,7 | (2,1) |
| PROFESSORS D'ENSENYAMENT MITJA | 145 | 89 | (2,6) | 64,7 | (3,97) | 40,7 | (4,1) | 70,3 | (3,8) |

— Una qüestió sobre les confusions entre quantitats i concentracions (qüestió 4).

L'última qüestió en permet, a més a més —i hom podria dir que sobretot posar en evidència l'operativisme mecànic consistent a procedir a simples substitucions de dades en fórmules, sense reflexió prèvia, sense anàlisi de resultats, etc. Un operativisme mecànic que caracteritza, com hem posat en evidència en un altre treball (Gil i Mtnez.-Torregrosa 1984), no sols la forma en què els alumnes resolen els problemes, sinó la mateixa didàctica d'aquesta resolució.

El qüestionari B, per la seva banda, inclou:

— Tres qüestions sobre el concepte de força

— Una qüestió sobre la confusió entre quantitats i concentracions.

La darrera qüestió permet, novament, igual que en el qüestionari A, posar en evidència un operativisme mecànic, malgrat que en aquest cas l'enunciat crida l'atenció tres vegades sobre l'estat sòlid del clorur d'amoni, cosa que evidentment exclou variacions en la concentració. D'acord amb la nostra hipòtesi calia esperar als percentatges d'error en les respostes a totes les qüestions i, en particular, en les més directament dependents de la metodologia amb què s'aborda la qüestió (com ocorre als ítems número 4 d'ambdós qüestionaris). És més, si bé resulta previsible que els percentatges d'error en el professorat siguin significativament inferiors als dels altres col·lectius, la nostra hipòtesi feia esperar —per les raons ja esmentades del pes de la metodologia de la superficialitat en les mateixes estratègies d'ensenyament— percentatges d'error molt elevats en les qüestions més metodològiques.

Altament, per tal de contrastar la persistència de la metodologia de la superficialitat, s'ha procedit també a:

— Mesurar els temps de resposta a un qüestionari (A o B) així com la inclusió o no d'explicacions o comentaris (cosa a la qual s'invita en la introducció als qüestionaris). D'acord amb la nostra hipòtesi cal esperar uns temps brevíssims de resposta així com una absència quasi total de verbalització. Els temps mitjans de resposta es calculen segons

$$t_m = \sum n_i t_i/n$$

on n , representa el nombre d'alumnes que han tardat t_i en completar el qüestionari (amb l'avertiment en tots els casos que disposaven de temps il·limitat).

— Mesurar els percentatges d'error i els temps de resposta per un dels qüestionaris (A o B), amb l'avertiment previ de la facilitat amb què es podia incórrer en error i comparar resultats amb els obtinguts quan no es fa l'avertiment.

— Explicar, immediatament després de passar un qüestionari, les respostes correctes amb tot detall, tot co-

mentant les seves dificultats i fent palesa la facilitat d'incórrer en error. Passar a aquestos mateixos alumnes el segon qüestionari aproximadament dos mesos després de passar el primer, comparant els resultats. Per aquesta contrastació, el qüestionari B fou utilitzat com test final amb els grups en que A fou utilitzat com inicial i viceversa.

La nostra hipòtesi preveia l'absència de diferències significatives pel fet d'advertir o no sobre la dificultat de les qüestions o entre el primer i el segon qüestionari. En efecte, ja hem assenyalat que la metodologia de la superficialitat no pot interpretar-se com a simple inatenció dels alumnes, sinó com a arrelada tendència, la modificació de la qual exigeix la pràctica reiterada de la metodologia científica.

4. ANÀLISI DELS RESULTATS

Les taules III i IV recullen els percentatges d'error per a les distintes qüestions quan A o B foren utilitzades com test inicial.

Cal advertir, en primer lloc, que als professors d'ensenyament mitjà se'ls presentà els qüestionaris A y B unificats en un sol, aprofitant cursos de perfeccionament del professorat organitzats a València, Burgos, Valladolid i Barcelona. Els professors en formació procedien de les facultats de Física o Química de València o Barcelona i a tots ells se'ls passà únicament el qüestionari B. Pel que fa als alumnes de COU, el qüestionari A es passà com a test inicial a 114 alumnes de 2 centres i el B a 265 alumnes de 4 centres.

En segon lloc es pot constatar, mitjançant l'ús del mètode de X^2 , que no existeixen diferències significatives entre els resultats obtinguts amb ambdós tests ($X^2 = 4.98$), la qual cosa verifica llur equivalència.

La simple lectura dels percentatges d'error mostra fins a quin punt és il·lusori interpretar —com fa McClelland (1984)— els errors conceptuals com a resultat de la inatenció dels alumnes més joves, en particular en qüestions com les proposades que són objecte d'un ensenyament reiterat. Els elevats percentatges d'error del mateix professorat —en formació i en actiu— no deixen lloc a dubtes sobre la persistència d'esquemes conceptuals precientífics. Aquestos percentatges d'error resulten especialment greus, com era de preveure segons la nostra hipòtesi, per a les qüestions en les quals es pot donar un operativisme mecànic i irreflexiu (com ara l'ítem 1 del qüestionari A).

Això sols ja mostra palesament fins a quin punt el problema dels errors conceptuals és lligat a una metodologia de la superficialitat profundament arrelada en gran part dels alumnes i professors. Cal recordar, en aquest sentit, que el qüestionari invitava a una resposta comentada. A més a més, es va insistir en tots els casos en la conveniència dels comentaris i en la llibertat d'utilitzar tot el temps necessari per respondre.

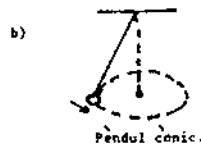
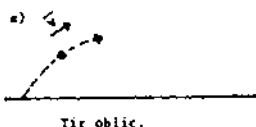
TAULA II (Qüestionari B)

Es prega complimentar el següent qüestionari de forma personal i anònima. Si desitja acompanyar les seves respostes de comentaris aclaratoris pot fer-ho en aquest mateix full.

1.- Un satèl·lit artificial gira amb moviment circular uniform al voltant de la terra. Sobre ell actuen actuant, doncs, les següents forces reals.

- a) la força d'atracció gravitatòria.
- b) la gravitatòria i la centrífuga.
- c) la gravitatòria i la centrípeta.
- d) la gravitatòria, la centrífuga i la centrípeta.
- e) Altre resposta (especificar).....

2.- Dibuixeu les forces reals que actuen en cada cas sobre l'esfera, així com la seva resultant. (Les setetes indiquen la direcció del moviment en cada instant representat).



3.- Senyaleu veritable(v) o fals(f) en les següents proposicions:

- a) Si sobre un cos no actua cap força o si la força resultant es nul·la el cos deura ésser en repos.
- b) El moviment d'un cos té lloc en la direcció de la força resultant.
- c) Si en un instant la velocitat d'un cos es nul·la, la força resultant en aquest instant també ho serà.

4.- Al escalfar NH_4Cl sòlid es descomposa en $HCl_{(g)}$ i $NH_3(g)$. Inversament, el $HCl(g)$ i el $NH_3(g)$ reaccionen formant NH_4Cl (sòlid). Si la reacció té lloc en un recipient tan estancat s'assoleix un estat d'equilibri segons l'equació:



Senyaleu quins procediments vos semblen adients per augmentar la concentració del NH_4Cl :

- a) Augmentar la pressió.
- b) Extraure NH_3 del recipient.
- c) Disminuir la pressió.
- d) Altre resposta (especificar).....

TAULA IV (Corresponent al qüestionari B)

Percentatges d'error obtinguts al utilitzar el qüestionari B com test inicial.

| GRUP ENQUESTAT | N | 1° | | 2° | | 3° | | 4° | |
|--------------------------------|-----|------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|
| | | % | Sd | % | Sd | % | Sd | % | Sd |
| ALUMNES DE C.O.U. | 265 | 87,0 | (2,0) | 97,7 | (0,92) | 94,7 | (1,38) | 98,5 | (0,75) |
| PROFESSORS EN FORMACIÓ (CAP) | 136 | 82,4 | (3,3) | 75 | (3,7) | 80,1 | (3,42) | 98,5 | 1,04 |
| PROFESSORS D'ENSENYAMENT MITJA | 145 | 57,9 | (4,1) | 70,6 | (3,78) | 70,3 | (3,79) | 93,8 | (2,0) |

INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

La taula V mostra els percentatges d'error corresponents als alumnes de COU advertits o no de la dificultat de les qüestions i de la necessitat de posar-hi una acurada atenció.

La utilització del mètode X^2 permet constatar que no hi ha diferències significatives entre ambdós grups, àdhuc si s'acceptat un risc del 5%, que les diferències siguin degudes a causes aleatòries. ($X^2 = 0.2$ en test A i $X^2 = 3.25$ en test B), en la taula VI es recullen els percentatges d'error quan els qüestionaris foren utilitzats

com segon test dos mesos després de passar el primer i d'haver mostrat la gravetat dels errors comesos i explicat detingudament les respostes correctes. Aquests resultats s'acompanyen dels obtinguts en passar als mateixos alumnes el test inicial, i novament es pot constatar que no hi ha diferències significatives entre ambdós ($X^2 = 1.56$ per les respostes del A i $X^2 = 1.57$ per les respostes del B). En cap cas no pot, doncs, pensar-se que els alts percentatges d'error siguin deguts a faltes d'atenció fàcilment evitables.

TAULA V

Nombre de respostes errades dels alumnes advertits o no de la dificultat del qüestionari.

GRUP I = Alumnes advertits de la necessitat de posar una acurada atenció.

GRUP II = Alumnes no advertits.

| | QUESTIONARI A | | | | | QUESTIONARI B | | | | |
|---------------------------|---------------|----|----|----|----|---------------|-----|-----|-----|-----|
| | N | 1° | 2° | 3° | 4° | N | 1° | 2° | 3° | 4° |
| GRUP I (Advertits) | 38 | 38 | 37 | 26 | 38 | 99 | 79 | 97 | 94 | 96 |
| GRUP II (No advertits) | 59 | 58 | 54 | 43 | 55 | 166 | 116 | 125 | 121 | 165 |

TAULA VI

Nombre de respostes errades dels alumnes quan les qüestions s'utilitzen com prova inicial o final.

| | N | 1° | 2° | 3° | 4° |
|---------------------|----|----|----|----|----|
| A com prova inicial | 97 | 96 | 91 | 69 | 93 |
| B com segona prova. | 90 | 81 | 88 | 77 | 89 |

| | N | 1° | 2° | 3° | 4° |
|---------------------|----|----|----|----|----|
| B com prova inicial | 50 | 39 | 50 | 49 | 50 |
| A com segona prova. | 50 | 50 | 47 | 45 | 50 |

El considerable pes de la metodologia de la superficialitat es mostra també molt clarament en els breus temps mitjans de resposta (entre 8 i 9 minuts en tots els grups de COU, inclòs el temps de lectura), com ho mostra la taula VII. El temps emprat pels professors, com pot observar-s'hi són encara més breus, si es té en compte que el professorat en actiu contestà als dos qüestionaris a la vegada.

Naturalment això implica la pràcticament nul·la presència de comentaris, explicacions, o qualsevol tipus d'anàlisi, com de fet s'esdevé.

Les crides d'atenció sobre el perill de contestar erradament —malgrat l'aparent simplicitat de les

qüestions—, no sols no varen produir una millora dels resultats en els alumnes sinó que tampoc ho augmentaren significativament els temps d'estudi i respta (taula VIII).

Amb l'aplicació de la prova de la t de student es constata efectivament que en cap dels cassos les diferències no són significatives, àdhuc acceptant un risc que les diferències siguin degudes a causes aleatòries superior al 10%.

En darrer lloc hem d'assenyalar que com era d'esperar, els resultats tampoc no foren significativament diferents en passar cadascú dels qüestionaris com prova inicial o final (taula IX).

TAULA VII

Temps mitjans de resposta en la prova inicial.

| | QÜESTIONARI A | | | QÜESTIONARI B | | |
|-------------------|---------------|-----|------|---------------|-----|------|
| | N | tm | (Sd) | N | tm | (Sd) |
| ALUMNES DE C.O.U. | 114 | 8,8 | 1,72 | 215 | 8,9 | 1,88 |

QÜESTIONARI A + B

| | N | tm | (Sd) |
|---------------------|----|------|------|
| PROFESSORS EN ACTIU | 29 | 12,4 | 1,23 |

TAULA VIII

Temps de resposta segons s'adverteix o no de la dificultat de les qüestions.

GRUP I = Alumnes advertits.

GRUP II = Alumnes no advertits.

| | N | tm | (Sd) |
|------------------------|-----|-----|------|
| GRUP I (Advertits) | 87 | 8,7 | 2,6 |
| GRUP II (No advertits) | 217 | 8,6 | 1,66 |

TAULA IX

Temps de resposta segons que els qüestionaris s'utilitzen com prova inicial o final.

QÜESTIONARI A

| | N | tm | (Sd) |
|----------------|----|-----|------|
| PROVA INTICIAL | 38 | 8,3 | 1,30 |
| PROVA FINAL | 43 | 7,9 | 1,33 |

5. CONCLUSIONES I PERSPECTIVES

Els resultats que acabem d'expressar permeten concloure que:

1er. La persistència de preconceptes diferents dels conceptes científics i difícilment substituïbles per aquests es troba molt generalitzada, afectant a percentatges importants del professorat en formació i fins i tot en actiu.

2on. Aquests conceptes precientífics es presenten associats a una metodologia de la superficialitat caracteritzada per respostes «segures» y ràpides, obtingudes a partir de simples observacions qualitatives no sotmeses a cap tipus d'anàlisi.

3er. Les crides d'atenció sobre les dificultats de les qüestions proposades i les explicacions del professor sobre els errors comesos, no tenen influència significativa sobre la metodologia emprada pels alumnes, la

qual es presenta així difícilment modificable.

4art. El comportament metodològic del professorat no difereix gaire del dels mateixos alumnes.

Les conclusions precedents recolzen la idea de la necessitat d'estratègies de canvi conceptual i metodològic. D'acord amb això, sols si es posa reiteradament els alumnes en situació d'aplicar la metodologia científica —i es passa de les certituds aparents a pensar en termes d'hipòtesis que deuen ser contrastades— podrien modificar-se els resultats obtinguts. Actualment assagem amb alumnes de diferents nivells (2on. i 3er. de BUP, COU i alumnes de Magisteri) un ensenyament orientat explícitament a obtenir el canvi conceptual i metodològic i encara que pensem que cal esperar a tenir resultats de diversos grups i professors al llarg d'alguns cursos acadèmics, els resultats obtinguts fins aquí poden ser considerats molt positius.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- CARRASCOSA, J. 1983, Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: Una selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias* pp 63-65.
- FREDETTE, N. i LOCHEAD, J. 1980, Students Conceptions of Electric Current, *The Physics Teacher*, Vol 18, pp 194-198.
- FURIO, M.C. i HERNANDEZ, P.J. 1983, Ideas sobre los gases en niños de 10 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 1, pp 83-90.
- GIL, D. 1983, Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 1 pp 26-33.
- GIL, D. 1984, Una Didáctica de las Ciencias Teóricamente fundamentadas. *Primeras Jornadas de Investigación Didáctica en Física y Química*. I.C.E. Universidad de Valencia.
- GIL, D. i CARRASCOSA, J. 1984, Science Learnig as a Conceptual and Methodological Change, *European Journal of Science Education*, 7, nº 3.
- GIL, D. i MARTINEZ TORREGROSA, J. 1984, Problem-Solving in Physics: A Critical analysis. *Researchs on physics education*. Editions du C.N.R.S. Paris.
- GIL, D. i PAYA, J. 1984, Los Trabajos prácticos en la enseñanza de la física; I, Un análisis crítico. *Actas de la primeras jornadas de investigación didáctica en física y química*. pp 199-206.
- HEWSON, M. G. i HEWSON, P.W. 1984, Effects of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Science Education*, 6, pp 1-6.
- PIAGET, J. 1969, *Psychologie et Pedagogie*. Ed. Denoël, París.
- PIAGET, J. 1971. *Psicologia y Epistemologia*. Ariel. Barcelona.
- POSNER, G.J. STRIKE, K.A. HEWSON, P.W. i GERTZOG, W.A. 1982, Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, pp 211-227.
- PREECE, P.E. 1984, Intuitive Science: Learned or Triggered?, *European Journal of Science Education*, 6, pp 7-10.
- YAGER, R.E. i PENICK, J.E. 1983, Analysis of the current problems with school science in the U.S.A.; *European Journal of Science education*, 5, pp 463-459.