

El treball de recerca del nou batxillerat: una proposta per als treballs de biologia i geologia

Fèlix Tejero i Jordi de Manuel
IES Joan Miró. Av. Europa 153, Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat.

1. Introducció

Probablement en celebrar aquest simposi encara no s'haurà establert l'ordenació curricular definitiva del nou batxillerat. Malgrat les dificultats i desacords que susciten alguns aspectes del currículum de l'educació secundària postobligatòria, hi ha un cert consens entre el professorat dels centres experimentals respecte a la importància del treball de recerca com a un element formatiu valuós per a l'alumnat del nou batxillerat. Fet que és corroborat per l'obligatorietat de realitzar el treball de recerca per superar el batxillerat, així com per la considerable fracció (10 %) que aquest representa envers la qualificació final del batxillerat: $(7a+2b+c)/10$ (on a és la qualificació global de les matèries comunes i de modalitat; b és la qualificació global dels crèdits variables i c és la qualificació del treball de recerca).

Moya (1992) mostra diversos aspectes referents a l'organització, a les finalitats i a l'avaluació del treball de recerca del batxillerat. Com a punt de partida pot resultar convenient seguir algunes de les pautes suggerides en aquest document orientatiu.

Existeix el risc, però, que el treball de recerca del batxillerat es converteixi en una feina purament bibliogràfica i descriptiva, la qual cosa creiem que queda força lluny del que hauria de ser un veritable treball de recerca, i molt més encara si és d'àmbit científic.

L'objectiu d'aquest article és explicitar una proposta respecte al treball de recerca que s'ha de fer al nou batxillerat. La proposta es concreta en la formulació d'unes finalitats i d'un enfocament que pensem que haurien de tenir els treballs de recerca en l'àmbit de les ciències naturals. També es concreten els criteris d'avaluació i un model d'organització per a portar a terme el treball en totes les seves fases. Per últim es formulen algunes reflexions sobre diferents aspectes relacionats amb el treball de recerca.

2. Quin tipus de recerca científica pot fer l'alumnat de batxillerat?

Difícilment nois i noies que cursen el batxillerat seran capaços de realitzar una recerca en ciències naturals si durant la seva educació no han après continguts relacionats amb la investigació científica. El treball de recerca no pot deslligar-se del currículum que s'ha fet durant tota l'escolaritat. A l'educació secundària prenen una especial rellevància els continguts procedimentals que s'hagin treballat, però no només les habilitats pràctiques i tècniques, sinó també les habilitats intel·lectuals, especialment les estratègies d'investigació i les habilitats de comunicació (Millar, 1991). A banda de la càrrega conceptual que pugui tenir el treball de recerca, creiem que en tots els casos és necessari un cert domini d'estratègies d'investigació que s'hauran d'haver après al llarg del currículum científic de l'educació secundària. Si aquesta feina no s'ha fet bé, o s'ha obviat, resulta un tant ingenu esperar que l'alumnat sigui capaç de realitzar veritables treballs de recerca relacionats amb la ciència. També és cert que existeixen dificultats, pròpies de qualsevol investigació científica, que difícilment superarà l'alumnat; en aquest sentit Grau (1994) proposa algunes transformacions (en el grau d'autonomia de la planificació, i en els procediments aplicats) que poden facilitar els treballs d'investigació a secundària.

Hodson i Brewster (1985) proporcionen una classificació de procediments en relació al treball científic (taula I -pàgines finals-). Una lectura detinguda d'aquesta taula i una anàlisi real del tipus d'activitat que es fa a l'aula i al laboratori, ens pot fer prendre consciència de les poques activitats que es fan referents als continguts relacionats amb la *planificació de les investigacions* (a la taula, de P1 a P4), o de les que fan referència a la *comunicació* d'aquestes (a la taula, P21).

Taula I. Classificació dels procediments científics per a facilitar el disseny d'activitats d'aprenentatge (Hodson i Brewster, 1985).

1. identificació d'investigacions

- P1 Identificació i aclariment de problemes (plantejant les preguntes adequades)
- P2 Formulació d'hipòtesis
- P3 Selecció de proves apropiades per a les hipòtesis
- P4 Disseny d'experiments
 - (i) anàlisi de les fases
 - (ii) identificació i control de variables
 - (iii) selecció dels mètodes i aparells apropiats
 - (iv) identificació de les mesures de seguretat

2. Realització d'investigacions

- P5 Observació acurada d'objectes i fenòmens
- P6 Selecció dels instruments de mesura apropiats
- P7 Mesura acurada
- P8 Descripció i presentació d'informes sobre les observacions en llenguatge apropiat:
 - (i) qualitativament
 - (ii) quantitativament
- P9 Seguretat en l'ús de l'equipament del laboratori
- P10 Execució d'operacions rutinàries al laboratori
- P11 Execució de tècniques específiques
- P12 Seguiment de mètodes habituals i no habituals d'acord amb instruccions verbals o escrites
- P13 Treball metòdic i eficient

3. Interpretació i aprenentatge a partir de les investigacions

- P14 Processament, manipulació i organització de dades experimentals
- P15 Presentació de les dades de forma apropiada
- P16 Anàlisi i interpretació de les dades (reconeixent les tendències, seqüències i patrons)
- P17 Extrapolació de dades i generalització
- P18 Relació de les dades en referència a una teoria rellevant
- P19 Extracció de conclusions (incloent les relacions entre les hipòtesis i les dades interpretades)
- P20 Sugeriments de modificació i millora per als pròxims treballs

4. Comunicació

- P21 Preparació i comunicació oral i escrita d'explicacions i informes de forma adequada, tenint en compte el contingut i a qui va adreçat
-

Al nostre àmbit, a la ciència escolar de l'educació secundària, predominen clarament els aprenentatges dels procediments relacionats amb la *realització d'investigacions* (a la taula, de P5 a P13), que s'assoleixen en realitzar treballs pràctics de verificació o en desenvolupar tècniques concretes de laboratori (Tamir i García, 1992). Probablement també s'exerciten alguns dels procediments relacionats amb l'*interpretació a partir de les investigacions*, o millor dit a partir de les observacions i verificacions (a la taula, de P14 a P20).

D'acord amb Pozo (1987), el fet de fer treballar als alumnes a l'aula com a "petits científics" pot resultar poc adequat, especialment si el que hom pretén és que arribin a *descobrir* per sí sols coneixements científics. Lluny d'aquesta intenció, la nostra proposta sobre el treball de recerca del batxillerat considera aquest com a un element que faci possible l'aprofundiment i l'adquisició de certs procediments científics (entenent com a tals la recerca bibliogràfica, la formulació d'hipòtesis, la planificació d'experiments amb identificació i control de variables, l'adquisició de mètodes propis del treball de laboratori o de camp, el tractament i la interpretació de les dades, i la comunicació oral i escrita de les conclusions, per exemple).

Això no obstant, al nostre centre, ja des de la primera promoció de batxillerat s'ha observat una tipologia de treballs de recerca en ciències que respon, en general a 3 models:

- treballs de recerca purament bibliogràfics

- treballs de recerca descriptius
- treballs de recerca amb hipòtesis, treball de camp o laboratori

Són els treballs exclusivament bibliogràfics els que s'haurien d'evitar, i s'hauria de tendir a que els descriptius tinguessin alguna component d'investigació, si bé es cert que molts camps de la biologia, la geologia i la història natural, en general, s'han desenvolupat a partir de treballs descriptius. A la Taula II (pàgina final) indiquem, segons la tipologia esmentada, títols de treballs de recerca relacionats amb la ciència que es van realitzar a l'IES Joan Miró de Bellvitge durant els 2 cursos passats.

Curs	% del total d'alumnes que cursen Batx.Ciències o Batx .Tecnològic	% de tots els treballs de R. relacionats amb Ciències i Tecnologia	Tipologia dels treballs del Departament Científico-Tecnològic ¹		
			Bibliogràfics	Descriptius	Hipotètics
92-93	34 %	40 %	33,3 %	55,5 %	11,1 %
93-94	24 %	26 %	25,0 %	25,0 %	50,0 %
94-95 ²	35 %	40 %		50,0 %	50,0 %

3. Finalitats del treball de recerca en l'àmbit de les ciències

Creiem que el treball de recerca ha de tenir una càrrega fonamentalment de tipus procedimental, i que l'objectiu primordial d'aquest hauria de ser que l'alumnat pugui aplicar les habilitats d'investigació que ha après en altres contextos propis de la ciència escolar. La seva realització suposarà posar al noi o la noia en una situació força enriquidora perquè té l'oportunitat d'aprofundir sobre un determinat tema que l'interessa i que ha escollit, i fins i tot pot arribar a pensar que es troba en una situació, ingènua però lícita, de "generar coneixement". Segons Moya (1992) el treball de recerca exigirà moltes vegades plantejaments nous de la feina, iniciatives personals noves dins i fora del centre, tècniques i mètodes de treball nous, rigor accentuat i una altra forma d'assumir les responsabilitats pròpies.

Independentment de la naturalesa de la investigació, podríem enunciar una sèrie d'objectius més concrets propis del treball de recerca en ciències:

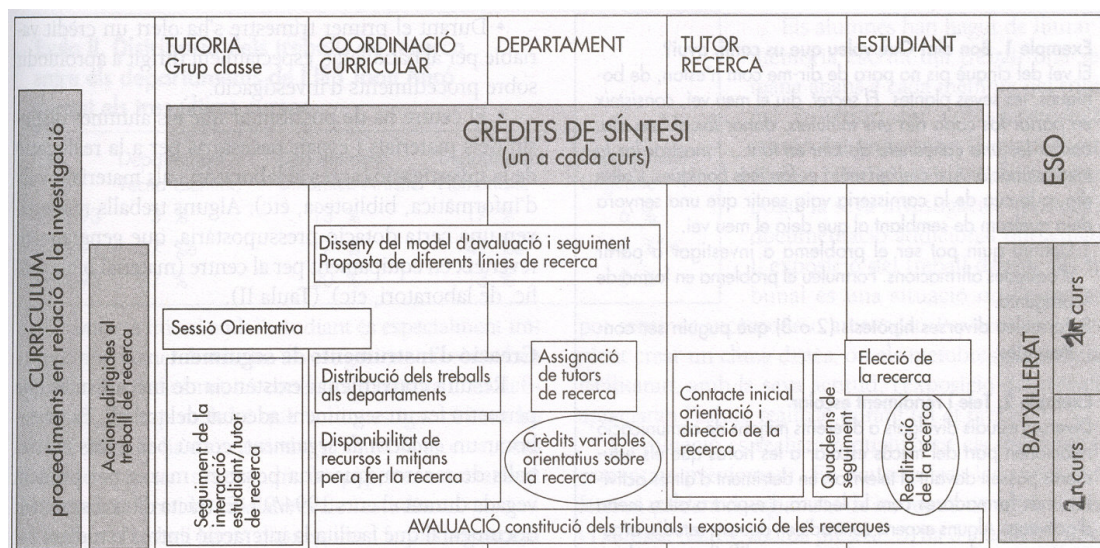
- 1-Saber trobar una pregunta o identificar un problema per resoldre amb els medis que disposem.
- 2-Aprofundir en aquells conceptes en els quals es fonamenta la recerca i formular hipòtesis que permetin orientar la investigació.
- 3-Dissenyar un pla de treball per realitzar la investigació, adoptant una metodologia adequada pel tipus d'investigació que es fa.
- 4-Tractar les dades i la informació de manera que faci possible interpretar-les i això permeti treure conclusions i contestar la pregunta o resoldre el problema que estem investigant, comprovant les hipòtesis de treball.
- 5-Comunicar en un informe escrit (memòria) el treball realitzat, de manera que s'expressi amb claredat i precisió *què es vol investigar, com s'ha investigat, i els resultats i les conclusions.*
- 6-Exposar oralment i en públic el treball de recerca realitzat, de manera que es comuniqui explícitament la investigació, els resultats i les conclusions.

Aquests objectius són més concrets que els objectius comuns del batxillerat, que solen posar-se com a punt de referència a l'hora d'avaluar el treball de recerca. Considerant les finalitats esmentades, entenem que l'avaluació s'ha d'orientar en tres blocs:

¹ La frontera entre cada tipus de treball no és estricta, hi ha treballs bibliogràfics que tenen components descriptius i treballs descriptius amb algun aspecte proper a l'investigació

² La classificació dels treballs d'aquest curs encara està en base a les primeres propostes i per tant pot canviar al llarg del curs.

- a) Planificació i disseny de la investigació (objectius 1,2 i 3).
- b) Treball de camp o laboratori, interpretació dels resultats i elaboració de conclusions (objectius 3 i 4).
- c) Presentació (oral i escrita) de la memòria d'investigació (objectius 5 i 6).



4. Una proposta d'organització, seguiment i avaluació del treball de recerca

A la figura 1 es mostra el marc que recull les diverses estratègies, dutes a terme a l'IES Joan Miró de Bellvitge, dirigides a l'organització del treball de recerca del batxillerat. A l'esquema s'ha destacat l'important paper dels procediments adquirits a les diferents etapes de secundària (columna de l'esquerra), així com les accions concretes per fer l'orientació, realització i seguiment del treball des de diferents àmbits (tutoria del grup classe, coordinació curricular, tutor del treball i departament de l'àrea de coneixement afí a la recerca).

Accions específiques envers el treball de recerca

Resultat del debat intern entre el professorat sobre el sentit i l'enfocament del treball de recerca, s'han realitzat durant els cursos 93/94 i 94/95 una sèrie d'accions concretes envers el treball de recerca, totes elles pensades per a dur a terme per a l'etapa postobligatòria:

- Al 3r. trimestre del 1r. curs de batxillerat es realitza, dins l'àmbit de la tutoria, una sessió de treball que orienta sobre el treball de recerca (part del contingut d'aquesta es fonamenta en el treball de Friendler i Tamir (1990)). L'objectiu de la sessió és la d'emfasitzar sobre la identificació d'un problema i trobar una pregunta a investigar, sobre la formulació d'hipòtesis, i de com aquests dos aspectes determinen el disseny i la planificació de la investigació. La sessió és interactiva, es treballa en grups i s'ofereixen exemples de cada cas.
- A finals del 3r. trimestre l'alumnat de 1r. de batxillerat ha d'haver concretat sobre que vol fer el treball de recerca. No és fàcil que en aquest moment les recerques siguin molt concretes, generalment les qüestions que volen investigar són amples, poc adequades per a ser investigades (p. ex. Què és l'Alzheimer ?; La leucèmia; La SIDA, etc). És a principis del curs següent quan moltes d'aquestes preguntes es transformen (sovint amb l'ajut del tutor de recerca), s'acoten i es converteixen en problemes investigables.
- Durant el curs 94/95 s'ha realitzat durant el primer trimestre el crèdit variable *Investigar* (R. Grau, 1993), especialment dirigit a aquells alumnes del primer o segon curs de batxillerat que realitzaran treballs de recerca d'àmbit científic.

- El centre ha de possibilitar que els alumnes disposin dels materials i espais necessaris per a la realització de la investigació (accés al laboratori i als materials, aula d'informàtica, biblioteca, etc).

El tutor-director del treball de recerca

Els alumnes, en la seva primera declaració del que voldrien fer, també s'assignen un possible tutor que dirigirà la seva recerca. L'assignació definitiva es farà als departaments de les diferents àrees. A cap professor/a li hauria de ser assignat més d'un treball de recerca, excepcionalment, un professor/a podria dirigir-ne dos. Ens sembla desmesurat dirigir fins a 6 treballs, tal com s'esmenta a les resolucions del Departament d'Ensenyament.

Sobre el paper i l'actuació del tutor-director del treball de recerca ens semblen adequades les recomanacions que es fan al document, ja esmentat, de Moya (1992).

Instrument de seguiment

S'ha elaborat un *quadern de seguiment* que s'ha posat en marxa per primera vegada durant el curs 94/95. Es tracta d'un instrument que facilita la interacció entre l'alumne/a que fa la recerca i el seu tutor. Al començar el curs en el qual es realitzarà la recerca, i una vegada definit el tema que s'investigarà, l'alumne ha d'omplir els dos primers fulls del quadern. Al primer full se li demana que expliqui *què vol investigar*, al segon *com ho farà*, no es difícil esbrinar que en aquest moment el tutor ha de jugar potser el paper més important de tots els que jugarà durant tot el procés. Després dels suggeriments i orientacions del tutor, l'alumne haurà de tornar a respondre, en un tercer i quart full, novament les mateixes qüestions.

El quadern, que resta en poder de l'alumne, conté un seguit de fulls cadascú dels quals recull els acords i compromisos presos en cada entrevista o trobada que tenen alumne i tutor.

A la contraportada del quadern s'expliciten els criteris d'avaluació del treball de recerca.

El dia que l'alumne defensi el seu treball haurà de lliurar el *quadern de seguiment* al tribunal.

Avaluació. Constitució dels tribunals

En arribar el 2n. trimestre del curs es determinen els membres dels diferents tribunals, els quals estaran composts pel tutor del treball de recerca que s'avalua més dos professors. Segons la temàtica del treball, els membres del tribunal poden ser de diferents departaments. La proposta de Moya (1992) d'incorporar algun alumne com a membre del tribunal sembla interessant, malgrat resulti polèmica entre el professorat (hem de tenir en compte que l'objectiu del treball no es fonamenta exclusivament en els conceptes a treballar sinó que té un pes molt important el procés, el qual hauria de poder ser valorat amb objectivitat per qualsevol alumne de batxillerat).

Els alumnes han hagut de lliurar la memòria escrita del treball amb 15 dies d'antelació a tots els membres del tribunal. Posteriorment i aprofitant les hores de reunió dels equips docents (Departaments, Cicles, Nivells) l'alumne haurà de defensar oralment, davant del tribunal, la seva investigació, aportant tota aquella documentació addicional que vulgui.

L'avaluació es realitzà qualificant equitativament els tres grans blocs ja esmentats³. En aquesta fase les anotacions fetes al quadern de seguiment de les reunions entre el tutor i l'alumne (dates, acords presos...), ha d'ajudar a valorar objectivament com ha evolucionat el procés seguit per l'alumne en l'elaboració del treball.

³ a) Planificació i disseny de la investigació.

b) Treball de camp o laboratori, interpretació dels resultats i elaboració de conclusions

c) Presentació (oral i escrita) de la memòria d'investigació

5. Reflexions finals

Sobre l'avaluació

Es molt necessari, i no només al treball de recerca, considerar l'avaluació com un procés, i per tant analitzar, assumir i proposar les modificacions necessàries tant pedagògiques (revisió de programacions, proposta de crèdits variables interdisciplinars i de processos d'investigació, modificacions al crèdit de síntesi,...), com organitzatives (espais, distribució dels treballs entre els tutors, temporalització, etc) per a millorar la capacitat de recerca dels alumnes. En aquest sentit, després d'avaluats tots els treballs, es fan sessions de valoració del resultat i del procés tant als departaments com al claustre (gairebé tots els professors del centre són tutors de recerca).

Un problema important, en quant a la serietat i credibilitat que creiem ha de tenir el treball de recerca, ho constitueix la interpretació que es pot donar a les paraules "cal fer-lo" que apareixen en les disposicions del Departament. No és necessari que els alumnes aprovin el treball per superar el Batxillerat, cosa bastant raonable, però, ¿quines exigències s'han de marcar per admetre que un treball ha estat *presentat*? ¿Podem acceptar una memòria feta precipitadament a última hora? ¿Hauria de fer novament el treball aquest alumne al curs següent cas de repetir? ¿Quin ha de ser el paper del tutor de recerca en aquests casos?

Sobre la possibilitat de treballs compartits

Pensem que s'hauria d'obrir la possibilitat que algunes recerques, pensades inicialment com independents, puguin ser complementàries i per tant realitzar-se en col.laboració (realitzades per dos estudiants i tutoritzades per un o dos professors). Per exemple: *Variables físico-químiques de les basses del delta del Llobregat* amb *Dinàmica del plàncton de les basses del delta del Llobregat*. O també: *Influència dels mitjans de comunicació en les campanyes de productes "que aprimen"* amb *Quin pes fan perdre els productes "que aprimen"*?

Sobre la seva incidència a les PAUU

L'actual incidència del treball de recerca a les PAUU del batxillerat experimental és nula.

¿Per què les PPAAU no avaluen sobre el treball de recerca si aquest suposa un 10 % del batxillerat? Si la universitat considera importants els procediments relacionats amb la investigació hauria d'aprofitar aquesta oportunitat per valorar-los. Proposem formulacions de possibles qüestions en relació a aquesta possibilitat:

Escriu en una sola cara d'un full un breu informe sobre el que ha estat el teu treball de recerca. Indica el títol del teu treball. Hauria de quedar ben clar què has investigat, com ho has fet i les conclusions a les quals has arribat.

A partir d'un problema enunciat (a triar d'entre 2): formulació d'una o diverses hipòtesis i descripció dels processos d'investigació que es realitzarien per demostrar la veracitat o falsedat d'una de les dues hipòtesis.

Sobre la relació amb el crèdit de síntesi

¿Què tenen en comú el crèdit de síntesi de l'ESO i el treball de recerca? ¿Només aplicar els coneixements i les destreses adquirides al llarg de les diferents etapes de secundària? Sovint, l'escassa capacitat dels alumnes de Batxillerat de identificar problemes i formular hipòtesis, pot ser conseqüència d'una mancança dels procediments relacionats amb investigació a l'ESO ¿Quina aportació ha de fer cada àrea del currículum comú en relació als processos d'investigació en general?

Proposem que el Crèdit de Síntesi, parteixi d'una pregunta (problema) que cal resoldre, i que tendeixi a ser una investigació, en aquest cas en grup, i orientada per un tutor de treball.

Sobre la formació del professorat

Part del problema rau en que la major part del professorat de ciències no té una veritable formació en molts procediments científics, ja que majoritàriament no ha tingut oportunitat d'adquirir-los a la seva formació universitària. ¿Quins procediments hem après en la nostre formació universitària en relació a la investigació científica? ¿Ens han instruït com a científics o més aviat com a tècnics de laboratori, coneixedors de determinades tècniques i mètodes experimentals? Únicament el bagatge de coneixements conceptuals no ens faculta com a científics. Abordar aquestes i d'altres qüestions no és feina nostra, forma part de les responsabilitats de qui dissenya el currículum universitari. En qualsevol cas, s'hauria de garantir que l'actual professorat i sobre tot el futur tingui una formació adequada per ensenyar procediments en relació a la investigació científica (Friendler i Tamir, 1986). Caldrà determinar si aquests coneixements que ha de tenir el professor han de formar part del currículum universitari, de la formació inicial o bé de la formació permanent.

Taula II- Treballs de Recerca relacionats amb el departament Científico-Tecnològic			
curs	Bibliogràfics	Descriptius	Hipotètics
92-93	- Model atòmic de Bohr - Els deficients - L'alimentació humana	- Radiactivitat i els fenòmens radioactius - Estudi i descripció del funcionament d'un robot - Newton i la gravitació universal - Estudi geològic del Garraf - L'aeroport de Barcelona	- Metalls pesats i la seva relació amb el càncer.
93-94	- Origen i evolució de l'Univers - L'Aeronàutica	- Funcionament i principis del motor - Influència de la informàtica a l'empresa	- Esports, tabac i recuperació del ritme cardíac - Pluja àcida i germinació de la soja - Variables ambientals i germinació - La riera d'Arenys. Recerca de solucions
94-95		- Comparació de diversos programes gràfics. - Anàlisi d'aigües del Llobregat - L'electrònica a l'ordinador - L'alcoholisme a L'Hospitalet - Fitoplàncton de la bassa del Prat - La fermentació làctica	- Quin "pes" fan perdre els productes que aprimen - Additius alimentaris i conservació d'aliments - Zoonosi - Seguiment a curt termini d'un malalt d'Alzheimer - Influència dels medis de comunicació en l'anorèxia - Evolució del sistema motor d'un nen de 3 anys

Referències bibliogràfiques

- FRIEDLER, Y & P. TAMIR, 1986. Teaching basic concepts of scientific research to high school students. *Journal of Biological Education*, 20: 263-270.
- FRIEDLER, Y & P. TAMIR, 1990. *Basic concepts in scientific research*. Jerusalem. The Hebrew University of Jerusalem.
- GRAU, R., 1993. *Investigar*, Crèdit variable (material inèdit, IES Badalona 9).
- GRAU, R., 1994. ¿ Qué és lo que hace difícil una investigación ? *Alambique*, 2: 27-35.
- MILLAR, R. 1991. A means to an end: the role of process in Science Education a Woolnough B. (ed) *Practical Science*, Milton Keynes, Open University Press.
- MOYA, J., 1992. *El treball de recerca*. Batxillerat. Departament d'Ensenyament, Barcelona.
- POZO, J.A., 1987. El adolescente como científico. *Cuadernos de Pedagogía* 151: 74-78.
- TAMIR, P., P. GARCÍA, 1992. Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de Ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 3-12.