

COM ES PODEN INTRODUIR ASPECTES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA EN LA FORMACIÓ DEL PROFESSORAT DE CIÈNCIES

MANEL JOSEP TRAVER RIBES;¹ JORDI SOLBES MATARREDONA¹

¹DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS I SOCIALS.
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

Paraules clau: *història de la ciència, aprenentatge de ciències i ensenyament, ciència i societat, ciència i literatura, formació de mestres*

Introducing Aspects of History of Science in Science Teachers Training

Summary: *Our paper will show two examples of introducing aspects of History of Science in regular Science Teachers Training, in both Primary and Secondary Schools. In the first case the training takes place in an optional matter called History of Ideas and Curriculum in Science and Mathematics, coursed in the Teacher Degree. In order to understand the importance of permanent training in History of Science, we also show some examples regarding future Secondary Science Teachers, as a part of a chapter devoted to explore STS relations, in the subject of Learning and Teaching of Physics and Chemistry. We will also present some results of the knowledge that future teachers have about issues and characters from History of Science through cinema or literature and how we could improve their teaching practise in Science.*

Key words: *History of Science, Science Learning and Teaching, Science and Society, Science and Literature, Teacher Training*

Introducció. La història de la ciència en l'ensenyança de les ciències

La investigació didàctica ha mostrat el caràcter motivador de la introducció d'aspectes històrics en l'ensenyament de les ciències (Izquierdo, 1994; Matthews, 1994; Solbes & Traver, 1996; 2001; 2003), en particular l'ús d'una història contextualitzada que tinga en compte les relacions de la ciència amb la tecnologia i la societat. En aquesta línia, a diferència de les històries de la ciència narrades només

des d'una perspectiva científica, les històries més recents de la ciència (Bowler & Morus, 2005; Sánchez Ron, 2006; Kragh, 2007) combinen aquesta aproximació amb una perspectiva social i institucional. Per això, pensem que la història de la ciència pot contribuir a contrarestar l'increment de valoracions negatives de la ciència que existeixen en la societat (Dunbar, 1999; Solbes, 2002; Elias, 2008).

Així, doncs, ens plantegem com presentar els aspectes històrics d'una manera que ajude a millorar l'aprenentatge de les ciències i a mostrar-ne una imatge més pròxima a la manera com es construeixen els coneixements científics i com evoluciona la ciència en el context sociohistòric i quines repercussions socials tenen els avenços científics. D'aquesta manera, la introducció d'aspectes històrics millorarà també l'actitud dels alumnes cap a aquesta matèria d'estudi i el seu interès per a participar en el procés d'ensenyament-aprenentatge. Sota aquesta perspectiva, assenyalarem que els rols (Solbes & Traver, 2011) que pot exercir un enfocament històric de l'ensenyament de les ciències poden ser els següents:

1. Permet ser *crítics amb la imatge tòpica* de la ciència, sobretot amb les tergiversacions i interpretacions històriques que apareixen en els textos i contribueixen a aquesta imatge.
2. Malgrat que la idea del paral·lelisme entre les preconcepcions dels alumnes i les concepcions vigents tot al llarg de la història ha estat qüestionada, encara es pot *extraure de la història informació sobre les dificultats dels estudiants* a partir de les resistències i dels obstacles que es manifesten al llarg de la història de la ciència.
3. Afavoreix la *selecció de continguts fonamentals de la disciplina* en funció dels conceptes estructurants, per a introduir nous coneixements i superar obstacles epistemològics.
4. Permet *extraure de la història els problemes significatius* i posar l'alumne en situació d'abordar-los, tot plantejant situacions d'aprenentatge que permeten als alumnes, en certa mesura, reconstruir els coneixements científics. Així, es pretén evitar l'erroni plantejament empirista que introdueix els experiments sense tenir en compte el problema històric que els va motivar ni les successives hipòtesis que es plantejaren per a interpretar-los.
5. Permet *mostrar l'existència de grans crisis en el desenvolupament de les ciències* i fins i tot l'interior d'una teoria. Es tracta d'introduir algunes idees no vigents, no només per a mostrar el caràcter temptatiu de la ciència, sinó per a mostrar també la semblança amb les preconcepcions dels alumnes o per a constituir obstacles epistemològics. Açò pot afavorir els canvis conceptuals dels alumnes, tot ajustant-los als grans canvis de conceptes, models i teories en la ciència.
6. Possibilita *mostrar el caràcter hipotètic i temptatiu de la ciència* i palesar les limitacions de les teories i els problemes pendents de solució. Així es presenta als alumnes l'aventura de la creació científica, tot evitant visions dogmàtiques.
7. Es pot *mostrar la ciència com una construcció humana, col·lectiva*, fruit del treball de moltes persones, per a evitar la idea d'una ciència feta bàsicament per genis, majoritàriament homes.
8. Permet *presentar les contribucions a la ciència dutes a terme en el nostre país*, igual com els obstacles que se li han plantejat tot al llarg de la història.
9. Permet *mostrar les interaccions CTS no només en el present sinó també al llarg de la història*, cosa que facilita la comprensió de la seua evolució. Així, s'ha passat de la persecució ideològica i religiosa a què fou sotmesa la ciència a la constitució d'aquesta com un dels elements de la ideologia dominant (des de l'optimisme cientista vuitcentista fins a l'actual tecnocràcia).
10. Contribueix a *millorar les actituds de l'alumnat cap a la ciència i el seu aprenentatge*.

La història de la ciència també pot afavorir, juntament amb l'educació CTS, el canvi de valors (Hodson, 1994; Solbes, 1999) i fins i tot l'argumentació dels estudiants (Jiménez Aleixandre, 2010), ja que aquesta es veu afavorida quan se'ls plantegen a classe qüestions controvertides relacionades amb les ciències (Solbes *et al.*, 2010). Aquest canvi de valors i actituds es pot propiciar si es treballen a l'aula aspectes històrics i culturals de la ciència (Solbes, 2002; 2009) com aquests:

- Mostrar com els valors de *la ciència i la seua contribució a la racionalitat han destruït mites*, han canviat la visió del món (Copèrnic, Galileu) *i han proporcionat un pensament crític* davant de qualsevol mena de fonamentalisme i pseudocientisme (com l'astrologia, la ufologia, el creacionisme o el disseny intel·ligent). Cal no oblidar que durant segles les ciències ens han alliberat de nombrosos prejudicis i ho poden continuar fent (com ara que les descobertes en el genoma humà palesen que no hi ha cap base científica per al racisme).
- Difondre exemples de *responsabilitat social de científics i científiques*, com ara la mobilització en contra de l'ús bèl·lic de la ciència, que posa en perill no només la pau entre les nacions sinó la subsistència mateixa de l'espècie humana a la Terra. Moltes recerques han mostrat, malgrat l'oposició de multinacionals o governs, alguns dels greus problemes que ens afecten, les «veritats incòmodes» (el deteriorament mediambiental, l'esgotament de recursos, el canvi climàtic antròpic o l'explosió demogràfica), i ens han fet conscients de com es pot contribuir a solucionar-los (tecnologies i energies alternatives, control de natalitat, etc.).

Tanmateix, resulta difícil que aquestes propostes i perspectives docents, que són força interessants, arriben al professorat, i per tant es facen efectives a les aules, si no es mostren ja en els programes de formació tant inicial com permanent; per això mostrarem tot seguit la manera com s'estan introduint alguns aspectes de la història de la ciència en la formació del professorat.

Els autors d'aquesta comunicació participen en el programa de formació reglat del Grau de Mestre en Educació Infantil i Primària, així com en el Màster de Professorat de Secundària, en l'àrea de Física i Química, des de fa uns quants cursos, tal com es desenvolupen a la Facultat de Magisteri de la Universitat de València. Per això s'han continuat els treballs de recerca encetats fa uns anys a fi de millorar l'aplicació de continguts d'història de la ciència així com analitzant les relacions ciència-societat a través d'articles de divulgació com els recentment publicats en la revista *Mètode* (Solbes & Traver, 2014), en sintonia amb prestigiosos divulgadors de la ciència com Xavier Duran (2015).

Grau de Mestre en Educació Primària

Els aspectes d'història de la ciència es presenten en les diferents assignatures impartides en el nostre departament tot al llarg dels cursos del Grau de Mestre de Primària. En el segon curs s'imparteix l'assignatura Ciències Naturals per a Mestres, de 90 crèdits, amb continguts com ara: «La Terra en l'Univers»; «L'energia i la seua transferència»; «La matèria i les seues transformacions»; «La Terra, un planeta canviant»; «La biodiversitat»; «El cos humà» i «La salut i la sostenibilitat». En aquests continguts més conceptuals, aprofitem aquells temes on es poden proposar aspectes de l'anomenada història interna (com el debat entre els models geocèntric i heliocèntric i l'adveniment de les teories que significa la síntesi newtoniana, o la superació de les hipòtesis obsoletes com el calòric per a explicar les transferències d'energia, els debats al voltant del darwinisme, etc.). En el tercer curs l'assignatura impartida és Didàctica de les Ciències, de 45 crèdits, que permet abordar alguns aspectes més detallats en el tractament d'un tema sobre valors i actituds, necessaris per a produir un canvi actiu-

dinal en l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències. En aquesta assignatura es tracten temes com el paper de les dones en la ciència, les aportacions dels científics en països fora de l'òrbita WASP (white Anglo-Saxon protestant) i el paper ètic i la responsabilitat socials dels científics, entre d'altres. Finalment, en el quart curs es proposa una assignatura optativa específica amb el títol Història de les Idees i del Currículum de Ciències i Matemàtiques, de 60 crèdits, la meitat dels quals es dedica específicament a la història de la ciència, incloent-hi aspectes tant d'història interna (l'evolució de les idees científiques al llarg del temps) com d'història externa (les repercussions socials d'aquestes idees: el cas Galileu, el cas Darwin, els efectes de les revolucions industrials, el projecte *Manhattan* i les primeres bombes atòmiques...).

Màster de Professor de Secundària - Física i Química

Pel que fa a la formació del professorat de Secundària, s'imparteix l'assignatura Aprenentatge i Ensenyament de la Física i Química, que per la seua extensió s'organitza en diferents mòduls. Un dels mòduls (uns 25 crèdits) s'orienta específicament a les relacions ciència-tecnologia-societat i s'hi reflexiona sobre el paper de la ciència en la societat, l'origen incert de les diferències entre la ciència i la tecnologia i el paper que poden tenir els aspectes esmentats en les actituds de l'alumnat cap a la ciència. A continuació es proposa treballar en aspectes concrets d'història interna (origen i construcció d'un concepte científic, com ara el concepte d'element químic) i en aspectes d'història externa (reflexió sobre la ciència en la història hispànica: relació entre les condicions sociopolítiques i la vitalitat de la producció científica a Espanya; ciència i gènere: dones científiques ocultes; responsabilitat social dels científics...). Aquesta formació s'arrodoneix amb l'assignatura Complements de Matèria, 20 crèdits de la qual estan dedicats a la història de la ciència, a càrrec de l'Institut d'Història de la Medicina i de la Ciència López Piñero de la Universitat de València.

Imatge dels científics en la literatura i en els mitjans audiovisuals

Malgrat que la majoria dels alumnes hagen rebut una formació en els aspectes d'història de la ciència abans presentats, pensem que pot haver-hi d'altres factors que influeixen en la imatge que tenen de la ciència i els científics.

A fi de conèixer el nivell de coneixements i expectatives del professorat en formació, hem proposat una primera investigació sobre les visions que tenen els estudiants en formació com a futurs mestres i professors respecte d'alguns aspectes que poden influir en la imatge de la ciència que presenten i que, per tant, podrien transmetre en el futur als seus alumnes. Els aspectes concrets fan referència als mitjans audiovisuals (cinema, TV) i la literatura (novel·les i llibres en general) i la seua influència en la imatge de la ciència i els científics.

Qüestionari i mostra

Per això s'ha elaborat un qüestionari que s'ha proposat a una primera mostra de 37 alumnes de 4t curs del Grau de Mestre a la Universitat de València, a començament del curs 2014-2015.

El qüestionari complet es presenta tot seguit i a continuació es mostraran els resultats obtinguts i els comentaris corresponents:

QÜESTIONARI SOBRE HISTÒRIA DE LA CIÈNCIAa) *Nom*b) *Modalitat de Batxillerat cursada**Centre*c) *Per què has triat l'itinerari de Ciències i Matemàtiques?*

La història de la ciència i dels científics la podem trobar no sols en els llibres amb aquest nom sinó en altres mitjans:

1. Quines pel·lícules que tracten temes o personatges d'història de la ciència coneixes?
2. Quines novel·les i obres de teatre que tracten temes o personatges d'història de la ciència coneixes?
3. Quins llibres d'història de la ciència o de divulgació científica amb elements històrics coneixes?
4. Creus que als diferents mitjans de comunicació i difusió es mostra una imatge encertada i fiable dels personatges científics i la seua activitat? Per què?
5. Quins personatges científics has conegut a través de mitjans com el cinema, les sèries de TV o les novel·les i obres de teatre de tema històric i t'has interessat per conèixer millor?
6. Creus que es podria utilitzar la presència de personatges científics als mitjans de comunicació a fi d'interessar més els alumnes per l'aprenentatge de les ciències? Com?

Resultats i anàlisi

En els quadres següents es presenten els resultats numèrics i qualitatius obtinguts després de passar el qüestionari. Cada qüestió s'acompanya dels comentaris corresponents.

Quadres de resultats

a) Mostra: N = 37			
Alumnes de 4t curs del Grau de Mestre en Educació Primària (UV)			
Assignatura: <i>Història de les Idees i del Currículum de Ciències i Matemàtiques</i>			
a) Gènere:	Xics: 2 5,41 %	Xiques: 35 94,59 %	
b) Modalitat de Batxillerat cursada:	Ciències/Tecnològic: 7 18,92 %	Social/Humanitats: 29 78,38 %	Altres: 1 2,70 %
c) Per què has triat l'itinerari de Ciències i Matemàtiques?	Motiu	Respostes	%
	Perquè m'agrada	24	57,14
	Ho trobe interessant	6	14,29
	Pensant en el futur	5	11,90
	Com un repte	4	9,52
	Única opció disponible	3	7,14
	Altres	3	7,14
TOTAL RESPOSTES	42	100	

Com veiem, es tracta d'una mostra bastant significativa (37 qüestionaris contestats), on predominen les xiques (35), tal com sol ser més freqüent en l'alumnat del Grau de Mestre. Aquests estudiants de l'itinerari de Ciències i Matemàtiques cursen l'assignatura que s'indica, de caràcter optatiu, que se centra en la història de la ciència, per tant deuen ser alumnes amb un cert interès pel tema. Una gran majoria procedeixen del Batxillerat de Ciències Socials i Humanitats (29), com sol ser ha-

bitual en els estudiants de Magisteri, i menys procedeixen del Batxillerat de Ciències i Tecnologia (7), malgrat tractar-se de l'esmentat itinerari. La motivació per a triar l'itinerari de Ciències i Matemàtiques és bàsicament per gust (24 respostes, perquè els agrada). Les opcions d'expectativa positiva (interessant, futur, repte) sumen 15 respostes i superen les incertes (única opció disponible i altres sumen 6 respostes).

1. Quines pel·lícules que tracten temes o personatges d'història de la ciència coneixes?	Pel·lícula	Respostes	%
	<i>2001: Una odisea del espació</i>	13	18,84
	Agora	10	14,49
	<i>Frankenstein</i>	9	13,04
	Apol·lo 13	5	7,25
	<i>Érase una vez el hombre</i>	4	5,80
	<i>The Big Bang Theory</i>	3	4,35
	Una mente maravillosa	3	4,35
	Altres	17	24,64
	CAP	5	7,25
	TOTAL RESPOTES	69	100

En el tema del cinema i la història de la ciència es barregen pel·lícules de ciència-ficció amb d'altres que mostren aspectes històrics. Entre les més pròpiament històriques apareixen només *Agora*, (14,49 %), *Apol·lo 13* (7,25 %) i *Una mente maravillosa* (4,35 %), mentre que destaquen algunes pel·lícules de ciència-ficció, com ara *2001: Una odisea del espació* (18,84 % de respostes) i *Frankenstein* (13,04 %). La resta són menys nombroses i disperses amb cites que inclouen títols de sèries de TV, com *The Big Bang Theory*, i fins i tot de dibuixos animats, com *Érase una vez el hombre*, que té un enfocament més general. Hi ha 5 respostes que no indiquen cap títol. Les nombroses cites de *2001* resulten sorprenents si es comparen amb d'altres estudis fets en els nivells de Secundària sobre el tema de la influència de la ciència-ficció en l'ensenyament de la ciència (Petit & Solbes, 2012) on aquest títol no s'esmenta. Hi ha un cert nombre de pel·lícules de ciència ficció més recents (*Gravity*, *Interstellar*...) que són ignorades, per tant podem suposar que la influència del cinema en la imatge de la ciència és poc representativa i, en tot cas, es limita a alguns títols entre els molts possibles. Tot i això aquestes respostes resulten ser de les millors del qüestionari.

2. Quines novel·les i obres de teatre que tracten temes o personatges d'història de la ciència coneixes?	Novel·la	Respostes	%
	<i>Frankenstein</i>	5	12,50
	Breve historia de casi todo	4	10,00
	<i>El hereje</i>	2	5,00
	La vuelta al mundo en 80 días	2	5,00
	Altres	2	5,00
	CAP	25	62,50
	TOTAL RESPOTES	40	100

Les novel·les i obres de teatre conegudes pels enquestats són molt limitades i una gran majoria (62,50 %) no coneix cap obra que tracte temes d'història de la ciència. Els únics títols destacats són poc esmentats, *Frankenstein* (5 respostes) i *Breve historia de casi todo* (4 respostes), que no és una novel·la però potser la coneixen perquè apareix a la bibliografia de l'assignatura Ciències Naturals per a Mestres. La resta de títols esmentats són escassos. Els resultats d'aquesta qüestió no ens haurien de sorprendre ja que, en general, la lectura és un hàbit regressiu en les noves generacions. Si ja ho és de forma general, encara ho més és si ens delimitem a lectures de caràcter científic, que encara solen ser més escasses. Només hauriem d'excloure d'aquest recompte clàssics com Jules Verne, que coneixen almenys 2 dels nostres enquestats.

3. Quins llibres d'història de la ciència o de divulgació científica amb elements històrics coneixes?	Llibre HC/DC	Respostes	%
	<i>Érase una vez el hombre</i>	3	8,33
	Altres diversos	6	16,67
	CAP	27	75,00
	TOTAL RESPPOSTES	36	100

En el cas dels llibres directament d'història de la ciència o la divulgació, es repeteix el resultat negatiu (75 % no en coneix cap). A banda d'exemples dispersos, només un títol té 3 cites i correspon a un cas de divulgació dirigit a infants i acompanyat de versió audiovisual que també s'esmentava com a resposta en la qüestió 1. Ací caldria haver esmentat el llibre *Breve historia de casi todo*, però és absent. La manca de llibres que presenten la ciència d'una forma atractiva per al públic en general ha estat proverbial i només els darrers anys s'han fet alguns esforços per mostrar els aspectes més interessants de la història de la ciència, però creiem que encara tenen escassa difusió. Entre els noms que s'esmenten hi ha *L'origen de les espècies*, *L'origen de l'Univers* o *L'Univers en una closca de nou*, de S. Hawking, a banda d'algunes revistes científiques (*Nature*, *Science...*) o de divulgació (*National Geographic*, *Muy Interesante...*).

4. Creus que als diferents mitjans de comunicació i difusió es mostra una imatge encertada i fiable dels personatges científics i la seua activitat? Per què?	Opinió i motius	Respostes	%
	Sí	4	10,81
	No	33	89,19
	Imatge distorsionada	15	32,61
	Imatge superficial	7	15,22
	Imatge estereotipada	5	10,87
	Imatge dolenta	5	10,87
	Imatge masculina	3	6,52
	Científics dolents	3	6,52
	Altres	8	17,39
	TOTAL RESPPOSTES	46	100

Els nostres enquestats són crítics amb els mitjans de comunicació i la gran majoria (89,19 %) creu que no mostren una imatge encertada i fiable dels personatges científics i la seua activitat. La majoria creu que mostren una imatge distorsionada (mostren un nivell inassolible, una imatge plena d'estereotips) (32,61 %), seguida dels que creuen que mostren una imatge superficial (15,22 %), una imatge estereotipada i dolenta (10,87 %) o una imatge masculina i de científics dolents (6,52 %). Alguna cita textual diu: «Es mostren majoritàriament hòmens dins de laboratoris que fan coses màl·loques contra la societat». Com veiem, les respostes coincideixen en una visió negativa de l'activitat científica que s'adiu amb la imatge en general negativa de la ciència que mostren altres estudis.

5. Quins personatges científics has conegut a través de mitjans com el cinema, les sèries de TV o les novel·les i obres de teatre de tema històric i t'has interessat per conèixer millor?	Científic/a	Respostes	%
	Stephen Hawking	21	21,43
	Albert Einstein	16	16,33
	Steve Jobs	10	10,20
	<i>Marie Curie</i>	7	7,14
	Bill Gates	6	6,12
	Isaac Newton	5	5,10
	Thomas Edison	5	5,10
	Galileo Galilei	4	4,08
	Nicolau Copèrnic	4	4,08
	Charles Darwin	4	4,08
	<i>Hipàtia</i>	3	3,06
	Alexander Fleming	3	3,06
	Altres	10	10,20
	TOTAL RESPOTES	98	100
	MITJANA PER ENQUESTAT	98/37	2,65

La majoria de respostes se les emporta Stephen Hawking (21,43 %), científic molt popular ateses les seues línies d'investigació tan avantguardistes, i, pel que fa als mitjans de comunicació, pensem que poden tenir relació amb la famosa sèrie de TV «The Big Bang Theory», esmentada ja en la qüestió 1. Segueixen els noms d'Albert Einstein (16,33 %) i Steve Jobs (10,20 %) com a més destacats, que també tenen una imatge força mediàtica. La resta de noms solen ser presents en els llibres i assignatures cursades anteriorment pels alumnes. Les obres, tant literàries com audiovisuals, que hi ha sobre ells són massa minoritàries per a ser conegudes pels enquestats. Entre els diversos noms que apareixen, tal com veiem en la taula, destaca la presència de només dues dones científiques: Marie Curie (7,14 %) i Hipàtia (3,06 %). El total de respostes (98) dóna una mitjana de 2,65 científics per enquestat, cosa que resulta acceptable, vist que ens referim a personatges majoritàriament coneguts a través dels mitjans de comunicació o de les aules.

6. Creus que es podria utilitzar la presència de personatges científics als mitjans de comunicació a fi d'interessar més els alumnes per l'aprenentatge de les ciències? Com?	ES PODRIA UTILITZAR...?	Respostes	%
	Sí	37	100
	No	0	0
	COM?	Respostes	%
	Per a motivar els alumnes	12	30,00
	Utilitzant pel·lícules o fragments	9	22,50
	Cal conèixer-ne els recursos	3	7,50
	Per a fer l'aprenentatge més dinàmic	3	7,50
	Utilitzar les TIC	2	5,00
	Com a complement	2	5,00
	Usar més audiovisuals i laboratori	2	5,00
	<i>Sense cap comentari</i>	2	5,00
	Altres	5	12,50
	TOTAL RESPOSTES	40	100

Finalment la qüestió 6 mostra les bones intencions respecte a l'ús dels mitjans de comunicació per a millorar la imatge de la ciència i els científics així com millorar l'interès dels alumnes pel seu aprenentatge. Tots els enquestats coincideixen en la resposta afirmativa i mostren igualment una varietat de formes per a fer-la efectiva. Predominen els que destaquen l'aspecte motivador (30,00 %), la utilització de pel·lícules completes o fragments (22,50 %), els que mostren que caldria conèixer-ne els recursos (7,50 %) i els que indiquen que pot fer l'aprenentatge més dinàmic (7,50 %). La resta de respostes (12,50 %) són més disperses i se n'indiquen una per enquestat, però poden enriquir les possibles utilitzacions (ús de les TIC, complement a la formació, ús d'audiovisuals, acostar la ciència als alumnes, programes de TV divertits...). En total hi ha 40 respostes possibles, és a dir, pràcticament tots els enquestats assenyalen alguna proposta (només 2 no fan cap comentari). Algunes respostes concretes suggereixen: «portar l'aula al laboratori i canviar la teoria per la pràctica», «si coneguérem aquests recursos els podríem utilitzar per a treballar les ciències», «optar per recursos a banda del llibre de text és positiu perquè motiva els alumnes i els implica més en el que han de fer».

Conclusions i perspectives

Aquests resultats poden confirmar en conjunt l'escassa presència del paper dels científics en els mitjans de comunicació de masses o, si més no, l'escassa repercussió en el públic que els segueix. La conclusió provisional seria que cal tenir més en compte el paper dels mitjans de comunicació en la imatge de la ciència, emprant en la mesura que siga possible la lectura d'obres literàries, o fragments d'elles, que ajuden a comprendre millor el paper de la ciència en la societat (Solbes & Traver, 2014). Alguns exemples poden ser: *La longitud* o *La Hija de Galileo*, de Dava Sobel; *En busca de Klingsor*, de Jorge Volpi, diferents títols clàssics de Jules Verne...

Per altra banda, l'ampli panorama del cinema i la TV pot ajudar a mostrar més adequadament la ciència i els científics amb un entorn més lúdic i accessible als alumnes, sempre que es faci amb criteris adequats per a evitar els tòpics i visions esbiaixades. Alguns exemples interessants poden ser:

Galileo de Liliana Cavani o bé *Galileo* de Joseph Losey (basada en la peça teatral de Brecht), *Los méritos de Madame Curie*, *Apol·lo 13*, *Interstellar*, *Gravity*, *2001: Una odisea del espacio*, *Contact*, *La amenaza de Andrómeda*... Els programes de TV presenten més varietat de formats i hi ha des dels documentals (alguns de clàssics com *Cosmos* de Carl Sagan i la producció moderna de Neil Tyson), fins als programes d'entreteniment que incorporen aspectes més cridaners de caràcter escassament divulgador (Lozano & Solbes, 2014).

Els resultats obtinguts amb els alumnes del Grau de Mestre auguren que poden ser molt semblants als d'altres professors en formació, per això pensem que l'estudi es podria ampliar als alumnes del Màster de Secundària i a d'altres col·lectius de professors de ciències, per tal de constatar la influència dels mitjans de comunicació en aquests docents i futurs docents.

Per una altra banda, en els diversos cursos dirigits a professorat en actiu on s'han fet propostes d'introducció d'història de la ciència la seua valoració ha estat positiva, però s'hi han mostrat algunes dificultats que pot plantejar el seu ús, des de l'escassa formació en història de la ciència que té el professorat d'aquestes matèries fins a la complexa gestió del temps que cal fer en els cursos de Secundària actualment. No obstant això, creiem que en la formació del professorat, pels aspectes didàctics que comporta, l'ús de la història hauria de ser una prioritat atesos els indubtables avantatges que el seu coneixement comporta en la millora de la tasca docent, tal com ja hem assenyalat al principi d'aquesta comunicació.

Referències bibliogràfiques

- BOWLER, P. J.; MORUS, I. R. (2005), *Panorama general de la ciencia moderna*, Barcelona, Crítica.
- DUNBAR, R. (1999), *El miedo a la ciencia*, Madrid, Alianza.
- DURAN, X. (2015), *La ciència en la literatura. Un viatge per la història de la ciència vista per escriptors de tots els temps*, Barcelona, Publicacions i Edicions de la UB.
- ELIAS, C. (2008), *La ciencia estrangulada*, Barcelona, Debate.
- HODSON, D. (1994), «Seeking Directions for Change. The Personalisation and Politisation of Science Education», *Curriculum Studies*, **2** (1), 71-98.
- IZQUIERDO, M. (1994), «Cómo contribuye la historia de las ciencias en las actitudes del alumnado hacia la enseñanza de las ciencias». *Aula de Innovación Educativa*, **27**, 37-41.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2010), *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*, Barcelona, Graó.
- KRAG, H. (2007), *Generaciones cuánticas*, Madrid, Akal.
- LOZANO, O. R.; SOLBES, J. (2014), «¿Divulgación o entretenimiento? Ciencia recreativa en los espacios televisivos». A: DÍAZ, J.; GAONA, C. (coord.), *Creatividad e innovación en el espacio universitario*, Madrid, Acción Cultural y Científica Iberoamericana, 403-425 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/46448>>
- MATTHEWS, M. R. (1994), «Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual», *Enseñanza de las Ciencias*, **12** (2), 255-277.
- PETIT, M. F.; SOLBES, J. (2012), «La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, **30** (2), 69-86.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (2006), *El poder de la ciencia*, Madrid, Crítica.
- SOLBES, J. (1999), «Los valores en la enseñanza de las ciencias», *Alambique*, **22**, 97-109.
- SOLBES, J. (2002), *Les empremtes de la ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*, Alzira, Germania.
- SOLBES, J. (2009), «Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **6** (2), 190-212 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/35013>>
- SOLBES, J.; RUIZ, J. J.; FURIÓ, C. (2010), «Debates y argumentación en las clases de física y química», *Alambique*, **63**, 65-76.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. (1996), «La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química», *Enseñanza de las Ciencias*, **14** (1), 103-112 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/36268>>
- SOLBES, J.; TRAVER, M. (2001), «Resultados obtenidos introduciendo la historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas», *Enseñanza de las ciencias*, **19** (1), 151-162 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/36390>>
- SOLBES, J.; TRAVER, M. (2003), «Against a negative image of science: history of science in the physics & chemistry education», *Science & Education*, **12**, 703-717 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/36585>>
- SOLBES, J.; TRAVER, M. (2011), «Historia de la física y enseñanza de la física». A: *Física y química, complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Editorial Graó.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. (2014), «Ciència, científics i literatura», *Mètode*, **82**, 37-43 [en línia] <<http://roderic.uv.es/handle/10550/40247>>