

A través de la figura d'Albert Einstein, aquest escrit vol fer arribar la física als docents i també als infants, tot situant el personatge en el seu context. S'incideix, doncs, en el tema per dues bandes: una, la que integra la ciència en la cultura i, l'altra, la que facilita la familiarització amb una sèrie de conceptes.

Evelyn Einstein, néta d'Albert Einstein, escrigué:

El meu avi vivia en una casa blanca de dos pisos, amb porxos i columnes, del carrer Mercer. Per una escala es pujava al seu despatx. Excepte quan estava ocupat, em donava una càlida acollida i aconseguia que em sentís a casa. Mai em feia callar ni m'intimidava, ni tan sols quan tenia cinc anys.

(Calaprice, 2003)

És la imatge que tots tenim d'un Einstein d'aspecte bondadós, amb els cabells de color blanc —i llargs—, que tant s'ha caricaturitzat (Roca-Rosell, Bayés, 2005).

Einstein a l'escola

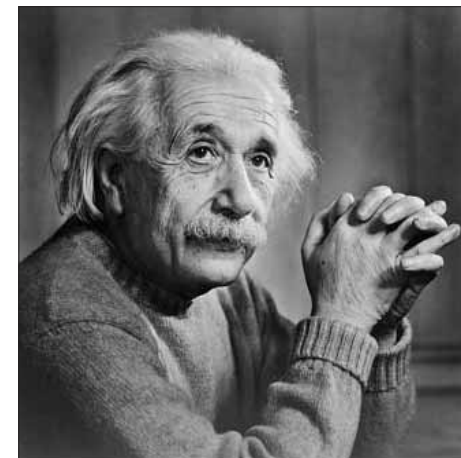
Un dels mites més populars sobre Einstein fa referència a un suposat nen mal estudiant i amb males notes. És cert que, de molt petit, Einstein va tardar a parlar amb fluïdesa, però d'això a retratar-lo com una persona retardada, hi ha un abisme. Einstein nasqué a Ulm (Alemanya) el 14 de març de 1879. L'any següent, tota la família es traslladà a Munic i, malgrat que la seva família era jueva, l'any 1885 entrà a la

Petersschule, un centre catòlic. Als vuit anys, va canviar al Luitpold-Gymnasium de Munic, on rebé una educació estricta i intolerant que el marcaria profundament. Uns quants anys més tard, afirmaria: «Aquesta manera de fer destrueix els bons sentiments, la sinceritat i la seguretat de l'alumne en ell mateix». Aquest rebuig a l'escola *prussiana* prosseguiria amb uns marcats antimilitarisme i pacifisme, que el portarien a renunciar a la pròpia nacionalitat alemanya. En aquests anys escolars, el jove Einstein se les enginyà per estudiar pel seu compte les matèries que li atreïen més l'atenció. El curs 1895-1896, però, el passà a la Kantonsschule d'Aarau (Suïssa), on es va preparar per entrar a la universitat. Les seves notes d'aquesta etapa ens mostren un estudiant molt bo, amb les màximes qualificacions en

matemàtiques, física i ciències naturals.

Tant a Aarau com a l'Institut Polítècnic Federal de Zuric, on cursà els seus estudis universitaris, l'ensenyament que hi rebé fou totalment diferent del que se li havia impartit a Munic. Einstein va encetar una bona

Albert Einstein, 1879-1955



El tema de l'educació preocupà sempre Einstein, que mantingué una bona relació epistolar amb infants de tot el planeta al llarg de la seva vida

amistat amb un grup d'estudiants inquietos que s'autodenominaren Acadèmia Olimpia i, també, inicià una relació amb Mileva Maric, estudiant d'origen serbi, que més endavant esdevindria la seva primera esposa. Són ben conegudes les peripècies que portaren el jove Einstein a obtenir una feina a l'oficina de patents de Berna i com, des d'allà, publicà, l'any 1905, tres articles que revolucionaren la física (Sallent i altres, 2005).

El que voldria ressaltar aquí és la complexa personalitat d'Einstein, plena de contradiccions, des de la seva incapacitat per portar una vida familiar «normal», fins al seu retorn a Alemanya per acceptar la direcció d'un nou institut de física a Berlín. Aquest darrer fet comportà la ruptura definitiva amb Mileva —es varen divorciar el 1919— i fou la seva cosina Elsa qui prengué el paper d'esposa —i curadora— d'Einstein. Entrentant, però, la seva fama, sobretot a partir de la confirmació experimental de la relativitat general en les observacions de l'eclipsi de sol de l'any 1919, augmentà enormement fins que esdevingué un veritable personatge mediàtic. El seu triomfal viatge als Estats Units de l'any 1921 n'és una bona mostra. De totes maneres, la seva fama el portà cap a noves contradiccions vitals, entre elles la redacció, juntament amb Leo Szilard, de la carta del 2 d'agost de 1939 al president F. D. Roosevelt, que va constituir l'inici del projecte atòmic dels Estats Units i que culminà amb el llançament de les bombes d'Hiroshima i Nagasaki.

Einstein i l'educació

El tema de l'educació preocupà sempre Einstein, que mantingué una bona relació epistolar amb infants de tot el planeta al llarg de la seva vida (Calaprice, 2003). Algunes citacions del propi Einstein ens poden ajudar a copsar la seva visió del món de la docència. En primer lloc, referint-se a la importància d'acostar-se als problemes amb una ment oberta i al valor de la imaginació enfront dels coneixements merament enciclopèdics, escrigué: «La imaginació és més important que el coneixement. El coneixement és limitat. La imaginació encercla el món». Ara bé, hom ha de perseverar, i així reconeix —amb excessiva modèstia—: «No tinc cap talent particular, sóc únicament inquisitiu». O també: «No és que sigui tan intel·ligent, és que m'estic més amb els problemes». La curiositat enfront del món era per a Einstein la seva raó d'ésser: «El més important és no deixar de fer-se preguntes. La curiositat té la seva pròpia raó per existir».

Einstein, que era, com hem vist, molt crític enfront de l'educació que havia rebut, escrigué: «És un miracle que la curiositat sobrevisqui a l'educació formal». També afirmà: «Un no comprèn realment una cosa fins que és capaç d'explicar-la a la seva àvia», tot indicant que s'han d'entendre els conceptes, sense quedar-se a la façana externa o escudar-se en paraules tècniques que poden amagar una manca de veritable comprensió.

Referint-se a com hauria d'ésser la tasca d'un ensenyant, afirmà:

«La imaginació és més important que el coneixement. El coneixement és limitat. La imaginació encercla el món»

S'ha de desenvolupar la inclinació infantil per jugar i el desig de conèixer i guiar els infants cap als camps importants de la societat. Una escola així requereix que el mestre sigui una mena d'artista.

Jugant i experimentant amb les ones

Tots hem llençat alguna vegada una pedra sobre l'aigua i hem observat com es formen ones circulars que es van propagant en cercles concèntrics a partir del punt de l'impacte (imatge 1). Aquesta senzilla observació pot convertir-se en una línia de recerca prou interessant, si no ens limitem a observar aquest fenomen i prou i seguim preguntant-nos *una mica més* sobre ell. Què passarà si llancem dues pedres alhora?

Res més fàcil que provar-ho, i, si ho fem, observarem la formació d'un magnífic patró d'interferència (imatge 2). Podem anar més lluny encara estudiant les ones sobre l'aigua? Aquest cop, podem provar de canviar d'escenari i llançar una pedra sobre l'aigua quieta d'un canal. Es formen, de nou, ones circulars que s'allunyen del punt de l'impacte, però, en arribar a les parets del canal, podrem observar com reboten —es reflecteixen—, canvien de direcció i tornen cap al centre, tot superposant-se a les originals (imatge 3).

Finalment, podem provar de llançar la pedra sobre l'aigua en moviment d'un canal. La propagació de les ones circulars es veurà afectada pel curs de l'aigua —fenomen conegut pel nom d'*arrossegament*—, que es manifestarà en una deformació que dóna a les ones una aparença el·líptica, seguint la direcció del moviment. I què hi té a veure Einstein amb tot això? Doncs,

Imatge 1. Formació d'ones circulars sobre l'aigua.



Imatge 2. Figura d'interferència resultat de la superposició de dues ones circulars.



Imatge 3. Reflexió i superposició d'ones confinades entre les parets d'un canal.



que, en els orígens de la teoria de la relativitat restringida del 1905, hi ha l'experiment realitzat a Cleveland, Ohio, l'any 1887 per A. A. Michelson i E. W. Morley, per tal de detectar algun efecte d'arrossegament de la llum. L'experiment mostrà la impossibilitat de detectar variacions en la velocitat de la llum i posà en qüestió la pretesa existència d'un medi *material*—com ara l'aigua per a les ones dels experiments anteriors— que servís de suport a la propagació de les ones lluminoses. La constància de la velocitat de la llum constituí un dels pilars sobre els quals Einstein construï la seva teoria de la relativitat.

La percepció de la llum i el color

Quan Newton presentà, a la Royal Society de Londres, el seu experiment consistent a fer passar llum «blanca» per un prisma i veure com se separava en colors, semblava que la qüestió de la naturalesa física dels colors ja havia quedat resolta. Per exemple, la formació de l'arc de Sant Martí s'explicava perfectament a través de la refracció i la reflexió de la llum en les gotetes d'aigua de la pluja. Això no obstant, la realitat fou tota una altra. El propi Goethe s'adonà que fenòmens com els de la formació de postimatges, la variació del color aparent d'un objecte d'acord amb el color del fons sobre el qual es disposa i uns altres de similars, no es podien explicar convenientment. Ara sabem que la teoria dels colors de Newton era errònia, perquè la llum és una ona electromagnètica i els colors de l'espectre es corresponen a diferents longituds

d'ona. De totes maneres, les objeccions de Goethe segueixen sent aplicables a la teoria electromagnètica de la llum.

Aquesta és la màgia de la ciència: abans d'iniciar el camí, hom no sap fins on es pot arribar

El problema no prové tant de la *naturalesa* de la llum com de la comprensió dels fenòmens de *percepció* de la llum i el color, que no començaren a ésser compresos fins als estudis de Hermann Helmholtz (1821-1894), que establí les bases de la teoria tricolor. En aquesta història, *anar més enllà* en les preguntes porta a passar de l'estudi d'un fenomen físic, com ara la llum, a un fenomen sensorial, com ara la percepció, i aquesta és la *màgia* de la ciència: abans d'iniciar el camí, hom no sap fins on es pot arribar.

Per acabar, voldria recordar un fragment de la cançó de George Weiss i Bob Thiele, popularitzada per Louis Armstrong, *What a wonderful world*, que, si ens hi fixem, ens proposa tot un programa d'observacions del món físic que ens envolta i que poden convertir-se en punts de partida de múltiples investigacions (Baig, 2002).

*I see skies of blue and clouds of white
The bright blessed day, the dark sacred night
And I think to myself what a wonderful world...¹*

Conclusió

Un dels propòsits d'aquest escrit ha estat aprofitar el ressò de l'any mundial de la física (2005) per desmitificar

Einstein no fou un científic allunyat de la realitat. Tragué profit de la seva fama per poder influir en el que ell considerava que havia de fer

la figura d'Albert Einstein i fer-la més propera a les educadores i als educadors i, a través d'ells, als infants. Hem vist alguns episodis de la seva vida, amb totes les humanes contradiccions del seu comportament, per tal de situar-lo en el seu entorn històric i social. I és que no es pot aïllar la persona del seu context. Una història de la ciència merament «tècnica» esdevindria molt poc profitosa i poc comprensible. Les activitats creadores d'Albert Einstein tingueren lloc en unes circumstàncies molt concretes —dues guerres mundials, nazisme, creació de l'Estat d'Israel...— i en un context d'avenços enormes en la ciència —observacions astronòmiques, descobriment de la física del nucli atòmic...—. Einstein no fou un científic allunyat de la realitat. Tragué profit de la seva fama per poder influir en el que ell considerava que havia de fer. Tot això propicia que sigui molt enriquidor apropar-se a la seva figura i, a través d'ella, apropar-se també a la seva obra. D'aquesta manera, hom incideix en un doble objectiu: d'una banda, integrar la ciència en la cultura i, d'una altra, anar-se familiaritzant amb una sèrie de conceptes —propagació de les ones, fenòmens de superposició, llum i color...—, que, malgrat que potser no es puguin comprendre ara en profunditat, quan arribi el moment, hom n'haurà adquirit ja una visió prèvia que en facilitarà la comprensió.

la figura d'Albert Einstein i fer-la més propera a les educadores i als educadors i, a través d'ells, als infants. Hem vist alguns episodis de la seva vida, amb totes les humanes contradiccions del seu com-

HEM PARLAT DE:

- Didàctica de les ciències experimentals.
 - Divulgació científica.
 - Albert Einstein.
-

Nota

1. Veig cels de blau i núvols de blanc
El beneït dia lluminós, l'obscura nit sagrada
I penso, quin món tan meravellós

Referències bibliogràfiques

- BAIG, M. (2002): «Òptica atmosfèrica, la física del paisatge». *Física de la quotidianitat*. Fundació Caixa de Sabadell. Col·lecció Aula de Ciència i Cultura, núm. 17.
- CALAPRICE, A. (ed.) (2003): *Querido profesor Einstein: Correspondencia entre Albert Einstein y los niños*. Barcelona. Gedisa.
- ROCA-ROSELL, A.; BAYES, P. (2005): *Petita història d'Albert Einstein*. Barcelona. Mediterrània.
- SALLENT, E.; ROCA, A.; MOLINA, A. (ed.) (2005): *1905. El jove Einstein en català*. Barcelona. Institut d'Estudis Catalans.

Marià Baig i Aleu
Universitat Autònoma de Barcelona

baig@ifae.es