



Fotos entrevista: Ana Ponce

# JOSÉ ADOLFO DE AZCÁRRAGA

Catedràtic de Física Teòrica

## «LA CIÈNCIA ÉS CULTURA»

Anna Mateu

José Adolfo de Azcárraga va inaugurar el 2005 la sèrie de «Monografies Mètode» amb el llibre *Albert Einstein. El seu segle i la seua ciència*. Ara, acaba de publicar *En torno a Albert Einstein. Su ciencia y su tiempo* (PUV, 2006) —una ampliació en castellà d'aquell primer treball— amb què va guanyar el 2005 el Premio Especial Año Mundial de la Física, atorgat conjuntament per la Real Sociedad Española de Física, la Real Sociedad Matemática Española i la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Catedràtic de Física Teòrica de la Universitat de València i investigador del grup de Física Matemàtica i Física Teòrica d'Altes Energies de l'IFIC —on es treballa al voltant de la física d'altres energies, física nuclear o la xarxa de càlcul GRID—, José Adolfo de Azcárraga és un home de semblant seriós però que s'apassiona en parlar de la seua vocació, la física, que reconeix que va descobrir gràcies al seu professor Fernando Senent i per la qual abandonà les seues aspiracions juvenils envers la medicina i l'aeronàutica. L'entrevistem al seu despatx, envoltats de llibres, papers, notes i d'alguns dels grans pares de la física, repartits per tota la paret en forma de pòsters o retrats: Ernest Rutherford, Galileo Galilei, Hendrik Lorentz, Max Born, Paul Dirac i, per descomptat, Albert Einstein.

El seu llibre se centra en la figura d'Albert Einstein, què va significar per a la ciència?

Hi ha molt pocs científics els descobriments dels quals hagen significat un abans i un després en la història de la humanitat. Si la llista es reduïra a tres, citaria Newton, Darwin i Einstein. Per a la ciència en general, i sobretot per a la física, Einstein va representar un canvi considerable respecte a tot el que s'havia fet al segle XIX. Aleshores hi havia el que s'anomena física clàssica. Einstein va superar les limitacions de la física newtoniana i va contribuir a establir les bases de la física quàntica, amb

la teoria de l'efecte fotoelèctric, que és l'aportació que li va valer el Premi Nobel, tot i que siga popularment més conegut per la teoria de la relativitat, l'especial de 1905 i la general o teoria del camp gravitatori de deu anys més tard. De fet, aquestes aportacions van ser les que ajudaren a fundar una part de la física que ell no va acceptar d'una manera definitiva. No hi ha cap dubte que, juntament amb Newton, Einstein ha estat un dels millors i més grans físics que mai han existit.

Precisament al seu llibre planteja un capítol titulat «Newton vs. Einstein», en la seua opinió qui dels dos va ser més decisiu per a la física?

Tots dos van ser científics extraordinaris que van canviar la nostra manera de veure el món, tot i que personalment sí que van ser molt diferents. Newton era una persona ambiciosa amb afanys de poder, rancorós i que detestava les dones. Einstein, encara que també tenia un caràcter fort, no va tenir mai afanys de poder, socialment va ser molt compromès i gaudia amb la companyia de les dones, però com a espòs i com a pare deixava molt a desitjar. A banda d'aquestes diferències personals, científicament ho deixaria en un empat. Fins i tot, tenint en compte que

Newton va treballar al segle XVII, li donaria un petit avantatge.

Al llibre reflecteix també la biografia personal d'Einstein, però també ens parla d'altres científics de l'època...

Es tracta d'un llibre molt ambiciós, que volia anar més enllà de la biografia d'Einstein. Una altra cosa és que ho haja aconseguit amb èxit. Amb aquest llibre pretenia reflectir l'evolució de la ciència en el segle XX i més concretament de la física, i per descomptat en aquesta evolució Einstein va representar un paper fonamental. Però, com es pot observar, al llibre apareixen altres físics i

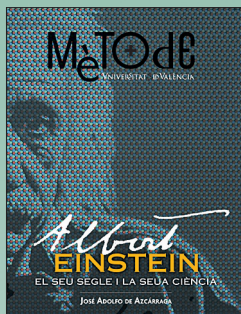
«UNA PERSONA QUE HAJA  
LLEGIT DOSTOIEVSKI  
I HUXLEY, I A QUI LI AGRADE  
MOZART NO ÉS  
VERTADERAMENT CULTA  
SI NO CONEIX MÍNIMAMENT  
LES IDEES DE DARWIN  
O NEWTON»

## EL SEGLE DE LA FÍSICA

Deia Eugene Wigner, premi Nobel de física i bon amic d'Albert Einstein, que «la física s'està tornant tan increïblement complexa que cada vegada costa més temps preparar un físic. De fet, costa tant de temps preparar-lo perquè arribe al punt en què entenga la naturalesa dels problemes físics que quan hi arriba ja és massa vell per resoldre'ls». Resulta sorprenent que, en canvi, fa tan sols un segle fóra possible que un físic, a l'edat de 26 anys, publicara en només un any, 1905, descobriments científics tan transcendents que revolucionaren completament el desenvolupament de la física moderna.

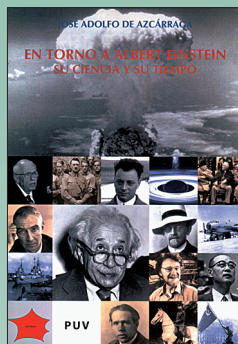
Certament, l'estat de la física a principi del segle xx encara permetia l'existència de genialitats com les d'Einstein, que va arribar a entendre «amb profunditat la naturalesa dels problemes que va abordar». El catedràtic de Física Teòrica de la Universitat de València José Adolfo de Azcárraga va voler reflectir els avenços de la física en aquesta època en el llibre *Albert Einstein. El seu segle i la seua ciència* (Mètode, 2005), per ampliar-lo després en la versió en castellà, *En torno a Albert Einstein: su ciencia y su tiempo* (PUV, 2006). Comença el llibre de José Adolfo de Azcárraga descrivint aquell «any meravellós» en què Einstein va realitzar tal proesa. Azcárraga fa comprensibles tant la situació de la física en aquell moment com les contribucions del mateix Einstein i l'impacte que van tenir en la comunitat científica. Amb un llenguatge amè, ens situa en el context adequat per entendre el que van significar aquests treballs per a la física, ens parla de les persones que van influir sobre Einstein, de la seua vida, les seues aficions, els seus encerts i les seues flaqueses, en una narració encertada que, sens dubte, enganxa. Sense perdre el rigor, la lectura d'aquest llibre resulta lleugera, perquè, encara que tracta de temes que potser no són gaire senzills d'entendre –l'efecte fotoelèctric, el moviment brownià, la relativitat especial o l'equivalència entre la massa i l'energia–, Azcárraga troba un estil impecable i manifesta una extraordinària capacitat per comunicar, per fer arribar al lector la seua passió per la física i per la seua història: no sols què sabem sinó com hem arribat a saber el que sabem.

Aquest és un aspecte que desgraciadament es negligeix en els estudis universitaris i això és, precisament, el que confereix a l'obra un gran interès, tant per al públic general, com per als investigadors mateixos, i de manera particular per als professors de física d'ensenyament secundari i universitari. Molts investiga-



### **Albert Einstein. El seu segle i la seua ciència**

José Adolfo de Azcárraga  
Publicacions de la  
Universitat de València,  
«Monografies Mètode I»,  
València, 2005, 171 pàgines.



### **En torno a Albert Einstein: su ciencia y su tiempo**

José Adolfo de Azcárraga  
Publicacions de la Universitat  
de València, València, 2006.  
326 pàgines.

«AZCÁRRAGA TROBA  
UN ESTIL IMPECABLE  
I MANIFESTA UNA  
EXTRAORDINÀRIA  
CAPACITAT PER COMUNICAR  
LA SEUA PASSIÓ PER  
LA FÍSICA I PER LA SEUA  
HISTÒRIA»

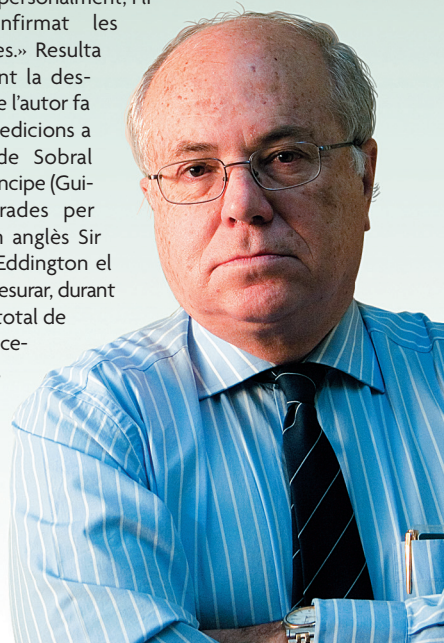
dors, ben sovint concentrats en la seua activitat quotidiana, ignoren per complet la història que subjau en els conceptes que utilitzen. La docència, preocupada per complir densos programes educatius, passa per alt el desenvolupament històric associat a les idees i els continguts que s'expliquen. Sens dubte, aturar-se en el procés històric, comprendre'l i enquadrar-lo en la societat de cada moment és l'única manera d'entendre realment la ciència, i és així com aquesta es mostra amb tota la seua grandesa.

El segon capítol del llibre és dedicat a les dues relativitats d'Einstein. Resulta adequat el tractament, gens polèmic, de les contribucions de Lorentz i Poincaré a la relativitat especial, però sobretot jo destacaria les explica-

cions d'Azcárraga de la nova teoria de la gravitació –la relativitat general–, escrites amb un llenguatge captivador que mostra que Einstein aconsegueix la popularitat precisament per presentar una teoria que prediu les observacions: la teoria general de la relativitat dóna compte, per exemple, de la precisió exacta de l'òrbita de Mercuri, una anomalia no explicada amb la teoria de la gravitació de Newton, Azcárraga conclou solemne:

«Aquest èxit va demostrar a Einstein que realment havia descobert nous principis fonamentals per a la descripció de l'univers. La naturalesa li havia parlat, personalment, i li havia confirmat les seues idees.» Resulta apassionant la descripció que l'autor fa de les expedicions a les illes de Sobral (Brasil) i Príncipe (Guinea), liderades per l'astrònom anglès Sir Arthur S. Eddington el 1919, per mesurar, durant un eclipsi total de

Sol, l'angle de deflexió de la llum procedent dels estels pròxims al disc solar, com a conseqüència de l'atracció gravitatòria produïda per la massa del Sol. La confirmació de la predicció d'Einstein va significar el principi de la seua fama i popularitat, però també un exemple sociològic del paper internacional de la ciència, que va més enllà de les nacions i les seues disputes: acabada la Primera



Guerra Mundial, un astrònom anglès confirma una teoria fonamental d'un físic alemany.

Continua Azcárraga descrivint alguns dels viatges del ja famós Einstein, en particular la seua visita a Espanya el 1923 de la mà de Blas Cabrera, Gregorio Marañón i José Ortega y Gasset. Amb l'adveniment del nazisme a Alemanya arriben els «anys turbulents» en la vida d'Einstein, i el posterior establiment definitiu als Estats Units. El pensament filosòfic d'Einstein i la interpretació que va fer de la mecànica quàntica, contrària a la que es coneix com a interpretació de Copenhaguen i les discussions amb Niels Bohr són temes complexos, que apareixen tractats d'una manera molt pedagògica en el part central del llibre.

El paper d'Einstein com a home públic és abordat àmpliament en el capítol cinquè; la seua relació amb el poble jueu, declinant fins i tot l'ofertament de la presidència de l'Estat d'Israel; les seues cartes al president nord-americà Roosevelt en què li urgeix a estar alerta davant una possible bomba atòmica alemanya; la implicació dels científics del bàndol aliat en la construcció de la bomba atòmica; el paper d'Einstein, després de la fi de la guerra, advertint sobre la possibilitat de l'holocaust nuclear i la seua decidida implicació per a promoure la pau en l'àmbit internacional. En els capítols finals, Azcárraga compara Einstein amb Newton per parlar-nos de les lleis de la física i el seu objectiu d'explicar la naturalesa, reflexiona sobre el paper de la ciència en general en la societat i finalment ens mostra el gran llegat d'Einstein fent un repàs als grans reptes de la física moderna, des de la física dels forats negres a la cosmologia amb els seus intents per descobrir la naturalesa de la matèria i l'energia fosques que dominen l'univers.

L'estructura del llibre permet fer-ne diferents lectures, ja que, en paral·lel al cos principal del text, trobem notes al peu amb explicacions més detallades, cronologies esquemàtiques i trenta desglossaments, que van des dels requadres biogràfics d'eminentes físics coetanis a Einstein, a la història de la teoria del Big Bang, passant per algunes explicacions tècniques dirigides a un lector més entès. Cal destacar l'acurada presentació i una edició impecable, plena a vessar de fotografies i il·lustracions ben comentades i molt apropiades, que alleugereixen la lectura.

En resum, Azcárraga ens presenta una història fascinant: no sols la d'un home excepcional, sinó la d'una època extraordinàriament fructífera. Com en un concert per a violí i orquestra (ja se sap que Einstein tocava aquest instrument de corda) en què el solo de violí pot ser majestuós, la contribució d'Einstein ho és –i en el llibre queda patent–, però s'emmarca en una conjunt orquestral on cada músic és superb: Boltzmann, Heisenberg, Mach, Planck, Bohr, Dirac, Schrödinger, Sakharov entren i ixen d'aquesta simfonia sota la batuta d'Azcárraga, que, amb gran sentit de l'equilibri, ordena els esdeveniments, separant el gra de la palla, destacant aquelles contribucions que els fan rellevants, de vegades introduint, com a contrapunt –necessari en una obra polifònica–, anècdotes o experiències vitals que ens acosten als científics com a homes i dones, amb les seues grandeses i debilitats.

VICENT J. MARTÍNEZ

Director de l'Observatori Astronòmic de la Universitat de València

científics d'altres disciplines, i pretenc transmetre la importància de la ciència en la societat i del paper que va representar en aquell segle, així com el seu valor com a part essencial de la cultura i de l'humanisme. El llibre tracta fins i tot de temes d'art i com la física actual ha estat influïda per la física del segle XX, de manera que en aquest sentit el llibre va prou més enllà que descriure la persona d'Einstein i les seues contribucions. Einstein té un gran protagonisme, però el llibre va més enllà de la seua figura.

Tot i ser un dels científics més populars, el rector de la Universitat de València, Francisco Tomàs, afirma al pròleg de la versió en valencià del seu llibre que «les idees d'Albert Einstein continuen resultant inaccessibles a bona part del públic». Per què és Einstein popular i desconegut alhora?

El problema del gran públic en general és que allò que li agrada són temes simples que puga entendre fàcilment o ficar dins esquemes preconcebuts. Açò explica l'arrelament del tarot, l'astrologia i altres calamitats semblants en ple segle XXI. Des del punt de vista científic s'entén que Einstein no siga molt conegut, perquè la teoria de la relativitat o la teoria quàntica són en certa mesura difícils, ja que tracten fenòmens molt allunyats de la nostra experiència directa. No obstant això, les idees essencials i les seues conseqüències sí que es poden entendre, i això és el que pretenc amb aquest llibre. El primer desconeixement resulta comprensible si es pensa que les seues teories es van escriure en un llenguatge matemàtic, que és el llenguatge propi de la física i de pràcticament totes les ciències. Però realment des d'un punt de vista descriptiu són perfectament accessibles i això és el que tracte en el llibre, de facilitar l'accés a les seues idees.

Es pot dir que el públic està més interessat per qüestions anecdòtiques d'Einstein que en la seua tasca com a científic?

Sens dubte, des d'un punt de vista ja més personal, la imatge d'Einstein està rodejada de tots els tòpics que a tothom li agradaria que foren certs, i li citaré dos casos. Un és la idea que quan Einstein anava a escola era una mica retardat. Tota una falsedat, ja que era un xiquet extraordinàriament intel·ligent, precoç, que llegia Kant quan estava a l'escola, que estudiava matemàtiques i física pel seu compte i que tenia totes les característiques que podrien atribuir-se a un futur geni. L'altre és aquella imatge que es té d'Einstein com un inconformista, el que ara es diria «un tio amb bon rotlló», i es posa com a exemple la famosa foto d'Einstein traient la llengua. Doncs bé, aquesta foto li la feren quan anava en un cotxe





perseguit per un fotògraf obstinat. Ja cansat, Einstein va traure la llengua al fotògraf per evitar que obtinguera una bona foto o com un gest de disgust, el que passa és que després aquesta foto s'ha fet més famosa que qualsevol altra del científic, però no és que ell fera aquest gest per tenir un aspecte graciós.

Creu vostè que la ciència en general, i potser la física en particular, resulta inaccessible per al gran públic?

La ciència té la mateixa inaccessibilitat que poden tenir els textos de literatura alemanya per a algú que no coneix l'alemany. La ciència s'escriu en llenguatge matemàtic, i aquell que no sàpiga «parlar» i «llegir» en aquest llenguatge tindrà grans dificultats per accedir a gran part del coneixement científic. És cert que hi ha branques de les ciències més descriptives, com pot ser la biologia, però fins i tot en alguns dels seus camps les matemàtiques fan un paper clau. Personalment, crec que la influència de les matemàtiques anirà a més. L'educació científica dels xiquets o l'educació matemàtica,

que avui deixa molt a desitjar, és molt important. La impenetrabilitat de la ciència existeix perquè es requereix aquest llenguatge per fer lectures de tipus científic profund, però per a comprendre les idees que descriuen les teories, el llenguatge comú és suficientment precís.

A part d'investigador, vostè ha fet també diversos treballs de divulgació, el paper del divulgador és precisament aquest? Fer comprensible el llenguatge de la ciència a aquells que no el dominen?

Els científics que ens dediquem a les ciències pures tenim un deute amb la societat, que és qui ens proporciona llocs de treball i diners per a investigar. Una manera de tornar aquest deute és explicar allò que fem, quins efectes té i què pretenem. Aquesta faceta de divulgador és important i tots hauríem de tenir-la, particularment en una època de la nostra vida en què podem tenir una perspectiva un poc més general que quan començarem a fer investigació. La ignorància de les grans idees científiques és encara espectacular. Una persona que haja llegit Dostoievski i Huxley, i a qui li agrada Mozart, posem per cas, no és vertaderament culta si no coneix mínimament les idees de Darwin o Newton, o sap que la teoria de la relativitat, tot i aquest nom tan desafortunat, tracta precisament sobre allò que no és relatiu. La ciència és cultura i és, a més, essencial per a les nostres vides.

**«LES LLEIS DE LA NATURA  
SÓN ÈTICAMENT NEUTRES,  
DEPEN DELS HUMANS COM  
S'UTILITZEN»**

Seguint amb el llibre, vostè fa referència a la implicació d'Einstein en la construcció de la bomba atòmica i comenta que després se'n va penedir.

Aquest penediment cal posar-lo en el context degut. Einstein es va penedir com molts altres, però al final. Ben és cert que hi hagué un grup de científics involucrats d'una manera o altra amb el projecte Manhattan que van tractar d'evitar que es llançara la bomba atòmica sobre el Japó. Aquests optaven per fer una exhibició del poder del giny en un terreny desèrtic per evitar víctimes, però malauradament les coses eren més complexes i no tindríem temps per discutir-les detalladament, cosa que sí que he intentat al llibre. La responsabilitat de la bomba atòmica recau exclusivament sobre els polítics, tot i que fóra Einstein qui descobriera que l'energia és igual a la massa per la velocitat de la llum al quadrat ( $E = mc^2$ ) i és la fórmula que explica el perquè de l'alliberament d'energia tan monstruosa que es produeix en la bomba atòmica i per tant del seu poder destructiu. Però a algú se li acudiria fer responsable a Newton o als pares de la química de totes les guerres?

Perquè la trajectòria dels projectils es calcula justament aplicant les lleis de la mecànica de Newton i els explosius que hi ha darrere de totes les armes convencionals són explosius químics i es construeixen gràcies als avenços de la química.

Traslladant això a l'actualitat, fins a quin punt el científic pot influir en la manera com es fan servir els seus descobriments? És possible evitar el mal ús del coneixement científic?

Desgraciadament, no hi ha investigació en ciència pura que pugui separar l'aplicació militar que se'n fa de la no militar. Les lleis de la natura són èticament neutres, depèn dels humans que s'utilitzen. El que va significar la bomba atòmica va ser una mala aplicació dels coneixements científics bàsics que tenien aplicacions en altres contextos. Però aquesta mala utilització ja venia precedida de moltes altres com l'ús de la química en les bombes tradicionals. Fins i tot caldria plantejar-se si no va ser una sort que la bomba atòmica es provara realment i es veiera fins quin punt resultava absolutament terrible i paorosa, perquè imaginem que no haguera estat així. Després es podria haver tingut la temptació d'usarla en qualsevol altre conflicte i utilitzar l'armament nuclear quan en lloc d'haver-hi tres bombes atòmiques n'hi havia milers. D'altra banda, en el moment del conflicte, la conquesta dels illots del Pacífic causava literalment desenes de milers de morts. Només la presa d'Iwo Jima va costar prop de 30.000 morts i s'havien fet càlculs que la invasió del Japó hauria costat prop d'un milió de morts. De tota manera, en favor d'Einstein cal dir que ell era un pacifista convençut durant la Primera Guerra Mundial i ho va ser també durant la Segona, però en 1939 va incitar Roosevelt a aconseguir la bomba atòmica quan va pensar-se que l'Alemanya nazi podria estar darrere d'ella. Estic convençut que si ara es tornaren a donar les mateixes circumstàncies es tornaria a actuar de la mateixa manera. És molt fàcil jutjar-lo en temps de pau.

Però a hores d'ara, amb tots els debats al voltant de si cal investigar o no sobre certs temes, quin és el paper que ha de representar el científic? Se n'ha de mantenir al marge?

No. El científic ha de tenir veu i a més una veu qualificada perquè, com va dir el mateix Einstein en una oca-

sió, «ningú millor que el científic sap on li fa mal la sabata». El científic ha d'assessorar i criticar o opinar com un ciutadà qualificat amb coneixement de causa, però mai no ha d'anhelar el poder, aquest ha d'estar en mans dels polítics democràticament elegits.

El segle xx s'ha definit com el segle de la ciència. En el segle XXI continuarà tenint aquest paper tan important?

Més que el de la ciència, el segle xx ha estat el segle de la física, almenys en les seues dues primeres terceres parts. Després ha començat a ser també el de la biologia i la genètica. El paper de la ciència no pot més que augmentar per una raó elemental: a mitjan segle xvii la població mundial no arribava als 600 milions de persones, actualment ja supera els 6.500 milions i augmenta 100 milions cada any. La ciència ha de representar un paper important perquè totes aquestes persones tenen necessitats i desitgen que estiguen cobertes a un nivell occidental. Tota la resta de problemes del món deriven d'ací: la manca d'energia, l'esgotament dels combustibles fòssils, la desforestació, el forat d'ozó... És curiós que avui dia es parli més del canvi climàtic que de la superpoblació. En qualsevol cas, si hi ha solució, la ciència hi tindrà un paper essencial.

Quin és el valor essencial de la ciència al seu parer?

La ciència és essencial en les nostres vides i un dels majors èxits de l'ésser humà. El major problema de les societats modernes és l'adequació del seu temps biològic, lentíssim, al cultural, que evoluciona vertiginosament. L'única manera d'acostar aquests dos temps és l'educació, que ha d'incloure una formació científica adequada. És fàcil trobar solucions per a quasi tot si ignorem els aspectes globals del problema: per exemple, si augmenta la població, doncs talem més arbres per cultivar més terreny. Però això agreujaria una altra sèrie de problemes, com la desforestació o el forat de la capa d'ozó. La cosa més difícil és tenir una perspectiva global dels problemes. Només una bona educació científica i humanista podrà salvar els nostres fills de les grans crisis –potser ja iniciades– que ens cauran damunt. No hi ha res més rendible per a una societat que l'educació: el cost és menyspreable davant el de la ignorància. ☺

Anna Mateu. Periodista, cap de redacció de MÈTODE.

**«CAL PLANTEJAR-SE  
SI NO VA SER UNA SORT  
EL QUE LA BOMBA ATÒMICA  
ES PROVARA REALMENT  
I ES VEIERA FINS QUIN PUNT  
PODIA SER ABSOLUTAMENT  
TERRIBLE I PAOROSA»**