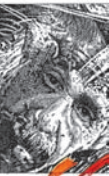




EINSTEIN ALS MITJANS DE COMUNICACIÓ

AL LLARG DEL PASSAT ANY MUNDIAL DE LA FÍSICA 2005, LES PÀGINES DE MÈTODE HAN RECOLLIT UNA SÈRIE DE TEXTOS QUE COMMEMORAVEN EL CINQUANTÈ ANIVERSARI DE LA MORT D'ALBERT EINSTEIN I EL CENTENARI DE LA PUBLICACIÓ DE LA SEVA TEORIA DE LA RELATIVITAT. AQUEST NÚMERO CLAUSURA LA TEMÀTICA EINSTEINIANA AMB DIFERENTS ESCRITS QUE INTENTEN ABASTAR NOVES FACETES ASSOCIADES A LA FIGURA D'EINSTEIN. EL PRIMER, «EINSTEIN I LA PREMSA» ÉS UNA ANÀLISI DE LA REPERCUSSIÓ MEDIÀTICA QUE VA ADQUIRIR EL CIENTÍFIC EN VIDA. EL SEU AUTOR, XAVIER ROQUÉ, NO ES CONFORMA AMB L'EXPLICACIÓ DE LA TRANSCENDÈNCIA QUE VAN ASSOLIR LES APORTACIONS CIENTÍFIQUES D'EINSTEIN, AIXÍ COM LA PERSONALITAT QUE CARACTERITZAVA EL CIENTÍFIC, SINÓ QUE INTENTA ENDINSAR-SE EN UNA SÈRIE DE MOTIUS PARALLELS ASSOCIATS A LA HISTÒRIA I CONSOLIDACIÓ DELS MITJANS DE COMUNICACIÓ, QUE REVELEN UNA NOVA VISIÓ DEL MITE PERIÒDIC D'EINSTEIN. A CONTINUACIÓ, L'ENTREVISTA A CECILIA JARLSKOG (UNIVERSITAT DE LUND, SUÈCIA), ANTIC MEMBRE DEL COMITÈ DE FÍSICA DELS PREMIS NOBEL, ENS PRESENTA LA DINÀMICA DE FUNCIONAMENT DE LA FUNDACIÓ NOBEL I CONVERSA AMB NOSALTRES SOBRE EL QUE VA SIGNIFICAR AQUEST GUARDÓ PER A EINSTEIN I PER AL SEU RECONeixEMENT ARREU DEL MÓN. EL SEGÜENT ARTICLE, «LA REVOLUCIÓ QUÀNTICA DE LA INFORMACIÓ», DE JOSÉ IGNACIO LATORRE, ÉS UN RECORREGUT ACTUAL PER LES NOVES POSSIBILITATS EN CRIPTOGRAFIA, COMPUTACIÓ I TELEPORTACIÓ QUE ENS OFEREIX LA MECÀNICA QUÀNTICA. TANQUEM LA SECCIÓ AMB «DE NEWTON A EINSTEIN». L'ARTICLE GUARDA RELACIÓ AMB EL PRIMER A PROPÒSIT DE LA TEMÀTICA MEDIÀTICA DEL CIENTÍFIC, ENCARA QUE AMB UNA ALTRA PERSPECTIVA: ANALITZA ELS CRITERIS D'AVALUACIÓ QUE ES FEIEN SERVIR PER A LES PUBLICACIONS CIENTÍFIQUES, CONCRETAMENT, ES FA REFERÈNCIA A LA CONTROVÈRSIA SOBRE L'ARTICLE D'EINSTEIN QUE *PHYSICAL REVIEW* VA REBUTJAR EL 1936 PERQUÈ UN EXPERT VA TROBAR UNA ERRADA EN ELS CÀLCULS. ELS ARXIVS QUE *PHYSICAL REVIEW* HA FET PÚBLICS AQUEST SETEMBRE PASSAT APORTEN UNA NOVA LLUM AL TEMA.



EINSTEIN I LA PREMSA

LA CONSTRUCCIÓ D'UNA ICONA CIENTÍFICA CONTEMPORÀNIA

Xavier Roqué



Einstein, parlant amb periodistes sobre l'energia atòmica. *Pittsburgh Post-Gazette*, 29 de desembre de 1934.

Com va esdevenir Albert Einstein el científic més popular del segle xx? La magnitud d'aquesta estrella de l'imaginari del segle és tan gran que la pregunta fa nosa. No és òbvia la resposta? Einstein va esdevenir una celebritat per mèrits propis: les seves idees sobre l'espai i el temps continuen fascinant-nos cent anys després i el seu carisma personal fa la resta. Però aquí no hem d'acontertar-nos amb això. El procés de construcció de la imatge pública del científic del segle no té res de natural, i la seva fama no s'explica simplement per la transcendència de les seves aportacions científiques o la seva personalitat.

La ingent literatura sobre Einstein i la relativitat no manca d'hipòtesis sobre les causes d'un fenomen que no respon a una única motivació i que no s'ha aturat

**«LA CONSAGRACIÓ
MEDIÀTICA D'EINSTEIN
ESTÀ CONDICIONADA,
GAIREBÉ TRIVIALMENT,
A L'EXISTÈNCIA
DELS "MASS-MEDIA"
I A LA HISTÒRIA MATEIXA
D'AQUESTS MITJANS»**

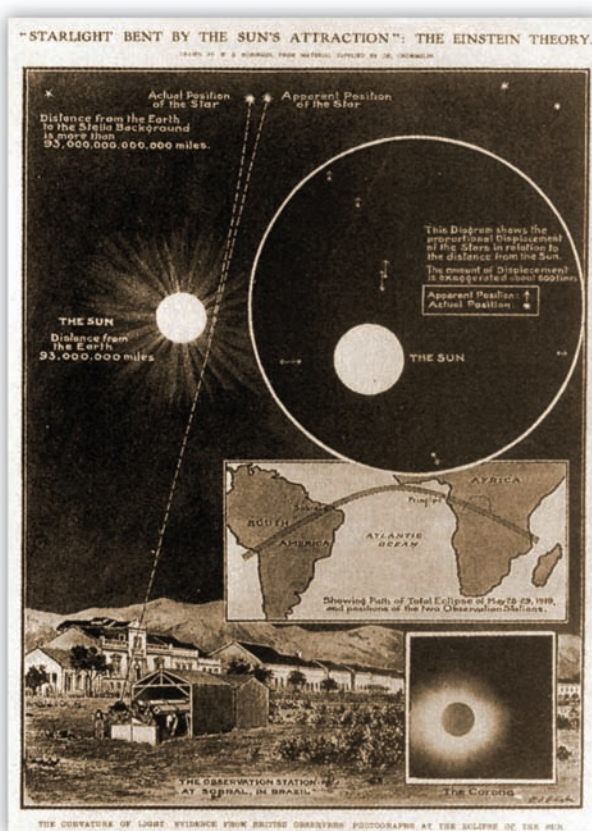
encara. Les forces que el 1919 van catapultar Einstein a la fama no eren les mateixes que el van dur a la portada de la revista *Time* l'agost de 1946, i tampoc les mateixes que van motivar la seva elecció com a personatge del segle per la mateixa revista el 1999. Voldria, doncs, fixar-me en el detonant del procés i revisar les respostes disponibles, que van des de les circumstàncies històriques fins al llenguatge en què s'expressa la teoria, per afegir-ne finalment una que no sembla que hagi estat observada, i és que la consagració mediàtica d'Einstein està condicionada, gairebé trivialment, a l'existència dels *mass-media* i a la història mateixa d'aquests mitjans. La premsa va contribuir a fer d'Einstein un mite contemporani, i Einstein se'n va servir com va poder o saber per promoure la seva causa

personal i totes aquelles causes que li semblaven justes. Però què va representar Einstein per a la premsa? Com hem d'interpretar el fet que l'eclosió d'Einstein com a icona científica coincideixi amb la del periodisme científic especialitzat? Partirem d'aquestes consideracions per esbrinar alguna cosa sobre les relacions socials de la ciència i la tecnologia contemporànies, i sobre la construcció de la imatge pública de la ciència i els científics al segle XX.

■ DE L'ECLIPSI A LA FAMA ESTEL·LAR

El debut d'Einstein com a personatge d'abast planetari es pot datar amb precisió astronòmica. El 7 de novembre de 1919 el *Times* de Londres donava compte, en termes polítics gens casuals («Revolució en la ciència. Nova teoria de l'univers. Les idees de Newton, enderrocades»), de la reunió científica celebrada el dia abans a la seu de la Royal Society de Londres per presentar públicament les conclusions de les dues expedicions britàniques que havien fotografiat l'eclipsi total de Sol del 29 de maig d'aquell any. Després d'analitzar minuciosament les plaques, els astrònoms havien arribat a la conclusió que la teoria de la gravitació d'Einstein era superior a la de Newton. El 8 de novembre el *Times* seguia la informació en termes pugilístics: «The revolution in science. Einstein versus Newton».

En divulgar-se aquests resultats, Einstein era un físic de prestigi amb un perfil públic baix. Això no vol dir que no l'amoïnés —i molt, com hem de veure— la percepció de les seves idees per part del públic, i en aquest sentit no deixa de ser paradoxal que la teoria que el va fer famós fos, de lluny, la més complexa de les dues teories de la relativitat. La primera, de la qual celebrem enguany el centenari, rep el nom de relativitat especial. El mateix Einstein va encunyar el terme el 1916, poc després de completar la teoria de la relativitat general, «la generalització més ambiciosa imaginable del que coneixem com a “teoria de la relativitat”» (citada a Roqué, 2000). A diferència de la teoria especial, que només s'ocupa de sistemes de referència inercials (en moviment relatiu de translació uniforme), la relativitat general permet tractar sistemes de referència accelerats els uns respecte dels altres, i explica la gravitació. La teoria explicava fenòmens que s'havien resistit a la teoria de Newton (precessió del periheli de Mercuri), i feia noves prediccions, una de les quals tenia a veure amb la interacció entre gravitació i llum. Segons Einstein, el pas d'un raig de llum prop d'un cos celest massiu, com el Sol, havia de desviar lleument la seva trajectòria. La teoria de



El 1919 el Sol fou eclipsat en una part del cel, on hi havia estels brillants. Una volta la Lluna eclipsà totalment el disc solar, la llum d'aquests estels va ser vista des de la Terra aombada fins el fil del Sol. Els raigs de llum foren lleugerament refractats pel Sol, efecte que donava la impressió que els estels havien alterat la seua posició en el cel. Aquest aparent canvi en la posició dels estels va provar la predicció d'Einstein: la llum és subjecte de la refracció produïda per un objecte gran i sòlid.

Newton també ho predeïa, això, però la magnitud de la desviació era diferent en tots dos casos: 1,74 segons d'arc per a Einstein, 0,87 segons per a Newton. Qui tenia raó?

L'eclipsi total de Sol de maig de 1919 va presentar la primera oportunitat, després de la guerra, de contrastar totes dues teories. En condicions normals, la desviació de la llum estel·lar no és aparent perquè la llum del Sol ens impedeix distingir els estels; només durant un eclipsi és possible observar, sobre una placa fotogràfica, la imatge d'estels propers a l'astre eclipsat, i comparar així la seva posició aparent amb la que mostren quan la llum que ens n'arriba no passa prop del Sol. Les observacions eren en tot cas molt delicades, perquè la diferència entre totes dues prediccions, inferior a un segon d'arc, era comparable a l'error experimental, i també perquè la necessitat de traslladar-se a les localitzacions òptimes per observar



l'eclipsi impedia l'ús dels telescopis fixos, més potents.

Un comitè conjunt de la Royal Society i la Royal Astronomical Society britàniques, presidit per l'astrònom reial Frank Dyson, va iniciar els preparatius per observar l'eclipsi el novembre de 1917. Al capdavant de les expedicions hi havia un col·lega de Dyson, l'astrònom Arthur Eddington, científic de prestigi i quàquer devot, un pacifista convençut que la seva activitat científica havia de contribuir a la restauració d'unes relacions internacionals malmeses per quatre anys de guerra, i que es convertiria arran de les expedicions en el propagador més actiu de la relativitat a la Gran Bretanya (Stanley, 2003). Els expedicionaris van viatjar amb els seus instruments a Sobral, al Brasil, i a l'illa Príncipe, al golf de Guinea. A Príncipe el cel va estar cobert i de les setze plaques que Eddington va exposar, només sis van enregistrar algun estel. L'anàlisi de les fotografies es va demorar uns mesos, però finalment els expedicionaris van emetre el veredict favorable a Einstein que va catapultar-lo a la fama mundial.

La difusió dels resultats va ser planificada amb cura, com un element integral de les expedicions. Revistes com *Nature*, *Science* o *Engineering* van incloure articles divulgatius preparats pels expedicionaris; pel que fa a *The Times*, feia deu mesos que informava sobre el desenvolupament de les expedicions, a instàncies dels astrònoms mateixos o d'altres membres de les societats promotores. Alguns d'aquests articles els va redactar l'ajudant de l'astrònom reial a l'Observatori de Greenwich, Henry Park Collins, que acabava de ser contractat pel diari com a corresponsal d'astronomia. L'anunci dels resultats, però, el va cobrir un zòleg de certa anomenada, Peter Chalmers Mitchell, *fellow* de la Royal Society i corresponsal científic del diari en el període d'entreguerres. En un treball recent es revela la identitat del corresponsal i es posa èmfasi en la campanya de difusió orquestrada pels científics (Sponsel, 2002), però més avall notarem la connexió entre aquesta línia editorial i el procés, d'abast molt més ampli, de constitució del periodisme científic especialitzat.

La notícia del daltabaix astronòmic va aparèixer el 9 de novembre en un diari holandès i també al *New York Times*, amb un titular impagable que val la pena repro-



Vinyeta de Luis Bagaría publicada en *El Sol* el 8 de març de 1923.

duir: «*Lights all askew in the heavens. Men of science more or less agog over results of eclipse observations. Einstein theory triumphs. Stars not were they seemed or were calculated to be, but nobody need worry.*

A book for 12 wise men. No more in all the world could comprehend it, said Einstein when his daring publishers accepted it; que si fa no fa vol dir: «Llums pengim-penjam al cel. Homes de ciència més o menys excitats pels resultats de les observacions de l'eclipsi. La teoria d'Einstein triomfa. Els estels no són on sembla o havíem calculat que havien de ser, però no cal que ningú s'hi amoïni. Un llibre per a 12 homes savis. Ningú més a tot el món no

pot entendre'l, va dir Einstein quan el seu agosarat editor va acceptar-lo» (citat a Pais, 1994). De seguida ens ocupem dels significats implícits i explícits d'aquest titular i d'altres de semblants, però abans hem de veure què hi va dir el mateix Einstein.

■ EINSTEIN DAVANT EL PÚBLIC

Una de les servituds immediates de la fama va ser la demanda d'exposicions sintètiques de la relativitat per

«EL PRIMER DELS
ELEMENTS QUE VA ATIAR
L'INTERÈS PER LA
RELATIVITAT ÉS QUE NOMÉS
UNA DOTZENA DE SAVIS
ARREU DEL MÓN ENTENIA
LA RELATIVITAT»

als profans. Einstein les va poder atendre amb relativa facilitat perquè havia fet els deures. En arribar a Berlín la primavera de 1914, per incorporar-se a una càtedra a la capital de la física, un diari de molta tirada li havia demanat ja una nota «Sobre el principi de relativitat», com es coneixia aleshores la relativitat especial (Einstein, 1914). El mateix diari va parlar, l'estiu de 1914, de la possibilitat que l'eclipsi de Sol del 21 d'agost donés llum sobre la teoria de la relativitat, però l'esclat de la guerra ho impedí. A Berlín, Einstein va culminar la seva carrera científica amb la deducció de les equacions de camp de la gravitació. El novembre de 1915, tot just enviat a impremta l'article fundacional de la teoria general de la relativitat, Einstein va començar a treballar en una obra de divulgació sobre relativitat. Al seu amic Michele Besso li va confessar que no sabia per on començar, «però si no ho faig, la teoria no serà entesa, tan senzilla que és en el fons» (citada a Roqué, 2000). La teoria especial ja havia estat objecte de divulgació per part d'altres autors i ara Einstein no volia desapropiar l'ocasió de donar una visió de conjunt sobre totes dues teories. El llibre (*La teoria de la relativitat especial i general, a l'abast de tothom*) era a punt quan les notícies de l'eclipsi van fer la volta al món; entre 1917 i 1923 se'n van fer catorze edicions i va ser traduït a diverses llengües, entre elles el castellà (1921). L'any 2000 va aparèixer la traducció al català, en un volum que conté també dos dels cèlebres articles de 1905 l'aniversari dels quals celebrem aquest any (Einstein, 2000).

Aquests escrits de divulgació anteriors a 1919 són molt significatius precisament perquè Einstein no era encara una estrella, el que ens fa preguntar-nos què els va motivar. És evident que Einstein no s'hagués molestat si no l'hagués preocupat la consideració de les seves idees per part del públic, però això no el distingia sinó que l'equiparava a d'altres científics centreeuropeus de la seva generació, per als quals la unitat del coneixement i la cultura era inqüestionable. La divulgació no era tant per a ells una afició o una faceta subsidiària de la seva activitat científica, sinó un deure assumit des de la convicció que el científic havia d'interpretar les seves idees per als no iniciats. Max Planck, un dels mentors d'Einstein, exemplifica bé aquesta actitud, així com Henri Poincaré (Roqué, 1995: 2002). A partir de 1919, d'altres forces induiran Einstein a la divulgació, i en faran un científic popular.

**«LA PREMSA NOMÉS
VA REPRESENTAR PER
A EINSTEIN UNA CÀRREGA,
EL PREU D'UNA FAMA QUE
NO HAVIA BUSCAT»**

■ LES CAUSES IMMEDIATES DE LA FAMA

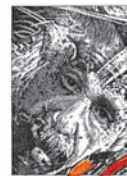
L'impacte de la difusió dels resultats de l'eclipsi no s'explica suficientment per l'interès intrínsec de la notícia. Hi van concórrer diversos elements, que afecten tant la teoria triomfant com el seu creador, i que han estat recollits en la literatura. Enumerem-los breument abans de centrar la nostra atenció en el paper específic dels mitjans de comunicació.

El primer dels elements que va atiar l'interès per la relativitat és l'aura de dificultat i incomprendibilitat de la teoria, indissociable de la representació pública del científic de geni, i resumit en la idea que només una dotzena de savis arreu del món entenia la relativitat. Aquest argument va ser utilitzat per científics detractors de la teoria, que no veien com podia ser certa una teoria que xocava amb l'experiència comuna, però també amoinava com a exemple paradigmàtic de la creixent

distància entre coneixement expert i coneixement profà. El 1919 el *New York Times* va publicar una sèrie d'editorials sobre les dificultats de la majoria de la població per seguir el desenvolupament recent de la física i les implicacions polítiques d'aquesta incomprendibilitat (Nelkin, 1987). Convé notar, però, que el mateix argument va ser utilitzat pels partidaris de la teoria per enaltir aquells que feien l'esforç de divulgar-la i comprendre-la, de forma que, als Estats Units, els anys 1920 i 1930, tothom volia ser el tretzè home a conèixer la relativitat (Missner, 1985).

En segon lloc, malgrat tot, la teoria resultava atractiva i, segons com, assequible perquè s'expressava en un llenguatge comú i suggerent, que creava una il·lusió d'intel·ligibilitat. Termes com «espai-temps», «desviació de la llum», o «dilatació del temps» significaven alguna cosa per als no iniciats, i no hi feia res que aquest significat no coincidís amb el seu significat físic o matemàtic. No hem d'oblidar, en aquest sentit, que la teoria s'ocupava de l'univers, objecte de fascinació permanent (Friedman i Donley, 1985).

La tercera causa té a veure amb el clima social i polític, al qual ja ens hem referit en parlar de les motivacions d'Eddington. La contrastació de les idees d'un savi alemany per un astrònom britànic tot just acabada la guerra tenia proporcions dramàtiques. Així va reconèixer-ho en el seu moment el físic Ernest Rutherford, descobridor del nucli atòmic, que atribuïa al moment històric l'impacte de la notícia de l'eclipsi





La figura d'Einstein va resultar instrumental en la configuració del periodisme científic contemporani i en la comunicació de la ciència durant el període d'entreguerres.

(citat a Stanley, 2003): «La [Gran] guerra tot just havia acabat i la complaença de les èpoques victoriana i eduardiana s'havia esvaït. La gent sentia que els seus valors i els seus ideals ja no tenien cap significat. De sobte, es van assabentar que la predicció astronòmica d'un científic alemany havia estat confirmada per una expedició britànica... Aquest descobriment astronòmic, que transcendia els conflictes mundans, va trobar gran ressò.» El seguiment minuciós que les ambaixades alemanyes dels països que Einstein va visitar els anys 1920 (Japó, Estats Units, Espanya...) van fer de les seves conferències i actes públics ens parla també de la significació política i cultural d'un físic que, lluny de la imatge prevalent de savi despistat, era ben conscient del valor simbòlic (polític) de les seves manifestacions. Així, en una breu peça de divulgació publicada a *The Times* el 28 de novembre 1919, agràia al mitjà l'oportunitat d'expressar-se «després del lamentable trencament de les relacions internacionals que existien entre els homes de ciència» (citat a Pais, 1994).

Més enllà de les malmeses relacions científiques internacionals, no va faltar qui vinculés la teoria a les

turbulències polítiques i socials del període d'entreguerres, com un professor de mecànica celest de la Universitat de Colúmbia entrevistat al *New York Times* el 16 de novembre de 1919: «Els darrers anys el món sencer ha estat neguitejat mentalment i físicament. Podria ser que els aspectes físics d'aquest neguit, la guerra, les vagues, els aixecaments bolxevics, no fossin sinó els objectes visibles d'una pertorbació subjacent més profunda [...] El mateix sentiment de neguit envaeix la ciència» (citat a Pais, 1994). Associacions d'aquesta mena insisteixen en el tractament periodístic de la visita d'Einstein a Espanya el 1923, admirablement analitzada per Thomas F. Glick (1986) i objecte d'un magnífic catàleg arran d'una exposició recent a la Residencia de Estudiantes (Sánchez Ron i Romero de Pablos, 2005).

■ EINSTEIN EN LA HISTÒRIA DELS MITJANS DE COMUNICACIÓ

He deixat per al final el paper dels mitjans de comunicació, que es van fer ressò de tot plegat. La seva existència s'ha donat per descomptada («*the appara-*

*tus of a a world-wide communication system that enabled Einstein to become a celebrity has been in place throughout the twentieth century»), igual que el seu interès per Einstein («the American press was the instrument that made Einstein into a celebrity», Missner, 1985). A l'hora d'examinar les relacions entre els uns i els altres s'ha considerat sovint que la premsa només va representar per a Einstein una càrrega, el preu d'una fama que no havia buscat. És clar que Einstein va ser víctima d'excessos mediàtics, però també va saber utilitzar els mitjans de manera sofisticada quan li va fer falta, com ara el desembre de 1932, quan el consolat dels Estats Units a Berlín va posar impediments a l'expedició d'un visat. Einstein sortia pocs dies després cap als Estats Units i no es podia permetre d'esperar. Una trucada als corresponsals a Berlín del *New York Times* i d'*Associated Press*, amb l'amenaça de cancel·lar el viatge i esbombar-ho a la premsa internacional, va resoldre el problema en menys de 24 hores (Jerome, 2002). En d'altres ocasions, el mateix Einstein va estimular per raons personals elements del seu mite. Glick (1986) apunta que «en conjunt, la seva personalitat pública va ser ben construïda amb el propòsit de satisfer la curiositat del públic, sense desvelar gaires detalls de la seva vida privada».*

Ara, podríem canviar de perspectiva i demanar-nos en quina mesura el fenomen Einstein reflecteix un moment determinat en la història del periodisme. La premsa havia madurat com a *mass-media* entre 1870 i 1914; la ràdio ho faria ràpidament en el període d'entreguerres. L'ampliació del públic lector i la introducció de noves tecnologies de comunicació i impressió van conformar un nou periodisme industrial d'alta volada empresarial sustentat en dues necessitats: la «d'informar políticament una base electoral que creixia a mesura que s'estenia la democràcia», i la de «gestionar de la manera més eficient i rendible possible una indústria periodística cada cop més cara» (Conboy, 2004). Manuel Vázquez Montalbán hi concorria a *Historia y comunicación social*: «Les masses interessaven com a claus de l'opinió pública, com a consumidors susceptibles de persuasió: consumidors d'idees, productes i projectes nacionals dels grans líders de l'economia i la política» (Vázquez, 1980).

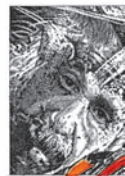
«A EINSTEIN EL VAN ELEVAR A L'OLIMP CIENTÍFIC ELS MITJANS DE COMUNICACIÓ, QUE EL NECESSITAVEN PER A LEGITIMAR-SE COM A VEHICLES D'EXPRESSION I PARTICIPS D'UNA CIÈNCIA ÀVIDA DEL SUPORT DE L'ESTAT I LA BENEVOLÈNCIA DE LES MASSES»

Aquests canvis comporten, al tombant del segle XX, l'aparició del periodisme especialitzat i les escoles de formació de periodistes, com la de *Le Figaro* (1899). «Però –continua Vázquez Montalbán– l'autèntica preocupació sobre el tema no es planteja llargament i ampla fins al període d'entreguerres, amb un cert paral·lelisme amb la conformació de les primeres teories sobre la comunicació social. [...] No es tracta només de crear un professional específic abastit de la teoria i la pràctica derivades de l'empirisme professional dels seus predecessors i de les ciències paral·leles d'altres especialistes, es tracta també d'imbuir el professional de la comunicació d'una certa sacramentalitat. No és atzarós que s'hagi parlat de sacerdoci en el cas del mestre i el periodista. Oficiants en l'altar de la veritat, un i altre professional, havien de ser conscients que en les seves mans es trobava l'esperit de les masses i la seva responsabilitat era tan gran davant Déu com davant els homes» (Vázquez, 1980).

El paral·lelisme amb la vocació dels primers periodistes científics a la premsa diària és patent. El 1920 el magnat de la premsa nord-americà Edwin W. Scripps funda la primera agència de notícies científica, *Science Service*, amb un doble propòsit: contribuir a la creació d'un clima d'opinió favorable a la recerca i al seu suport per part de l'estat federal, en tant que element

clau «per a la prosperitat de la nació», i promoure una «actitud mental científica» que no podia sinó beneficiar el conjunt de la població, en oferir «una manera d'elevat-se per sobre els desenganys del món real» (Roqué, 1995). És versemblant que aquest fenomen, que no està circumscrit als Estats Units i del qual la fama d'Einstein seria un epifenomen, fos independent dels canvis de gran abast que acabem d'esbossar? No és més raonable pensar que, lluny de representar una simple coincidència temporal amb l'eclosió mediàtica d'Einstein, el tractament especialitzat de la ciència als mitjans responia a les mateixes causes?

El periodisme científic professional va néixer, doncs, junt amb la resta de periodismes especialitzats, en el període d'entreguerres, en part com a resultat d'un procés general i en part com a resposta específica a la creixent visibilitat social de la ciència i la tecnologia i a la necessitat d'establir nous lligams entre



ciència i estat. L'esforç de comunicació i divulgació d'aquells anys no és destriable del desig de construir una àmplia base social de suport per a la ciència en un moment que l'estat comença a intervenir decididament en el seu finançament, atès que es va revelar com un factor clau per al benestar i la seguretat nacionals. La figura d'Einstein, que presideix la iconografia científica del segle XX, va resultar instrumental en la configuració del periodisme científic contemporani i en la comunicació de la ciència durant el període d'entreguerres. A Einstein el van elevar a l'Olimp científic els mitjans de comunicació, que el necessitaven per a legitimar-se com a vehicles d'expressió i, doncs, com a participants d'una ciència amb una enorme capacitat de transformació social, àvida del suport de l'Estat i la benevolència de les masses.

■ UN MITE DESACTIVAT?

L'Any de la Física l'ha propiciat l'Any Einstein, en un homenatge interessat al pare fundador de la física contemporània que té com a motivació real promoure el coneixement i la difusió de la física actual. Tot prou legítim, faltaria més, i ben trobat, perquè Einstein ha esdevingut una marca, amb tots els atributs de les millors marques: coneguda arreu, fàcilment reconeixedora, amb les connotacions eminentment positives d'un geni humà, humil i simpàtic. I que consti que això de la marca no és cap metàfora: ens hem ocupat de la premsa, però al llarg del segle XX la publicitat ha estat un agent tant o més poderós de creació d'imatges i personatges, i Einstein ha protagonitzat tants anuncis que un dels seus biògrafs jutja que «cap mitjà no ha fet més que la publicitat per promoure Einstein com a icona universal» (Pais, 1994; també Friedman i Donley, 1985). Afortunadament, més enllà de la mitologia científica i el màrqueting simplista i indiscriminat hi ha qui mira de recuperar l'Einstein històric, un físic amb totes les contradiccions d'un simple mortal i cap de les virtuts d'un sant immaterial, especialment



«L'instint diu cervesa, la raó diu Carlsberg.» Anunci italià dels anys setanta.

Cortesia de J. Goodstein/Institut de Tecnologia de Califòrnia.

«MÉS ENLLÀ DE LA MITOLOGIA CIENTISTA I DEL MÀRQUETING SIMPLISTA I INDISCRIMINAT HI HA QUI MIRA DE RECUPERAR L'EINSTEIN HISTÒRIC, UN FÍSIC AMB TOTES LES CONTRADICCIONS D'UN SIMPLE MORTAL I CAP DE LES VIRTUTS D'UN SANT IMMATERIAL...»

pel que fa al seu activisme polític i les profundes connexions del seu pensament i el seu itinerari vital amb unes circumstàncies socials i polítiques ben determinades (Galison, 2004; Jerome, 2004). Quina imatge prevaldrà d'aquí cent anys? ☉

BIBLIOGRAFIA

CONBOY, M. (2004): *Journalism: a critical history*, Londres, Sage.

EINSTEIN, A. (1914): «Vom Relativitätsprinzip», *Vossische Zeitung*, 26 d'abril de 1914, suplement: 33-34. (Reproduït a *The Collected Papers of Albert Einstein*, v. 6 (1996), *The Berlin Years: Writings, 1914-1917*, Princeton, Princeton University Press: doc. 1.)

— (2000): *Albert Einstein. La teoria de la relativitat i altres textos* (introducció, traducció i notes de X. Roqué), Barcelona, Pòrtic; Institut d'Estudis Catalans; Vic, Eumo.

FRIEDMAN, A. J.; DONLEY, C. C. (1985): *Einstein as myth and muse*, Cambridge, Cambridge University Press.

GALISON, P. (2004): «Introduction. Focus: The elusive icon: Einstein (1905-2005)», *Isis*, 95: 610-613.

GLICK, T. F. (1986): *Einstein in Spain: Relativity and the Recovery of Science*, Princeton, Princeton University Press. (Versió castellana de Víctor Navarro Brotons: *Einstein y los españoles. Ciencia y sociedad en la España de entreguerras*, Madrid, Alianza, 1986.)

JEROME, F. (2002): *El expediente Einstein*, Barcelona, Planeta.

— (2004): «Einstein, race, and the myth of the cultural icon», *Isis*, núm. 95: pp 627-639.

MISSNER, M. (1985): «Why Einstein became famous in America», *Social Studies of Science*, núm. 15: pp 267-291.

NELKIN, D. (1987): *Selling Science. How the Press covers Science and Technology*, Nova York, Freeman. (Trad. esp.: *La ciencia en el escaparate*, Madrid, Fundesco, 1990.)

PAIS, A. (1994): «Einstein and the press», in PAIS, A.: *Einstein lived here*, Oxford, Clarendon Press; Nova York, Oxford University Press: 137-274.

ROQUÉ, X. (1995): «Premsa i cultura de la ciència a Catalunya», in ARRIZABALAGA, J. et al. (eds.): *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHC, pp 47-60.

— (2000): «Introducció», in EINSTEIN (2000): pp ix-xxx.

— (2002): «Einstein como divulgador científico», *Quark*, núm. 26 (octubre-desembre), pp 49-56.

SÁNCHEZ RON, J. M.; ROMERO DE PABLOS, A. (eds.) (2005): *Einstein en España*, Madrid, Publicaciones de la Residencia de Estudiantes.

SPONSEL, A. R. (2002): «Constructing a 'revolution in science': the campaign to promote a favourable reception for the 1919 solar eclipse experiments», *British Journal for the History of Science*, núm. 35, pp 439-467.

STANLEY, M. (2003): «"An Expedition to Heal the Wounds of War". The 1919 eclipse expedition and Eddington as a Quaker adventurer», *Isis*, núm. 94: pp 57-89.

VÁZQUEZ MONTALBÁN, M. (1986): *Historia y comunicación social*, Madrid, Alianza.

Xavier Roqué. Centre d'Estudis d'Història de les Ciències (CEHIC), <<http://www.uab.es/cehic/>>. Universitat Autònoma de Barcelona.

CECILIA JARLSKOG

«EN LA CIÈNCIA NO HI HA UNA AUTORITAT:
ELS EXPERIMENTS SÓN L'AUTORITAT»

Rebeca Romero Escrivá

Fa uns mesos, al saló d'actes del Campus de Burjassot (Aulari Interfacultatiu) va tenir lloc la conferència «El premi Nobel a Albert Einstein» pronunciada per Cecilia Jarlskog, en què la ponent va parlar de les discussions que es van desenvolupar a propòsit del guardó concedit a Albert Einstein, de la història d'aquells prestigiosos premis i de la figura del seu creador, Alfred Nobel. MÈTODE no va voler desaprofitar l'oportunitat de conversar amb la professora de la Universitat de Lund (Suècia) sobre ella mateixa i sobre el cèlebre científic, a

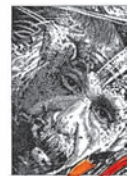
propòsit del segle que s'ha complit d'aquell *Annus mirabilis* en què va publicar la seua teoria de la relativitat, i de l'Any Mundial de la Física 2005.

Cecilia Jarlskog, és membre de diferents consells consultius internacionals, presidenta del Consell de l'Institut Nòrdic de Física Teòrica, professora honorària de les universitats de Nanjing (sud-oriental) i de Shandong a la Xina. Quan va tenir lloc l'entrevista, estava a punt de ser nomenada doctora *honoris causa* per l'University College Dublin, títol que consta en el seu brillant currículum

**DURANT ONZE ANYS
CECILIA JARLSKOG VA
SER UN DELS CINC
MEMBRES DEL COMITÈ
NOBEL DE FÍSICA**



© Fotos entrevista: Rebeca Romero



des de juliol de 2005. Entre les moltes universitats on ha impartit classe figuren la de Bergen (Noruega) i la d'Estocolm. Cecilia Jarlskog també es dedica a la física experimental. Investiga els camps de les simetries, la física del neutró i la gran unificació. Ha estat membre del CERN, de la Swedish Academy of Sciences, del Norwegian Academy of Sciences, de la Foundation for Strategic Research (Suècia), de la Science Foundation Ireland i del Fundamental Physics Advisory Group of the European Space Agency. La llista podria continuar. Però tal vegada el més important, o almenys el factor que suscita un indubtable interès públic per la seua carrera, al marge dels fins ara esmentats, és que durant onze anys (fins al 2000) va ser un dels cinc membres del Comitè Nobel de Física (Nobel Committee for Physics), per la qual cosa ens pot ajudar a desentranyar certes qüestions dels arxius secrets sobre la concessió del Nobel a Einstein. La seua labor continua encara avui com a membre del consell d'administració de la Fundació Nobel.

Quin va ser el motiu de la seua inclinació per la ciència?

Sempre em van interessar les matemàtiques, però quan va passar el temps em vaig adonar que les matemàtiques eren molt seques. Jo volia estudiar els fenòmens de la natura i la física teòrica era la millor solució. Amb el temps, em vaig adonar que la física estudiava efectivament la natura i les matemàtiques permetien descriure-la. La física està estretament relacionada amb les altres ciències naturals i, en certa manera, les engloba totes. Estic segura que a moltes dones els encanten les matemàtiques, però no ho admeten.

Per què ho pensa així?

En realitat no ho sé. Desgraciadament, potser perquè quan són joves estan massa preocupades pel seu aspecte físic, per semblar elegants, com per adonar-se del vertader interès que pot despertar aquesta disciplina. A menys que ocorrega una mutació genètica en el sexe femení, sembla que això continuarà sent així!

Què pot dir-me de la seua vena artística? Els assistents a la seua conferència vam observar amb grat com decora els textos que projecta a l'ordinador amb motius florals realitzats per vostè mateixa.

Oh, és una afició que conserve des de fa molt de temps! Sent vertadera passió per les flors. M'encanta dibuixar-les i pintar-les de diferents maneres, grandà-

ries, formes i colors. En les meues conferències, les faig acompanyar el text de la presentació. Com que sóc negada per als ordinadors, componc text i imatge artesanalment i després escanege una a una les pàgines per digitalitzar-les i poder projectar-les en públic.

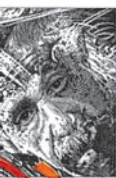
Com se sent amb el recent títol de doctora *honoris causa* que li ha concedit la Universitat de Dublín?

Em sent molt, molt honrada, perquè la Universitat de Dublín és molt antiga i ha estat bressol de magnífics físics matemàtics, com William Rowan Hamilton. Hamilton va ser un home molt especial. Quan era jove va aprendre moltes llengües per si mateix. Va ser un astrònom i matemàtic molt intel·ligent. [Als cinc anys d'edat, Hamilton era capaç de traduir llatí, grec i hebreu i de recitar Homer, Milton i Dryden. Als catorze, tenia prou domini del persa per a escriure la benvinguda a l'ambaixador persa en una de les seues visites a Dublín.] En realitat, el motiu que em concedesquen el doctorat *honoris causa* a Dublín és que vaig estar treballant en la Science Foundation Ireland, no me'l donen per haver treballat amb físics irlandesos, com sol ser habitual. Sí que he treballat, en canvi, amb físics espanyols, però mai m'han concedit un doctorat *honoris causa* a Espanya! [Rialles.]

Parlem dels premis Nobel. Quins han estat els principals canvis que han tingut lloc en l'organització dels premis des de l'època d'Einstein fins als nostres dies?

Hi ha hagut alguns canvis, però cap de transcendental. Les acadèmies són, generalment, molt conservadores; els acadèmics no són proclius a fer reformes. Una de les poques transformacions que s'ha produït a l'Acadèmia dels premis Nobel és la revelació de documents antics. Només quan passen cinquanta anys des de la mort de totes les persones implicades en un premi es permet obrir els arxius que contenen les nominacions, investigacions i opinions sobre les recomanacions que es van efectuar durant el procés d'elecció del candidat. Però l'estil de l'Acadèmia continua sent el mateix que ha mantingut des de la seua fundació. Algunes persones, en canvi, desitjarien que canviara les regles, perquè ara els equips de físics experimentals que es dediquen a la investigació són molt nombrosos. Alguns equips de treball del CERN són constituïts per dos mil persones. Dos mil persones! És una qüestió molt delicada, perquè, a l'hora d'atorgar el premi, cal meditar

**«UNA DE LES POQUES
TRANSFORMACIONS QUE
S'HA PRODUÏT A L'ACADÈMIA
DELS PREMIS NOBEL
ÉS LA REVELACIÓ
DE DOCUMENTS ANTICS»**





Cecilia Jarlskog, en diferents moments de la seva conferència «El premi Nobel a Albert Einstein», que pronuncià ací a València.

acuradament a qui i a quants es concedeix. Només dues o tres persones podran ser les afortunades.

Aquesta circumstància que vostè comenta potser es pot extrapolar a la condició enigmàtica de la creació cinematogràfica, no li sembla? Des de la concepció de la idea inicial fins a la seua projecció pública (salvant l'abisme del rodatge), la pràctica cinematogràfica es desenvolupa en l'entrellat de l'«art compartit», on coincideixen els més variats equips de professionals de la indústria, la tècnica i l'art. Podríem entendre que una troballa científica és el fruit d'un treball en equip de la mateixa manera que ho és una pel·lícula?

Sí, així és, però encara és més complex si parlem de ciència, perquè en el cinema sempre hi ha un autor que sobresurt, una persona capaç d'harmonitzar totes les tasques. Akira Kurosawa, Ingmar Bergman, van ser grans directors; estaven al capdavant del treball, prenién decisions. Ara, en un grup d'investigació no es pot dir que hi haja un líder. Es tracta de persones que col·laboren juntes, però que provenen de diferents llocs: una pot ser de València, una altra de Londres, una altra de París, una altra de Nova York, etc., i totes són igualment importants. Llavors resulta molt difícil i delicat esbrinar qui es mereix més rebre el guardó. La pregunta sempre és la mateixa: A qui se li concedeix? Al portaveu; al vocal del grup, que pot haver canviat de càrrec a l'any següent? A les dues-centes persones que han participat en el descobriment? Per això se sol atorgar als dos o tres directors o guies que

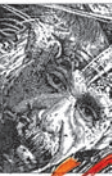
més s'hi han involucrat. Per exemple, el 1984, el premi Nobel de física el van compartir l'italià Carlo Rubbia i l'holandès Simon Van der Meer, ambdós del CERN; el seu grup d'investigació el componien vora 104 persones.

Realment, com vostè assenyala, deu ser difícil decidir qui ha de rebre el premi, perquè possiblement se'l meresquen més persones que no les que el reben; però hi ha un rerefons positiu en tot açò, que seria la feina en equip, no troba?

Sí, per descomptat. En els teus somnis t'imagines una persona treballant a les nits, pensant i pensant, resolent problemes per si mateixa, sense parar, com Albert Einstein. Però açò respon a una idea romàntica. En realitat, les coses no sempre són així.

Un científic, com pot ser considerat candidat al premi Nobel?

El primer pas és aconseguir una nominació. La Royal Swedish Academy of Sciences invita importants científics, membres d'acadèmies i professors d'universitats a proposar noms de futurs candidats a rebre el premi Nobel. Això es fa perquè, per exemple, algun d'aquells professors d'universitat potser sap de cert científic extraordinari que ningú no coneix i pot proposar el seu nom, que altrament no seria conegut mai. Ells formen el grup més nombrós. Durant els primers anys, eren unes poques persones (cinc o sis), però avui es tracta de molts científics dispersos per tot el



món, uns dos-cents o tres-cents; és una circumstància que democratitza el procediment, encara que cal tenir en compte que si no ets convidat a nominar per l'Acadèmia, la proposta no és vàlida. Aquest procés té lloc al setembre tots els anys. Les informacions sobre els procediments realitzats s'arxiven en secret, segons he dit, durant cinquanta anys.

Com continua el procés, quan es tracta, per exemple, del premi Nobel de física?

Durant la primavera i l'estiu els cinc membres del Comitè Nobel de Física, el nucli operatiu de l'Acadèmia –entre els quals em trobava jo fins a l'any 2000–, aproven les nominacions rebudes. Han d'investigar amb l'ajuda d'assenyalats experts els candidats nominats. Després, al començament de la tardor, el Comitè presenta les seues recomanacions a l'Acadèmia. A començament d'octubre, l'Acadèmia vota. Poden seleccionar dues o tres persones com a màxim i la seua decisió és inapel·lable. Una vegada conegut el nom o noms, es contacta amb els afortunats i es convoca una conferència de premsa per fer-ho públic. Finalment, al desembre, té lloc el lliurament de premis.

Vostè va encapçalar el Comitè de Física fins a l'any 2000. Què pot explicar sobre la dinàmica interna dels premis Nobel?

No puc dir res sobre els arxius secrets, però sí que puc parlar sobre la feina que implica la ponderació. El més important és l'avaluació, on es discuteix col·legiadament sobre els candidats. És un procés molt útil i democràtic. Quan jo formava part del Comitè, ens passàvem hores al voltant de la taula discutint obertament. No importava si eres el president o no del Comitè, l'important era argumentar.

És cert que moltes de les regles del treball intern del Comitè no estan escrites? Vostè va dir una vegada: «Es necessita molt de temps per aprendre les normes». Resulta tan difícil en realitat?

Sí, sí. Són petites regles, però porta temps entendre-les i interioritzar-les. Les més importants estan escrites, com el fet que has de guardar secret i no revelar qui ha estat nominat. Crec que això és positiu, perquè suposem que hi ha una persona nominada i jo li ho dic. Si després no resultara premiada, aquesta persona pensaria que la culpa va ser meua i el comentari hauria generat molts problemes. És millor tenir la boca



«L'ETAPA MÉS IMPORTANT EN LA DECISIÓ DEL PREMI NOBEL ÉS L'AVALUACIÓ, ON ES DISCUTEIX COL·LEGIADAMENT SOBRE ELS CANDIDATS»

tancada. Vaig conèixer un vell professor d'Estocolm quan el 1989 vaig entrar a formar part del Comitè que em va ensenyar moltíssim sobre aquest assumpte, perquè al principi jo no entenia per què havíem de guardar silenci. Però ara veig clar que la gent es posa molt nerviosa quan es parla d'aquestes coses i és preferible no dir res en absolut.

Quina va ser la seua reacció quan li van comunicar que havia estat triada per a formar part del Comitè de Física del premi Nobel?

Em vaig sorprendre moltíssim. Recorde que em van cridar a la Universitat en què treballava i em van dir que estaven impressionats per la labor que feia. Formar part del Comitè va implicar molta feina, però la investigació de com es gesten les idees m'interessa moltíssim i, a l'hora de dissertar, hi tinc bastant traça. Considere tan important la literatura parlada com l'escripta. És difícil esbrinar de qui va sorgir la idea del descobriment. Imaginem que A té una idea genial que resulta inèdita, se la transmet a B i després mor, i B publica la idea signada com a pròpia. Aquesta és la nostra feina de debò: descobrir l'origen de la idea, l'arrel, i quin n'ha estat el vertader autor, la ment que la va albergar i va donar-la a llum. Ara, he de dir que, a pesar de l'interès que planteja aquest



treball, em vaig alegrar quan vaig acabar, perquè és massa dur, li dedicava tots els meus estius. No tenia temps lliure.

En acabar la conferència que vostè ha pronunciat, li han preguntat per què no hi ha un premi Nobel de matemàtiques. Vostè ha donat una resposta vertaderament enigmàtica.

Sí, és cert. No sabem per què Alfred Nobel no va crear un premi dedicat a les matemàtiques. La física i la química les considerava fonamentals (ell mateix va ser un químic inventor important); era un gran pacifista i li encantava la literatura (de fet, en la seua joventut va escriure poesia en anglès), però les matemàtiques... Bé, un professor fa temps em va dir que el senyor Nobel no va crear un premi per a les matemàtiques perquè la seua dona es va escapar amb un matemàtic. [Rialles.] No coneixem si el motiu va ser realment aquest, però de segur que Alfred Nobel, a més d'una persona caritativa i un filantrop, era un ésser humà amb passions, com tots nosaltres.

Podria dir-me per què Einstein va rebre el premi Nobel de física el 1921 per la seua teoria sobre l'efecte fotoelèctric i no anys abans, com era d'esperar, per la seua obra cimera, la teoria de la relativitat?

El Comitè es pren molt seriosament la seua feina i no pot arriscar-se a cometre un error. En aquells anys no creien que la teoria de la relativitat d'Einstein fóra correcta; havien d'estar segurs que no existia cap dubte raonable respecte d'això.

Però, si no m'equivoque, Sir Arthur Eddington, en la seua última expedició a l'Àfrica (l'eclipsi de sol de 29 de maig de 1919), va demostrar que la teoria de la relativitat general no era l'especulació teòrica d'un físic fantasiador, sinó que era correcta (que efectivament la desviació de la llum de l'estel havia de ser d'1,7 segons d'arc).

Eddington va tenir molts problemes, massa dificultats en les seues expedicions. La gent, el públic i la premsa pensaven que els seus resultats eren satisfactoris, però per al Comitè no eren suficients. Hi havia incertesa. La teoria de la relativitat era una qüestió molt abstracta, que pocs entenien. El Comitè no se la va creure, a pesar que Einstein va aparèixer diverses vegades en les llistes dels possibles candidats a la nominació. No obstant això, qui podia demostrar que la seua teoria sobre l'efecte fotoelèctric no era correcta? Aquí sí que no hi havia cap dubte per a fer-se arrere.

La controvèrsia Bohr-Einstein és de sobra coneguda. Com explicaria vostè la curiosa circumstància de la con-

cessió del premi Nobel a Niels Bohr precisament un any després d'Einstein?

Va ser una feliç coincidència. Tant Einstein el 1921 com Bohr el 1922 van rebre els seus respectius premis Nobel per diferents aportacions al coneixement científic. Einstein es va alegrar molt per Bohr, perquè, a pesar de les seues diferències, es tenien molta estima. Sota aquest punt de vista, la discussió Bohr-Einstein no és rellevant en absolut, perquè Bohr parlava de quelcom molt concret sobre l'estructura atòmica a partir del model nuclear de l'àtom de Rutherford, en què l'àtom es veu com un nucli compacte rodejat per un eixam d'electrons més lleugers. Bohr va establir que un àtom emet radiació electromagnètica només quan un electró de l'àtom salta d'un nivell quàntic a un altre. Va donar compte de la sèrie de línies observades en l'espectre de llum emès per l'hidrogen atòmic. Va ser capaç de determinar la freqüència d'aquestes línies de l'espectre, és a dir, va associar certs colors a parts concretes de l'àtom. L'estructura mental que alberguem en pensar en un àtom li la devem en gran manera a Bohr. *Grosso modo* això va ser el que li va valdre el premi Nobel de física de 1922, i això no tenia res a veure amb la fundació de la mecànica quàntica i les discussions entre Bohr i Einstein.

A propòsit de Bohr-Einstein. Què li suggereixen aquesta fotografia amb les seues corresponents afirmacions?

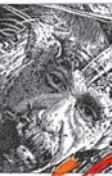


NIELS BOHR: «Aquell a qui no impressione la mecànica quàntica és que no l'ha entesa.»

ALBERT EINSTEIN: «Déu no juga als daus amb el món.»

[Rialles.] Aquests homes eren tremends! A ambdós els encantava discutir sobre ciència; es divertien molt amb les seues tribulacions. Sobre les afirmacions, en gran manera, ambdós estaven en la veritat. Ells s'atenien al treball i a aquelles demostracions que complien una funció, però no estaven pendents de les interpretacions, perquè la majoria dels problemes provenen precisament de les males interpretacions. Molta gent s'hi acontenta, però ells no ho feien.

Einstein, amb el seu habitual sentit de l'humor, va formular una espècie d'endevinalla que mostra el seu



rebuig a tot nacionalisme. «Si es provara que la teoria de la relativitat és correcta, els alemanys es referirien a mi com *un alemany*; els suïssos, com *un ciutadà suís*, i els francesos, com *un gran científic*. Però si la relativitat es provara errònia, els francesos em considerarien *un suís*; els suïssos, *un alemany*, i els alemanys, *un jueu*.» Tenint en compte que Einstein era jueu i que ell se sentia suís i va renejar de tot el que li recordava Alemanya, a pesar d'haver nascut a Ulm, com interpretaria aquestes afirmacions?

Crec que Einstein tenia un magnífic sentit de l'humor a pesar de l'època tan difícil que li va tocar viure. He llegit les seues cartes i els seus escrits de jove i penso que coneixia molt bé la naturalesa humana. No va ser un bon pare ni un bon marit, però va ser sobretot un home honest. Considerava el jueu com una persona que lluita per l'ideal democràtic de justícia social, per l'ajuda mútua i la tolerància entre tots els homes. Creia que un tret dels jueus és la vocació intel·lectual, el privilegi que atorguen al coneixement. Einstein diu que tal vegada, més que per la seua pròpia tradició, els jueus han prosperat esperonats per l'opressió i l'antagonisme amb què sempre han topat en el món. Aquesta era la paradoxa que plantejava: l'opressió com a estímul.

Vostè sap que el treball mental d'Einstein va ser intens, silencios i independent. Einstein deia que «l'única manera d'escapar de la corrupció personal que ve de l'elogi és treballar. Se sent la temptació d'aturar-se a escoltar. Però hem de donar l'esquena a aquest pensament i continuar treballant. El treball. No hi ha una altra cosa». Pensa vostè que l'ètica del treball va fonamentar el caràcter genial d'Einstein?

En certa manera sí. Quan Einstein es va fer famós, va haver de renunciar a la tranquil·litat. A ell no li interessava la seua projecció pública, sinó continuar treballant, continuar amb les seues investigacions. En general, açò sol passar-li a la majoria de científics que reben el premi Nobel. La fama els resta temps d'estudi i investigació i el premi pot resultar contraproduent en aquest sentit. Einstein, per exemple, solia contestar



«EL COMITÈ NO ES VA CREURE LA TEORIA DE LA RELATIVITAT, A PESAR QUE EINSTEIN VA APARÈIXER DIVERSES VEGADES EN LES LLISTES DELS POSSIBLES CANDIDATS A LA NOMINACIÓ»

totes les teories, perquè pensava que una teoria científica existeix només per a ser superada per una altra. Aquest és el motiu que pensava que potser la física no fóra exacta, però que la naturalesa sí que ho era. I d'ací l'afirmació que m'has citat abans a propòsit que «Déu no juga als daus amb el món». A Einstein l'única cosa que li importava era saber, saber més.

L'afany de saber a què es refereix Cecilia Jarlskog, com s'ha apuntat en aquesta entrevista, tal vegada no puga separar-se de la condició jueva del nostre científic. Una condició que no hauríem d'oblidar en esmentar Einstein i la tràgica època que li va correspondre viure, com a testimoni del patiment del seu poble, especialment en acabar el 2005, quan s'han commemorat seixanta anys de l'alliberament dels camps de concentració. Voldria tancar aquesta entrevista i acomiadar la professora Jarlskog amb unes paraules que Einstein va escriure el 1934: «La recerca del saber pel saber mateix, un amor per la justícia quasi fanàtic i l'afany d'independència personal són els trets fonamentals de la tradició jueva, que em fan donar gràcies al meu destí per pertànyer a aquest poble». ☺

Rebeca Romero Escrivá. Llicenciada en Periodisme i Comunicació Audiovisual per la Universitat de València.

LA REVOLUCIÓ QUÀNTICA DE LA INFORMACIÓ

CRIPTOGRAFIA, TELEPORTACIÓ I COMPUTACIÓ QUÀNTIQUES: CIÈNCIA O CIÈNCIA-FICCIÓ?

José Ignacio Latorre

■ EL SEGLE QUÀNTIC

La mecànica quàntica és la construcció intel·lectual més impressionant realitzada per la nostra espècie. Dicta amb precisió el llenguatge amb què podem descriure les lleis que controlen el comportament dels elements més bàsics de la naturalesa. Accedim així a un control sense precedents del nostre entorn. Construïm làsers, que no són més que feixos de llum monocromàtica coherent (tots els fotons es troben en un mateix estat quàntic), i els utilitzem per operar la nostra miopia, per llegir CD i DVD, per imprimir nanocircuits, per comunicar-nos mitjançant fibres òptiques. Hem aconseguit un control quàntic d'àtoms i nuclis que aprofitem per fer ressonàncies nuclears magnètiques, per prendre imatges PET o escàners. Entenem l'estat sòlid i construïm semiconductors, xips i basem la nostra economia en ordinadors que exploten una ínfima fracció del nostre coneixement de les lleis quàntiques que regeixen la interacció entre protons i electrons.

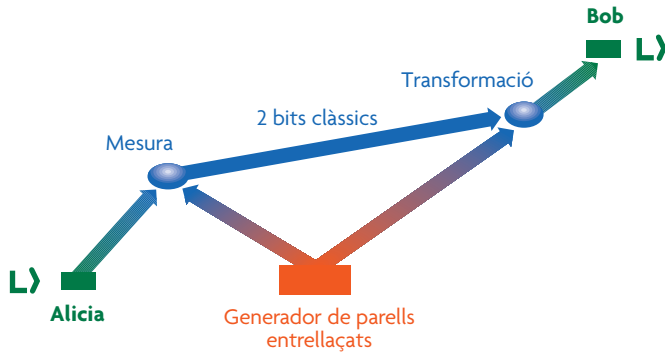
És sorprenent, sens dubte, el progrés aconseguit des de l'any 1926 quan científics com Schrödinger, Heisenberg i Bohr van establir els principis de la mecànica quàntica. Les sorpreses no cessen. Hem descobert la superconductivitat i la seua realització a altes temperatures, l'efecte *Hall* quàntic fraccionari, els condensats de Bose-Einstein i hem aconseguit construir rellotges atòmics amb una precisió d'uns pocs segons en l'edat de l'univers. Amb prou feines si hem començat a traduir el nostre coneixement en aplicacions. El procés és lent però imparabile. El principi del segle XXI es caracteritzarà per l'afloració de la nanotecnologia. Fibres de 10 nanòmetres són ja una realitat que milers de científics analitzen a la recerca d'usos avui dia inimaginables.

Reflexionem en veu alta sobre la brutal transformació de la nostra societat que el control quàntic de la matèria ha operat. És vàlid pensar que, de fet, la ciència és l'element de transformació social suprem. Per damunt de lleis, dogmes i prejudicis, la mecànica quàntica regeix el nostre univers. Aquest descobriment ja ha obert una porta que estem començant a creuar. D'ací que el contingut d'aquest article ha

«EL MÉS FASCINANT DE LA TELEPORTACIÓ ÉS QUE JA ÉS UNA REALITAT PER A ESTATS CONSTRUÏTS AMB FOTONS EN EXPERIMENTS REALITZATS A ITÀLIA I ÀUSTRIA»

Falta recórrer un llarg camí fins que es puguin teleportar àtoms, molècules, proteïnes i el mateix Dr. Spock. Però la nostra comprensió de la teleportació acaba de nàixer. Donem-li temps.





Esquema de teleportació quàntica. Alicia desitja teleportar un estat quàntic a Bob. El protocol consisteix en quatre passes: 1) es genera un estat entrelaçat de dos fotons i se n'envia un a Alicia i un altre a Bob; 2) Alicia realitza una mesura conjunta del seu estat i la seua meitat de l'estat entrelaçat; 3) Alicia envia el resultat de la seua mesura, que consta de dos bits, a Bob; 4) en funció dels dos bits clàssics rebuts, Bob transforma la seua meitat de l'estat entrelaçat i aconsegueix reconstruir l'estat original. En aquest protocol, l'estat original és destruït i després reconstruït, d'aquí el seu nom de teleportació.

d'emmarcar-se en un canvi profund de paradigma. La mecànica quàntica ens ha reservat una joia nova i sorprenent: la informació quàntica.

La informació quàntica es pot definir com la disciplina que estudia la representació, el processament i la comunicació d'informació basats en les lleis de la mecànica quàntica. La mateixa definició obre un abisme davant nosaltres. Fins a la data hem manipulat la informació en termes de bits que obeeixen a lleis clàssiques. Però aquestes lleis al seu torn se sustenten en elements físics que es regeixen per forces descrites per la mecànica quàntica. Aquestes forces donen lloc a processos que permeten manipular la informació a un nivell molt més profund i sorprenent. Com a mostra recorrerem a continuació les idees associades a la criptografia quàntica, a la teleportació quàntica i a la computació quàntica.

■ QUBIT, L'EQUIVALENT QUÀNTIC DEL BIT

La idea central de la informació quàntica és comprendre que l'element bàsic d'informació no és el bit clàssic, introduït en la primera meitat del segle per von Neumann, que pot adoptar els valors 0 i 1, sinó el bit quàntic o qubit (de l'anglès *quantum bit*). El qubit és l'element quàntic més elemental possible: un sistema quàntic de dos nivells. La diferència respecte al bit

clàssic és que el qubit pot trobar-se en una superposició de les dues opcions 0 i 1. Aquesta propietat quàntica correspon al principi de superposició i és deduïble del primer postulat de la mecànica quàntica, que diu que tot sistema quàntic té associat un espai de Hilbert. La superposició de dos estats no és més que l'addició de vectors en un espai vectorial. Si el lector a qui em dirigeix té coneixements de matemàtiques, s'haurà adonat de la profunditat d'establir un principi. Aquest postulat o axioma és senzill, indemostrable i condiona totes les seues conseqüències. En aquest cas, la validesa del postulat està determinada per la naturalesa mateixa. Les seues conseqüències modificaran la nostra manera de tractar la informació.

La pregunta immediata és de quina forma podem construir qubits. En principi qualsevol sistema quàntic de dos nivells és un candidat vàlid. Per exemple, podem codificar informació quàntica en l'spin d'un electró. L'spin d'un electró pot imaginar-se com –però no ho és– una fletxeta. Si la fletxeta apunta cap amunt, codificarà un 0, si apunta cap avall, codificarà un 1. L'spin pot tenir qualsevol direcció i es trobarà en una superposició arbitrària dels estats 0 i 1. Hi ha moltes altres realitzacions possibles de qubits. Un electró de l'escorça d'un ió pot estar en el seu estat fonamental o en un estat excitat. Novament tenim dues opcions quàntiques i l'electró es pot trobar en una superposició, trobar-se en l'estat fonamental o en l'excitat. Aquest qubit és sens dubte menys intuïtiu. Vegem un exemple encara menys pròxim a la nostra imaginació. Un corrent superconductor en un pla que separa dos materials pot girar en sentit horari o antihorari. Es tracta d'un sistema quàntic, després el corrent pot trobar-se en una superposició de girar a l'esquerra i a la dreta. La qüestió és que encara no hem descobert el suport quàntic més adequat per a implementar qubits.

**«PER DAMUNT DE LLEIS,
DOGMES I PREJUDICIS, LA
MECÀNICA QUÀNTICA REGEIX
EL NOSTRE UNIVERS. AQUEST
DESCOBRIMENT HA OBERT
UNA PORTA QUE ESTEM
COMENÇANT A CREUAR»**

■ PRINCIPALS POSTULATS DE LA MECÀNICA QUÀNTICA

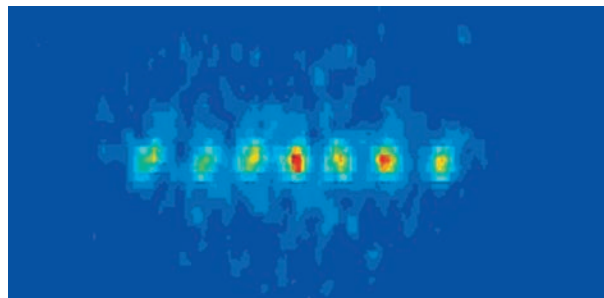
Necessitem una nova visita als sorprenents principis que regeixen la mecànica quàntica. Aquesta vegada es tracta d'un principi molt profund, filosòfic, quasi mític: el procés d'observar modifica de manera incontrolable el sistema observat. Però és més divertit planejar aquesta idea mitjançant una analogia.

Imaginem que hem aparcat al carrer el nostre cotxe acabat d'estrenar. El contemplem amb admiració; és nou, està net, no hem pagat ni la primera lletra. És ací, davant de nosaltres, quiet, esperant que l'estrenem. Pensem per un moment com hem sabut que el nostre cotxe es troba precisament ací, aturat davant de nosaltres. En el fons el que ha succeït és que fotons procedents, per exemple, del Sol han rebotat en la xapa del cotxe i han arribat als nostres ulls. La nostra retina ha processat el canvi energètic produït per l'absorció dels fotons i envia un senyal al cervell que al seu torn ha desfermat la conseqüent reacció de plaer. En efecte, el nostre cotxe es troba davant de nosaltres, som feliços. L'important per a la nostra discussió és que la informació que hem obtingut procedeix d'una col·lisió de fotons amb el cotxe. Per conèixer la posició del cotxe ha estat necessari que els fotons interactuaren amb ell. Podem dir que de manera indirecta hem «tocat» el cotxe.

En el món subatòmic les coses no són tan idíl·liques. Si en compte d'un cotxe tenim un electró, un fotó molt energètic que hi incidisca provoca una catàstrofe: el fotó llança l'electró a un lloc desconegut. Podem saber on era l'electró, però aquest ha deixat d'estar quiet. Sense mediar una nova observació perdem immediatament la pista de l'electró. Ja no sabem on trobar-lo. Tornem per un moment a l'exemple anterior del nostre cotxe, però observem-lo en un dia ennuvolat. Si el cotxe es comportara com un electró, en retirar-se un núvol i arribar el primer raig de sol el nostre cotxe desapareixeria.

Aquest és el profund canvi de paradigma que caracteritza la física d'escala molt petites, microscòpiques, i que podem sintetitzar en una frase: el mateix procés de mesura afecta el sistema mesurat. És intrínsecament impossible tenir tota la informació sobre la posició i la velocitat d'una partícula simultàniament. Hi ha una incompatibilitat fonamental entre ambdues quantitats a ser mesurades al mateix temps. Aquest és l'anomenat principi d'incertesa de Heisenberg, que es dedueix de la no-commutació d'operadors que actuen en un espai de Hilbert.

Hi ha una limitació afegida que hem de tenir en compte. En el procés de mesurar, el resultat no és arbitrari, sinó que depèn del nostre aparell de mesura. Per exemple, si mesurem l'spin d'un electró emprant un camp magnètic, l'spin que mesurem apunta o cap amunt o cap avall en la direcció del camp magnètic, no en qualsevol altra. El sistema es projecta de manera probabilística i incontrolada. És una llei de la mecànica quàntica. Mai podem saber l'estat exacte en què es trobava un spin arbitrari abans de ser mesurat. El nostre coneixement de la naturalesa és i serà sempre limitat.



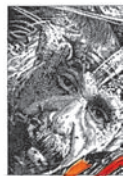
Trampa de ions. El control tecnològic de la interacció entre radiació i matèria permet atrapar set ions de calci en una trampa lineal de Paul. L'estat quàntic dels àtoms es controla fins al punt d'haver implementat les primeres portes lògiques quàntiques en aquest sistema. Aquesta imatge és, per tant, un primer pas cap a un ordinador quàntic. Aquesta imatge va ser presa amb un sensor CDD que té un temps d'obertura de 5 nanosegons i una resolució de 4 micròmetres pel Quantum Optics and Spectroscopy Group d'Innsbruck. Avui ja s'ha aconseguit el control complet de vuit qubits.

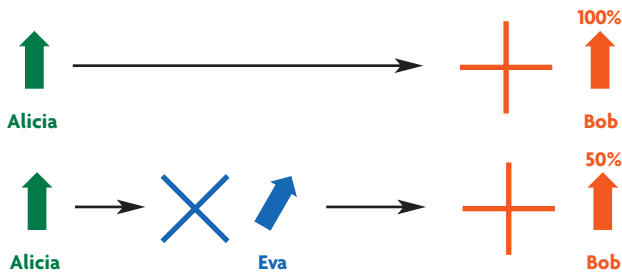
■ LA FI DELS ESPIES

Disposem dels dos elements necessaris per a entendre un dels avenços més recents en informació quàntica: els qubits i l'efecte incontrolable que té sobre ells el procés de mesurar-los. L'any 1984, aquestes idees es van aplegar per dissenyar un protocol de comunicació segur, és a dir, va nàixer la criptografia quàntica.

Vegem com podem enviar un missatge quàntic. Alicia vol enviar una nota a Bob. En primer lloc, Alicia i Bob pacten públicament que el missatge es redueix a zeros i uns i que el faran enviant fotons, que són les partícules elementals de llum. Els fotons tenen el que es denomina una polarització que obeeix les lleis de la mecànica quàntica i, en molts sentits, és anàleg a l'spin de l'electró. Pacten també per avançat quines polaritzacions del fotó correspondran a zeros i quines a uns. Alicia inicia la comunicació enviant fotons en polaritzacions arbitràries. Bob els mesura també amb aparells que apunten en direccions arbitràries. Només quan Bob mesura en la direcció associada a la polarització del fotó incident obtindrà el mateix fotó que va ser enviat. Per a descartar aquells fotons inútils, Bob fa pública la direcció de les seues mesures, però no el resultat. Alicia disposa de tota la informació, tant els fotons que ha enviat com les mesures que ha fet Bob. Així, Alicia diu públicament quins fotons descartar. En aquest instant Bob associa els resultats de les mesures no descartades i aconsegueix una clau compartida amb Alicia.

Aquest protocol és segur perquè qualsevol espia, diguem-li Eva, no pot interferir en el procés sense deixar-hi rastre. Per exemple, Eva pot intentar suplantar Bob, mesurar els fotons i reexpedir el resultat. Però recordem que la seua mesura alterarà el resultat de





Criptografia quàntica o la detecció d'Eva. La criptografia quàntica es basa en el fet que l'espia Eva sempre és detectada. Alicia envia un fotó polaritzat verticalment a Bob. Aquest decideix a l'atzar mesurar en la base horitzontal-vertical i recupera l'estat original. En cas que Eva interferencesca i mesure l'estat enviat a una base diagonal, Bob solament recuperarà l'estat original en el 50% dels casos. Alicia i Bob poden, per tant, sacrificar un percentatge dels qubits transmesos per saber si existeix una acció intrusiva en qualsevol instant de temps. En aquest cas, tanquen la seua comunicació i el missatge no és desxifrat mai.

manera incontrolada. Quan Eva interfereix en una direcció que no corresponga a la polarització del fotó, aquest col·lapsarà de manera incontrolada. El fotó reexpedit ja no és fidedigne a l'inicial i Alicia i Bob ho poden detectar en la seua fase de reconciliació de bases.

La criptografia quàntica és inviolable. Tota acció d'una tercera persona és detectable a causa del col·lapse de l'estat quàntic portador de la informació. La fragilitat d'un estat quàntic enfront d'una mesura s'ha convertit en una aliada. La criptografia quàntica és indesxifrable en tant que la mecànica quàntica continue sent correcta. Però açò sembla així perquè ja s'han realitzat experiments en què s'han enviat missatges encriptats en fotons (en temps d'arribada de fotons) a distàncies de 100 km a la Universitat de Ginebra mitjançant fibres òptiques comercials. Recentment, ha tingut un gran impacte mediàtic la primera transacció bancària realitzada a Viena. També s'han aconseguit notables èxits experimentals en comunicació a través de l'aire a Los Alamos i a Viena i ja circulen idees de com portar aquests avenços a satèl·lits. Fotons entrelaçats podrien ser enviats des d'un satèl·lit per establir claus secretes entre continents diferents.

■ RESULT EL MISTERI DE LA TELEPORTACIÓ (PER A ESTATS CONSTRUÏTS AMB FOTONS)

Star Trek (Robert Wise, 1979) va inventar aquesta paraula per transportar de manera molt especial un tripulant d'una nau a una altra. Si recordem, en el film, primer el tripulant era desintegrat en la «cabina de transport» de la nau de partida per a ser reconstruït instantàniament a la nau de destinació. Cap principi de la mecànica quàntica prohibeix aquesta transmissió, encara que sí que és cert que la mecànica quàntica no per-

met el clonatge d'un estat. En altres paraules, és impossible copiar un estat desconegut. De fet, aquesta limitació és essencial per a permetre la criptografia quàntica. En cas contrari existiria un atac d'Alicia que consistiria a copiar l'estat que codifica la informació i després analitzar la seua còpia en secret. Però, com dèiem, la mecànica quàntica sí que autoritza la teleportació perquè no hi ha dues còpies d'un estat en cap moment.

El protocol s'organitza de la següent manera. En primer lloc, s'ha de generar un estat de dos fotons entrelaçats. L'entrelaçament quàntic correspon a la propietat de certs estats quàntics per a mantenir correlacions no locals. Una part de l'estat es queda amb Alicia, que ara desitja teleportar un cert estat. Bob rep la segona part de l'estat entrelaçat. A continuació, Alicia realitza una mesura conjunta de l'estat que cal teleportar més la seua part de l'estat entrelaçat. En aquest instant, l'estat entrelaçat col·lapsa i Bob, sense saber-ho, té un estat diferent. Alicia observa que el seu estat original ha estat destruït, però pren nota del resultat de la seua mesura i l'envia a Bob. Bob fa servir aquesta informació per modificar el seu tros d'estat entrelaçat i reconstruir l'estat original.

El més fascinant de la teleportació és que ja és una realitat per a estats construïts amb fotons en experiments realitzats a Itàlia i Àustria. Falta recórrer un llarg camí fins que es puguem teleportar àtoms, molècules, proteïnes i el mateix Dr. Spock. Però la nostra comprensió de la teleportació acaba de nàixer. Donem-li temps.

■ ORDINADORS QUÀNTICS, LA NOVA PROMESA EN COMPUTACIÓ

El vertader salt conceptual en el processament de la informació quàntica queda reservat a construir un ordinador quàntic. Un ordinador així treballaria amb qubits formant registres quàntics que serien processats per portes lògiques quàntiques. La seua potència seria brutal. De nou, hem de fer una incursió en els postulats de la mecànica quàntica per comprendre com funciona una porta quàntica. La idea fonamental és que els qubits evolucionen segons dicta l'equació de Schrödinger que, matemàticament, es produeix per l'acció d'un operador unitari lineal. Són moltes paraules noves. Un operador unitari és aquell que manté les probabilitats del sistema. Tota matriu unitària és reversible. Aquí naix una primera sorpresa. Un ordinador quàntic es basa en portes reversibles que no consumeixen energia. L'energia necessària per a realitzar un càlcul quàntic pot reduir-se a l'esborrament del registre que ha de ser irreversible, de manera que implica dissipació en el medi. La segona paraula que hem emprat és «lineal».

Aquesta és la forma precisa de dir que si un estat es troba en una superposició de dos estats possibles, la porta actua al mateix temps en tots dos. Un ordinador quàntic és intrínsecament paral·lel. Més encara, un registre quàntic de n qubits pot contenir una superposició de fins a 2^n estats i les operacions lògiques poden actuar sobre totes alhora.

Un ordinador quàntic tanca la promesa de realitzar càlculs exponencialment més potents que un computador clàssic. Parlem de promesa perquè encara no hem construït un ordinador com aquest i perquè el procés de mesura limita els resultats que podem obtenir. Ambdós problemes tenen ja solucions parcials. En primer lloc, ja s'han realitzat experiments que demostren l'acció de portes quàntiques en trampes d'ions. Aquests resultats són impressionants però no escalables. Necessitem realitzacions diferents d'ordinadors quàntics si desitgem aconseguir algun dia el control quàntic de grans registres. En segon lloc, ja s'han trobat algorismes quàntics que superen els seus homòlegs clàssics. És notable l'anomenat algorisme de Shor, que permetrà descompondre grans nombres en els seus factors primers de manera eficient. Aquest resultat ha provocat l'expectació de molts mitjans polítics i militars, ja que tota la criptografia actual es basa en el protocol RSA, que al seu torn es fonamenta en la impossibilitat de factoritzar grans nombres amb els nostres ordinadors actuals.

La construcció d'un ordinador quàntic és, de moment, una aposta de futur. No obstant això, el progrés experimental realitzat en els últims anys és sorprenent i imparabile. Recentment, el grup de l'institut experimental liderat pel professor Blatt a Innsbruck ha fet públic el control quàntic detallat de vuit ions. Disposem, doncs, d'eines prou sofisticades per manipular a voluntat els estats interns d'ions i realitzar sobre ells qualsevol processament quàntic que desitgem, incloses portes lògiques. L'ordinador quàntic no és una utopia.

■ EL NOTABLE AVENÇ DELS PROTOCOLS D'INFORMACIÓ

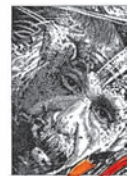
El progrés que la nostra comprensió de la mecànica quàntica ha experimentat durant el segle XX és espectacular. No cal sinó recordar les disputes sobre els seus principis que van mantenir Einstein i Bohr. Einstein es va mantenir sempre poc favorable a admetre que la

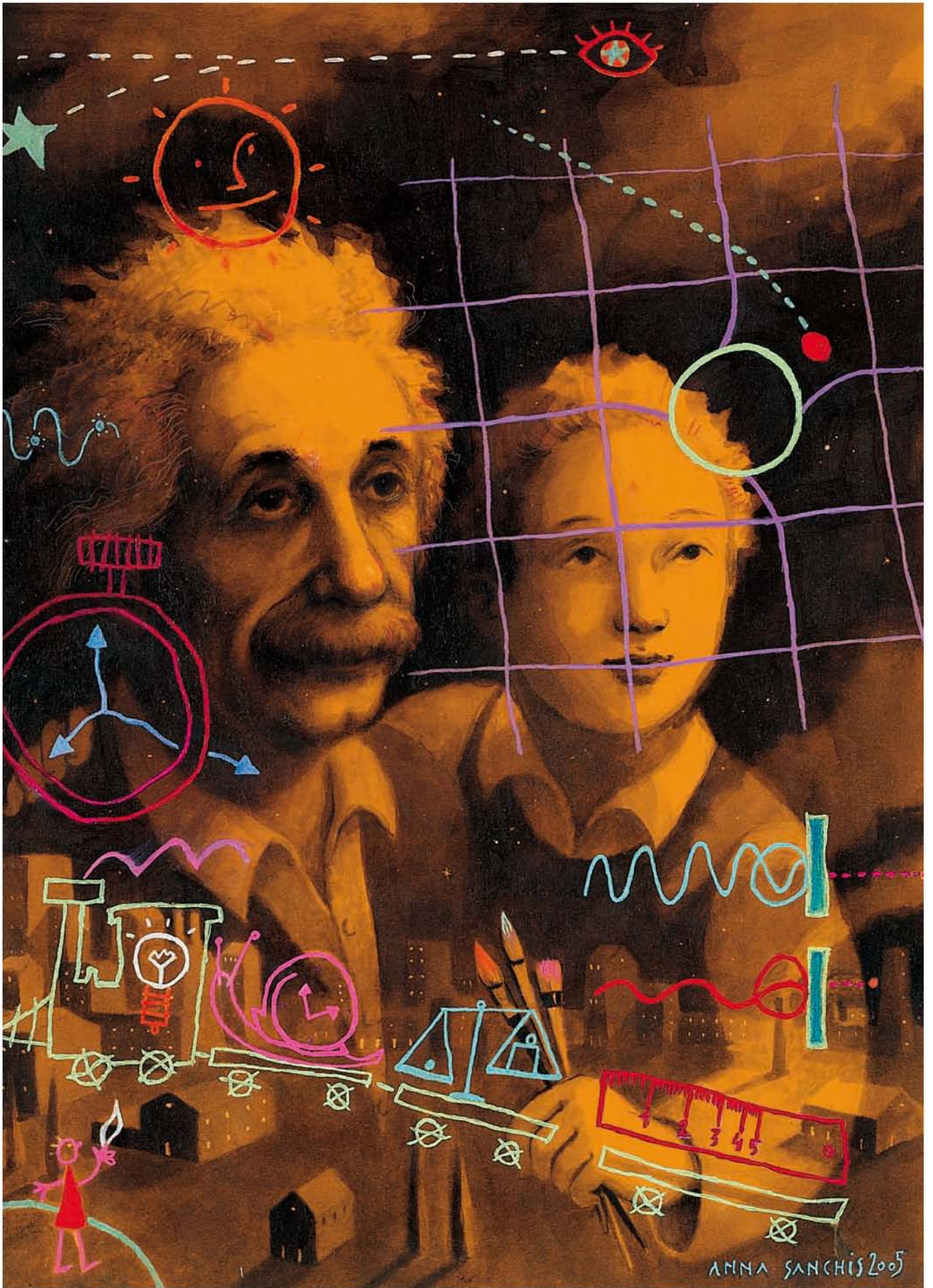
mecànica quàntica proporciona la correcta descripció última de la naturalesa. El major esforç per a mostrar els problemes d'aquesta teoria es va concretar el 1932, en un article signat per Einstein, Podolski i Rosen on van presentar una paradoxa fonamental, l'anomenada «paradoxa EPR». Van ser Schrödinger i, posteriorment, John Bell els qui van comprendre la solució correcta d'aquesta paradoxa a favor de la mecànica quàntica. Avui dia, les anomenades «desigualtats de Bell» que van ser ideades per refutar les crítiques a la mecànica quàntica s'utilitzen com una eina d'enginyeria que permet descartar la presència d'un observador intrús en un sistema quàntic protegit. Hem passat de qüestionar la mecànica quàntica a transformar-la en una enginyeria incipient.

Criptografia quàntica, teleportació, computació quàntica són les primeres manifestacions de la informació quàntica. Hi ha moltes línies més en camí. Tenim un control creixent del concepte d'entrellaçament (*entanglement*) quàntic. Gràcies a ell sabem que podrem sincronitzar rellotges atòmics, podem construir xarxes òptiques que ens permeten simular altres sistemes quàntics i descobrir-ne les propietats i hem establert nous protocols de comunicació. Potser les nostres futures targetes de crèdit seran quàntiques i la seua informació no podrà ser llegida sense deixar empremta. Potser la mateixa mecànica quàntica permetrà verificar els circuits d'un xip fet amb litografia quàntica per aprofitar les lleis quàntiques de l'estat sòlid.

La mecànica quàntica ha canviat la nostra economia, la nostra forma de comunicació, la nostra vida. Però, sens dubte, ara presenciem la seua adolescència. És molt possible que el segle XX no quede en la nostra memòria col·lectiva per una guerra (n'hi ha hagut massa) o per una catàstrofe, sinó per un fet científic. Podem enumerar tres candidats: la teoria de la relativitat, la mecànica quàntica i el descobriment del DNA. És possible que la mecànica quàntica siga el fet que més transcendesca en la nostra història venidora. La relativitat és, en els fons, un canvi menor de paradigma, continuació de la cinemàtica de Galileu. El DNA serà entès, modificat i tal vegada substituït perquè tindrem control sobre les seues lleis. Les lleis de la mecànica quàntica, en canvi, semblen tenir un element de perpetuïtat absolut. ☺

José Ignacio Latorre. Responsable del Grup d'Informació Quàntica, Departament ECM, Universitat de Barcelona.





DE NEWTON A EINSTEIN

DIGRESSIONS SOBRE LES PUBLICACIONS CIENTÍFIQUES

Patricio Leboeuf

En els últims vint anys la publicació científica ha viscut una transformació profunda propulsada pels progressos tecnològics dels ordinadors i dels sistemes de comunicació. El sistema de publicacions científiques electrònic del web, que va nàixer a partir d'una base de dades de Los Alamos, ha conegut un creixement extraordinari des que es va crear el 1991. Aquests arxius processen actualment uns quants milions de transaccions per mes (desenes de milers per dia) en diferents temes com les matemàtiques, la física o la biologia.

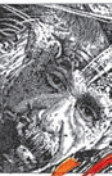
La transformació del procediment de comunicació respecte a les «primeres» revistes científiques, que van aparèixer fa uns tres-cents cinquanta anys, és considerable. Al març de 1665 Henry Oldenburg, secretari de la Royal Society de Londres, crea les *Philosophical Transactions* («Transaccions Filosòfiques»). Amb la publicació de novetats provinents de l'estranger, així com d'articles i experiments presentats davant els membres de la Royal Society, aquesta revista perpetua la tradició epistolar de l'època. Les *Transaccions* s'editen mensualment, compten una vintena de pàgines, i la tirada és de 1.200 exemplars. En els anys subsegüents trobem entre els autors Newton, Boyle, Hooke, Huygens, Leibniz, i Cassini. Al gener de 1665, dos mesos abans de la publicació del primer número, Denis de Sallo, conseller del Parlament de París, llança el *Journal des Savants* («Diari dels Savis»), amb el propòsit de divulgar novetats científiques, legislatives i teològiques, com també resums de llibres i comunicacions rellevants.

Una part important de la comunitat científica dels segles XVII i XVIII és composta pel que avui anomenaríem aficionats. Per vocació, les primeres revistes solen dirigir-se a un públic ampli. Tal com ho especifica Denis de Sallo en el prefaci de la seua publicació, un dels objectius del seu *Diari* és el de comentar «tot allò que succeeix a Europa i que siga d'interès per a la gent il·lustrada». Aquest

esperit es reflecteix clarament en el contingut de les publicacions. Són periòdics oberts, que sol·liciten als seus lectors que els envien les seues observacions o teories. El perfil típic d'aquests apassionats de la naturalesa és el d'una persona cultivada que no està particularment interessada a brindar explicacions dels fenòmens observats; en la gran majoria dels casos les contribucions consisteixen en descripcions, sovint minucioses, d'un fenomen o observació (eclipsis, peculiaritats anatòmiques, descripcions de flora o fauna exòtica, etc.). Un exemple característic, encara que tardà, d'aquest esperit és el conegut relat de la primera observació «científica» d'un solitó, aquelles ones no-lineals capaces de recórrer grans distàncies sense deformar-se, aparegut en un informe de la British Association for the Advancement of Science al setembre de 1844: l'enginyer escocès John Scott Russell relata com va seguir durant quilòmetres, a cavall, una ona que es propagava sobre la superfície d'un canal prop d'Edimburg.

Al llarg del segle XVIII es percep un canvi gradual en els objectius de les societats i publicacions científiques. Aquestes perden progressivament la seua orientació àmplia i general, i el projecte enciclopèdic cedeix terreny a l'especialització. François Rozier, un capellà agrònom més interessat per la ciència que per la teologia, fundador de les *Observations et Mémoires sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts*, explica en el prefaci de la primera edició de 1773 que la publicació va dirigida al «vertader expert» perquè anuncie «els seus nous descobriments» i perquè expose clarament «les proves». Durant l'últim quart del segle XVIII, vint-i-cinc noves publicacions científiques especialitzades (de caràcter comercial) van aparèixer a Europa. Aquesta tendència va continuar desenvolupant-se durant els dos segles següents. Avui dia hi ha un nombre incalculable, i la publicació científica en revistes especialitzades és considerada com el principal mitjà de comunicació.

**«AL LLARG DEL SEGLE XVIII
ES PERCEP UN CANVI
GRADUAL EN ELS OBJECTIUS
DE LES PUBLICACIONS
CIENTÍFIQUES: EL PROJECTE
ENCICLOPÈDIC CEDEIX
TERRENY ENFRONT DE
L'ESPECIALITZACIÓ»**



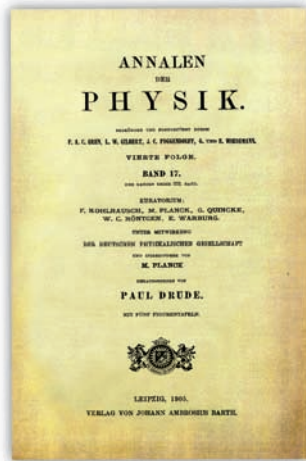


Figura 1.

■ AVALUACIÓ

La història de la ciència en va plena, certament, de passos en fals i de teories inútils. Això és natural, ja que per definició els processos associats al coneixement no poden ser lineals ni previsibles. Els criteris d'acceptació d'un article que ha estat sotmès a publicació en una determinada revista formen part, per tant, d'un

art subtil. Aquesta tasca va a càrrec dels editors. Com distingir —o definir— la validesa d'un article? Actualment la resposta a aquesta pregunta depèn de diversos factors (entre ells, la disciplina, el tema, l'originalitat, etc). Per exemple, si considerem *Nature* i *Physical Review Letters*, dues de les revistes de major prestigi, la primera accepta al voltant del 5% dels manuscrits rebuts, mentre que *Physical Review Letters* en publica el 33%. Aquestes disparitats són degudes a una política editorial més estricta en el primer cas.

Contràriament a les aparences, en el fons, el funcionament del sistema d'avaluació actual no difereix gaire del que es practicava entre els científics de millor nivell en els segles XVII al XIX. No obstant això, la forma i la manera han canviat considerablement. Per a il·lustrar aquest

punt, podem recordar les circumstàncies que van portar a la publicació dels *Principia* de Newton. Es remunten a una conversa que van mantenir l'any 1684 l'astrònom Edmund Halley i l'arquitecte Sir Christopher Wren en la Royal Society Real de Londres. Tots dos estaven convençuts que el moviment dels planetes havia de poder explicar-se mitjançant una llei d'atracció proporcional a l'invers del quadrat de la distància al sol. Davant la seua incapacitat de demostrar-ho matemàticament, i després d'un intent frustrat de Robert Hooke, Halley viatja a Cambridge per plantejar el problema a Newton. Aquest contesta, sense molt d'interès, que ho havia resolt fa anys, però que no trobava el càlcul entre els seus papers, i promet enviar a Halley la demostració. Halley parteix cap a Londres, decebut. Tres mesos més tard, però, rep un manuscrit de nou pàgines que conté una demostració de les tres lleis planetàries de Kepler basada en la llei del quadrat invers. Halley con-

venç Newton, no sense dificultat, de publicar aquests resultats. Segueixen llargs mesos de treball en els quals Newton dóna una formulació coherent al conjunt dels seus treballs. Els *Principia* seran finalment publicats el 1687; seran completament finançats per Halley, ja que la Royal Society havia gastat tots els seus fons en una extravagant edició sobre *La història dels peixos*.

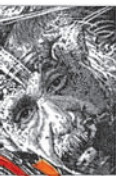
Avui dia, en rebre un manuscrit, un editor té essencialment dues possibilitats: o pren ell mateix directament una decisió, o l'envia a un o més experts perquè l'avaluen. La identitat dels experts no es revela als autors. En la gran majoria dels casos, l'editor opta per la segona possibilitat. La generalització d'aquesta regla és relativament recent, es remunta aproximadament a mitjan segle XX. Per exemple, és ben sabut que els quatre articles publicats el 1905 en *Annalen der Physik* (figura 1) per Albert Einstein i que van revolucionar el panorama de la física no van seguir el procés habitual d'avaluació. Van ser directament acceptats pel seu editor principal, Max Planck, un dels fundadors de la mecànica quàntica.

Hi ha evidències que indiquen que els articles d'Einstein van ser sistemàticament avaluats d'aquesta manera, excepte un. Aquest article, que va ser aparentment l'únic avaluat per experts segons les normes actuals, va ser rebutjat.

La història d'aquest rebuig és curiosa, i alguns dels seus detalls només van ser revelats recentment, en fer-se públics els arxius corresponents de *Physical Review* [Daniel Kennefick,

Physics Today, setembre 2005]. Einstein va introduir el concepte d'ona gravitacional en la seua teoria de la relativitat general de 1916. Encara que exòtiques en aquella època, i sense cap suport experimental, aquestes ones de deformació de l'espai, per analogia a les ones a la superfície de l'aigua o a les ones electromagnètiques, resulten naturals. Actualment disposem només d'evidències experimentals indirectes de la seua existència, però s'han llançat diversos programes internacionals per a detectar-les directament, i la majoria de la comunitat científica està convençuda que ho seran prompte. No obstant això, el 1936 Einstein envia, junt amb el seu jove col·laborador Rosen, un article a *Physical Review* (figura 2) en el qual afirma que les ones gravitacionals no existeixen. Probablement sorprès per aquesta conclusió, l'editor, John Caram, decideix enviar l'article a un expert (la identitat del qual va ser revelada recentment). L'expert escriu un informe de

«DURANT L'ÚLTIM QUART DEL
SEGLE XVIII, VINT-I-CINC NOVES
PUBLICACIONS CIENTÍFIQUES
ESPECIALITZADES VAN
APARÈIXER A EUROPA. AVUI DIA
N'HI HA UN NOMBRE
INCALCULABLE»



deu pàgines, on en particular troba un error tecnicoconceptual en el càlcul d'Einstein que invalida el resultat. Respectuosament, l'editor envia aquests comentaris a Einstein, preguntant-li què en pensava (el procediment normal en aquest cas hauria estat rebutjar l'article). Einstein contesta, ofuscat, que no va donar autorització a l'editor per a transmetre l'article a un expert, i el retira, aclarint que els comentaris de l'expert eren incorrectes. La història posterior va demostrar que no ho eren.

Si bé aquest exemple mostra clarament l'interès del sistema d'avaluació actual, es poden formular crítiques sense dificultat i destacar certes limitacions. Els experts són sovint científics d'alt nivell, que treballen en les millors universitats i centres d'investigació del món. El sistema actual podria afavorir, per tant, els articles enviats des d'aquests mateixos centres (o bé prestar-se a temptacions de parcialitat enfront de projectes concurrents). Més greu encara, aquest sistema podria impedir l'emergència d'idees revolucionàries o simplement noves, que pertorben o a vegades invaliden els conceptes usualment admesos per la majoria dels experts. És interessant, en aquest sentit, llegir el *mea culpa* formulat en forma editorial per la revista *Nature* el 2003 [*Nature*, 425, 645 (16 octubre 2003)], que ressenya diversos errors editorials importants d'aquesta revista. La llista és impressionant, i inclou l'efecte Txerenkov, el mesó de Yukawa, i la radiació de forats negres de Hawking. Tal com s'hi assenyala, en certs casos l'editor pot representar un paper positiu en contra de l'opinió dels experts. L'exemple citat és l'article de Thomas Cech, que va donar lloc al premi Nobel de química de 1989; aquest va ser rebutjat unànimement per tres experts, però va ser acceptat finalment sota la responsabilitat de l'editor.

Hi ha descobriments que, després d'un cert temps, van resultar ser falsos. Sovint l'anunci corresponent, realitzat en certs casos directament a través dels mitjans de comunicació massius en compte dels canals científics habituals, ha suscitat grans polèmiques. Els motius pels quals aquests van resultar falsos són molt variats. En casos extrems, s'ha posat en evidència un frau. Podem citar, en aquest sentit, la sèrie d'articles publicats per Jan Hendrik Schön i col·laboradors dels laboratoris Bell (EUA) en els quals les dades van ser falsificades; els treballs, publicats entre 1998 i 2001 en les

revistes més prestigioses, presentaven resultats que modificaven considerablement les tecnologia de la nanoelectrònica. Un cas semblant és el descobriment d'elements superpesants al Lawrence Berkeley National Laboratory el 2002. En altres ocasions no s'ha posat clarament en evidència una falsificació dels resultats (com per exemple la fusió freda anunciada en primera pàgina del *New York Times* el 24 de març de 1989, o la memòria de l'aigua, per Jacques Benveniste). En tots els descobriments falsos, amb frau confirmat o sense, la invalidació no va ser feta pels experts, sinó, a posteriori, quan altres grups van veure que resultava impossible reproduir-los. Aquesta confirmació és un element clau del procés de descobriment, que defineix o no la falsedat d'un resultat, i que va més enllà de les competències d'un editor. El treball editorial que precedeix una publicació, per tant, ha de ser vist com un dels controls (o filtres) que utilitza la comunitat científica per avaluar els resultats. Aquests són confirmats posteriorment pels membres d'aquesta comunitat, que reexaminen i tracten de reproduir-los.

L'adveniment dels arxius i revistes electròniques sobre el web podria canviar fonamentalment la forma de publicació científica així com el seu sistema d'avaluació. Diverses veus s'han alçat per anunciar que vivim un canvi radical, la segona gran revolució després de la de Gutenberg, que afecta per descomptat el conjunt del món editorial. Certament els nous sistemes d'emmagatzemament i transmissió electrònics han modificat considerablement el nostre accés a la informació i per tant la nostra manera de treballar. No obstant això no resulta obvi, com molts han predit, que la forma actual de les revistes científiques i dels seus mètodes d'avaluació haja de desaparèixer, per donar lloc a un sistema molt més obert. Al contrari, es podria pensar que l'augment extraordinari de la informació disponible requereix, més que mai, disposar de mètodes eficaços de selecció i d'anàlisi. ☺

L'adveniment dels arxius i revistes electròniques sobre el web podria canviar fonamentalment la forma de publicació científica així com el seu sistema d'avaluació. Diverses veus s'han alçat per anunciar que vivim un canvi radical, la segona gran revolució després de la de Gutenberg, que afecta per descomptat el conjunt del món editorial. Certament els nous sistemes d'emmagatzemament i transmissió electrònics han modificat considerablement el nostre accés a la informació i per tant la nostra manera de treballar. No obstant això no resulta obvi, com molts han predit, que la forma actual de les revistes científiques i dels seus mètodes d'avaluació haja de desaparèixer, per donar lloc a un sistema molt més obert. Al contrari, es podria pensar que l'augment extraordinari de la informació disponible requereix, més que mai, disposar de mètodes eficaços de selecció i d'anàlisi. ☺

Patricio Leboeuf. Laboratoire de Physique Théorique, Université d'Orsay, París.

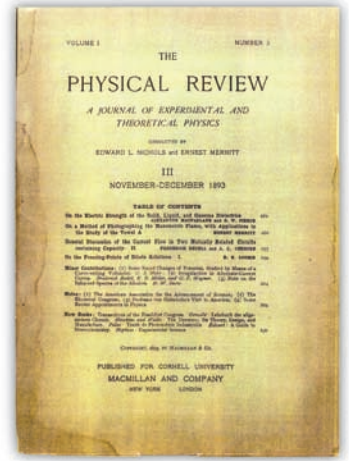


Figura 2.

