

# ENTREVISTA AMB SOBRE HISTÒRIA

Gerald Holton és professor d'història de la física a la Universitat de Harvard, als Estats Units. És, junt amb altres, un dels científics estrictes que han "passat" a fer recerques històriques sobre la ciència. La possibilitat de fer un treball seriós en història de la ciència es va desvetllar als Estats Units gràcies a la influència del professor belga Georges Sarton, que va endegar un camí que seguien a molts professors nord-americans i d'altres països del món, com ara Josep M. Millàs i Vallicrosa, que inicià aquests estudis a casa nostra. Aquesta cinquantena d'anys ha estat el desbrossament d'un camí, que encara demana el reconeixement per part de la comunitat científica de la serietat i l'eficàcia d'aquest tipus d'estudi. Holton ha fet aportacions concretes i teòriques a la història de la física del nostre segle, singularment els treballs d'Einstein i Millikan. Participa així mateix en la renovació del pla d'ensenyament de ciències físiques al batxillerat americà. En aquesta entrevista trobareu una bona introducció al seu pensament en història de la ciència. Va ser feta pels professors Manuel Garcia Doncel (Universitat Autònoma de Barcelona) i Eduard Millàs (Universitat de Barcelona) aprofitant l'estada de Holton a Barcelona el 28 de maig d'aquest any.



(ciència):— *Sou professor de Física a Harvard a la Càtedra Mallinckrodt i, a la vegada, sou professor d'història de les ciències, ¿quin ha estat el vostre itinerari personal, de la Física a la Història de la Física?*

**G. Holton:**— La resposta és un exemple del gran paper que els fets fortuïts juguen a la vida. Vaig fer la tesi doctoral en física experimental a Harvard, sota la direcció de Peter Bridgman. El primer fet és que, tot treballant amb el meu director de tesi, em vaig adonar que ell no solament era un gran físic, sinó també un notable filòsof de les ciències. Aquest fet va produir en mi un increment del paper de la física en la meua escala de valors. El segon fet fortuït va ser que el rector d'aleshores, James B. Conant, químic de professió, estava interessat en la història de les ciències. El tercer fet és que a

Harvard vaig rebre la influència de Georges Sarton, el qual va ser sens dubte el capdavanter de la història de les ciències als EUA.

Aquestes tres influències van combinar-se de tal manera que van fer néixer en mi l'interès pel context global de les ciències. Més tard, un cop introduït en els papers (treballs, articles i documents) d'Einstein, vaig començar a treballar de manera activa en la història de les ciències. Fa uns quinze anys, el degà em va demanar de fer-me càrrec d'una càtedra d'història de la ciència, simultanejant-la amb la de física, que ja ocupava.

(ciència):— *¿No us ha sabut greu aquesta elecció, deixar la física per la història de la física?*

**G. Holton:**— Solament en el sentit que només disposem d'una vida i no pas de

dues.

(ciència):— *A la Universitat de Harvard hi ha un grup important que treballa la història de les ciències. ¿Quin és el treball que fa aquest grup i quantes són les persones que el componen?*

**G. Holton:**— A Harvard tenim avui dia un departament de Història de les Ciències al qual assisteix un gran nombre d'alumnes al llarg dels seus estudis de llicenciatura i també un nombre respectable que prepara el grau de doctor. De fet, el nostre departament és probablement el departament d'Història de les Ciències més gran d'arreu del món. Té nou catedràtics, encara que alguns ho són a la vegada en altres departaments. També entre els alumnes n'hi ha un nombre bastant gran que molt sovint després de fer història de les ciències es-

# GERALD HOLTON

## DE LA CIÈNCIA

(ciència 2)

novembre 1982 Volum 2 (67) 41

tudia altres matèries o carreres.

(ciència):— *Quins estudis tenen els alumnes abans d'arribar al departament? Han fet ciències o bé humanitats?*

**G. Holton:**— Fins ara, els estudiants que han fet o fan una tesi doctoral amb mi han cursat tots ells els estudis de física abans d'endinsar-se en la història de la ciència. Per al període modern, del qual jo m'ocupo, és certament necessari posseir una base sòlida en ciències. Per a d'altres períodes, això no és tan necessari i pot molt bé passar que l'estudiant hagi fet estudis humanístics.

(ciència):— *¿Hi ha molts grups en les universitats americanes que es dediquin a la història de les ciències?*

**G. Holton:**— Crec que, pel cap baix, hi ha de deu a dotze universitats que tenen un departament específic d'Història de les Ciències, de vegades com a departament d'Història i filosofia de les ciències, cosa poc freqüent, de vegades com a subsecció d'un departament d'història, cosa que tampoc no és una solució encertada. La millor solució és la que hem establert a Harvard, Berkeley, Indiana i en d'altres llocs, i la que ara s'introdueix en moltes més universitats: una entitat autònoma anomenada *Departament d'Història de les Ciències*.

(ciència):— *Aquests departaments té una tradició que ve de lluny (possiblement provinent de Sarton), o bé la seva fundació és un fet nou?*

**G. Holton:**— El nostre camp és jove i data d'uns trenta anys, però ha tingut un desenvolupament força ràpid. Al començament la influència de Sarton era molt, molt forta, i la primera generació d'historiadors de la ciència va seguir **la seva línia. La segona generació va començar a treballar a partir dels plantejaments de Sarton, però va anar més enllà dels seus estudis, una mica "internalistes", i, per primera vegada, va ser forta-**



ment influenciada per la filosofia de les ciències, especialment per A. Koyré. La darrera generació, els nostres estudiants i deixebles, fan un pas més i introdueixen un estil d'història de les ciències que es coneix sovint amb el nom d'estudi social de les ciències. Aquest és precisament el "tema" del nou departament al MIT, en el qual s'inclouen estudis de tecnologia, d'història de les ciències, de sociologia, etc.

(ciència):— *En visitar les universitats de Madrid i de Barcelona heureu vist que des del punt de vista estrictament acadèmic no hi ha un lloc específic per dur a terme les tasques d'investigació i docència en història de les ciències en relació amb les facultats de ciències. ¿Quin seria el vostre consell a aquells que desitjarien establir centres d'aquest tipus?*

**G. Holton:**— La primera observació és que hi ha un alt grau de bona preparació, de capacitat i d'eficàcia en el treball, i tot això constitueix la condició bàsica per establir els estudis d'història de les ciències en la universitat espanyola. Això seria un encert, ja que aquí existeix una tradició remarcable i de prestigi internacional amb noms com Millàs i Valliscrosa, que va ser prominent en aquest

camp. És inevitable que se senti la necessitat d'establir centres per a l'estudi de la història de les ciències. La dificultat està a posar en marxa els primers. Però, si com espero, s'arribés a tirar endavant un o dos centres universitaris d'història de les ciències, la meua predicció és que hi hauria un gran nombre d'alumnes altament qualificats i amb interès. En certa manera aquests estudis corresponen més a Europa que no pas a Amèrica. És un fet històric fortuït el que nosaltres hàgim anat al davant. Amb el temps ha d'esdevenir que els centres europeus, incloent-hi els de l'Estat espanyol, que confio que es fundaran, tinguin molt a ensenyar-nos a nosaltres que treballem als EUA.

### LA VALIDESA CIENTÍFICA I DIDÀCTICA DE LA HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES

(ciència):— *Algunes preguntes referents a la utilitat de la història de les ciències: Per a què serveix? ¿Pot ser profitosa als investigadors científics, especialment en èpoques de crisi?*

**G. Holton:**— Respondré de manera històrica, com escau a la nostra conversa. En la generació d'Einstein, Poincaré, Niels Bohr, Heisenberg, Max Born..., els científics de primera fila es van interessar sempre per la història i per la filosofia de les ciències. Van escriure llibres admirables, com el de Poincaré: *La ciència i la hipòtesi*. Helmholtz, abans, i Heisenberg, després, ens van donar visions fonamentals sobre el metabolisme i la metodologia de la ciència, fent una anàlisi precisa del seu propi treball i dels seus coetanis. Els darrers trenta o quaranta anys, tot aquest estil de pensar ha desaparegut d'entre els nostres científics més destacats. Jo crec que és un fenomen

passatger. Les últimes crisis de la física, vers el 1900 i el 1925, van ser l'ocasió d'una reflexió profunda de part dels científics, en la qual es van valer de la història i la filosofia. Ens trobem en un món pragmàtic, amb una actitud de pragmatisme que s'apressa darrera de l'"última partícula", i això no és un senyal de maduresa, sinó un senyal d'una mena d'"industrialització" de la nostra ciència. Però, per causes diferents i especialment si els historiadors de les ciències fan sentir la seva veu, tornarà a venir un període en què els millors científics copsaran la utilitat que té en el seu camp l'aproximació cultural, és a dir, històrica. Però això no vol dir de cap manera que el científic hagi d'esperar per progressar que els historiadors de la ciència li expliquin quin és l'abast de les ciències. Als historiadors de la ciència els pertoca la funció de crear el clima en el qual la ciència pugui aprofundir el sentit de la seva tasca.

(ciència):— *El fet que al CERN s'hagi fundat la col·lecció PAULI i que en el proper Congrés de Física de París, sobre les partícules elementals, s'hagin organitzat un col·loqui previ sobre història de la física de les partícules, ¿són dades que mostren que els científics copsen la necessitat de la història de les ciències?*

**G. Holton:**— Crec que aquests fets mostren que un científic reflexiu i madur es pren seriosament la història de la seva especialitat. Voldria, però, afegir que molt sovint cal esperar que els "Paulis" i els "Weisskopfs" duguin a terme els seus primers treballs com a científics purs abans que s'obrin a l'actitud de pensar sobre la ciència d'una manera més general. Sovint un científic jove es troba emocionalment oposat als estudis històrics. Probablement haurà defugit els estudis humanístics considerant-los massa "tous", massa incerts i incapaces de donar respostes quantitatives. Solament més tard s'adonarà que hi ha un altre estil de pensar, un estil més ampli, que inclou la visió històrica.

(ciència):— *¿Creieu que un altre aspecte de la utilitat de la història de les ciències podria ser el seu ús didàctic? Els nostres programes d'ensenyament, a batxillerat i a la universitat, presenten les ciències d'una manera massa dogmàtica i àrida. ¿Com caldria utilitzar la història de les ciències per corregir aquests defectes?*

**G. Holton:**— La història de les ciències pot realitzar dintre dels programes educatius diverses funcions força útils. Per exemple, el planteig històric permet presentar el desenvolupament de les concepcions i de les intuïcions científiques des de les inicials, fruit del sentit comú immediat, fins a les modernes, molt més abstractes. A molts estudiants no els resulta fàcil submergir-se de sobte, com en aigua freda, en l'estructura altament racionalitzada d'aquest saber. Caldria aclimatar-los pas a pas i això es pot fer mostrant-los que, al llarg de la història, alguns dels millors científics han hagut de patir el mateix "trasbals" intel·lectual que ara han de viure els nostres estudiants per arribar a la comprensió científica actual.

La història de les ciències també permet mostrar que l'activitat del científic és un compromís personal, alhora *public* i *privat*, de l'ésser humà amb qüestions molt profundes que sovint el submergeixen en la "perplexitat" i el fan endinsar-se en "tensions" de tots tipus i en "riscs" que la imaginació ha de prendre. De tot això, els nostres llibres de text no en diuen una sola paraula. Sovint els alumnes em pregunten perplexos si en la investigació segueixen el camí correcte, ja que han arribat a una idea important d'una manera totalment diferent de la metodologia científica que presenten els llibres de text. Els he d'explicar que un estudi històric els faria veure que els millors científics no segueixen de cap manera la metodologia implícita en els llibres de text. Això els encoratja a seguir endavant fent ús de totes les seves aptituds. Però vull afegir que res del que dic aquí no s'ha d'interpretar com si aconsellés que la història de les ciències s'ensenyés en lloc de



la mateixa ciència. Ha de ser tan sols un instrument didàctic adreçat als nostres alumnes. La història de les ciències és un saber important i difícil i no se l'ha de confondre amb el seu ús com a "mitjà" en l'ensenyament de la ciència.

(ciència):— *¿Què penseu, per exemple, quan veieu llibres de física que per explicar la teoria de la relativitat segueixen afirmant que tot va començar amb l'experiment de Michelson i amb aquesta presentació tot queda molt clar des d'un punt de vista didàctic?*

**G. Holton:**— Bé, es tracta d'un error corrent que els qui escrivim llibres de text hem comès alguna vegada i després, en estudis posteriors, hem hagut de rectificar. Jo mateix en el meu primer llibre també explicava la "història" a partir de l'experiment de Michelson, però en el segon llibre vaig haver de treure-ho en constatar, després d'haver llegit les cartes d'Einstein, que una i altra vegada aquest insisteix en el fet que l'experiment de Michelson no va tenir cap importància en la seva obra. Fins i tot, s'arriba a dubtar si Einstein coneixia realment aquest experiment. El que vostè vol dir és que els nostres llibres de text presenten una història de les ciències *falsa*. Ho creuen convenient des d'un punt de vista pedagògic, però tard o d'hora, això decebrà els estudiants un cop ho descobreixin en llegir llibres d'història de les ciències. L'ús de la història de les ciències per aquells que elaboren els llibres de text s'ha de fer amb una gran serietat.



realista, no solament dels fets científics, sinó també dels límits de la ciència i de les seves responsabilitats ètiques; per tant, sorgeix la necessitat d'uns criteris ètics per determinar el suport econòmic que cal donar al coneixement científic i tècnic, de manera que aquest tipus de coneixements pugui arribar a tothom. En una democràcia cal donar als ciutadans la capacitat de discutir amb experts i, especialment, amb els experts del món tècnic. Aquesta és la raó per la qual crec que és fonamental una bona comprensió de la ciència, els seus límits i els seus mètodes.

## ALBERT EINSTEIN: LA SEVA OBRA I LA SEVA VIDA

(ciència):— *¿Creieu que la història de les ciències és un instrument didàctic o bé és antididàctic, especialment pel que fa als estudiants de batxillerat? ¿És a ells a qui cal ensenyar història de la ciència o bé als seus professors, per tal que puguin ensenyar ciència d'una manera didàctica?*

**G. Holton:**— Els millors estudiants que estan inclinats a les ciències no necessiten probablement cap ajuda: Einstein, per exemple, no va pas aprendre les equacions de Maxwell a l'escola, ni tampoc a la universitat; les va aprendre tot sol. Però el grup més nombrós, aquells que no arribaran mai a ser científics de primera línia, se'ls pot ajudar molt bé si se'ls dona certs elements d'història de la ciència ben seleccionats. En el cas dels professors, crec que poden treure un gran profit de l'estudi de la història de la ciència perquè ells han estat les víctimes dels nostres llibres de text... I els nostres llibres de text són tan antihistòrics, estan tan reconstruïts... són tan "hostils" vers els processos i els mètodes de la ciència, que el professor que hagi conegut la ciència solament a través d'aquests llibres de text té, en realitat, una visió equivocada de la ciència, especialment si ell mateix no ha fet mai cap tipus d'investigació. Per això és molt important que, per mitjà de la història de la ciència, *vegi la ciència en acció*.

(ciència):— *¿Creieu que la història de les ciències és també útil per a la persona de cultura general que desitja conèixer els orígens dels conceptes i de la mentalitat d'avui*

*dia i vol analitzar de manera crítica la mentalitat que es fa servir en la ciència i en la tecnologia?*

**G. Holton:**— En aquest context, la història de les ciències podria canviar el mite que les persones cultes i la gent en general té en el seu cap sobre el que és ciència. Si preguntem sobre la ciència a gent que no hagi fet estudis de ciències, restarem sempre "astorat", no tant de la ignorància sinó de la desinformació que hi ha. Recordo una observació admirable que va fer Mark Twain referint-se a un home que donava sempre la raó de tot: "La cosa greu no és tant que sigui un ignorant, sinó que conegui tantes coses que no són com ell diu." En el cas de les ciències, si no expliquem el procés pel qual les ciències es desenvolupen i quina és la influència que tenen sobre la vida en general, deixem la gent amb un notable conjunt d'idees equivocades, que són les que de fet ja tenien.

Una segona resposta es refereix més especialment al moment en què ens trobem, en el qual moltes decisions depenen del grau en què la gent està assabentada dels fets, del poder i també de la impotència de la ciència. En la vida de cada dia, les decisions sobre el medi ambient, les decisions referents a matèries econòmiques, a l'impacte de l'explosió de la població, tenen un nombre considerable d'implicacions científiques; i és molt el que s'espera de la recerca científica i tècnica; sovint, molt més del que, de fet, la ciència i la tecnologia poden realitzar. En aquest punt, és important una valoració

(ciència):— *Passem a un altre aspecte. Pels vostres articles i pels vostres llibres sabem que heu llegit molts dels treballs inèdits d'Einstein, cartes, manuscrits, etc. que es conserven a Princeton, al llegat d'Albert Einstein. Quin és l'interès que tenen aquests papers inèdits d'Einstein?*

**G. Holton:**— Tot va començar quan l'administradora del llegat d'Einstein, Helen Dukas, que havia estat la seva secretària, em va demanar ajuda per organitzar els papers d'Einstein. Va resultar que es tractava d'un arxiu immens. Hi havia la seva correspondència no solament amb els millors científics del seu temps, sinó també amb poetes, governants i, fins i tot, alguns dels líders polítics del seu temps.

En llegir la seva correspondència, s'hi copsava el treball d'una ment que participava d'una manera coherent no solament en els problemes científics, sinó també en els problemes polítics i morals del seu temps. Això donava nova llum per entendre la vida i l'obra d'Einstein. Era un fet inesperat i jo no hi estava preparat. Era endinsar-se en una personalitat unificada i coherent, en la qual la ciència constituïa solament un aspecte. Si ens fixem en el seu *Assaig sobre Ètica*, al



Eduard Millas i Manuel Garcia Doncel amb Gerald Holton

prefaci del llibre de Philip Frank sobre relativitat, copsarem que, per a les qüestions ètiques, recomana el mateix mètode científic de pensar, és a dir, basat en postulats i en la deducció. Es diu sovint que Einstein era un ingenu sobre qualsevol qüestió que no fossin les ciències. Però, en llegir les seves preses de posició sobre armament, sobre la manera d'enfrontar-se amb el problema de la pobresa, etc. la meua convicció és que, malauradament, l'ingenu va ser el món en no copsar i seguir el seu model de pensament tan agut. No va ser defecte seu, sinó del món.

El profit que vaig treure'n va ser trobar-me amb un pensador en acció que podia enfrontar-se amb problemes que ultrapassaven les ciències, cosa que pocs tenen la capacitat de fer. Pel que fa a les ciències, hi apareixia molt més clarament la raó per la qual va estar en conflicte amb gent com Niels Bohr, Max Born i d'altres. Aquest conflicte era conseqüència seus pressupòsits més fermes. Admetia francament que no eren més que això, pressupòsits, però eren la font de la seva força. Creia tan fermament en ells que això el centrava en vers certs problemes i feia que en deixés altres de banda. Així, el seu enfrontament amb la mecànica quàntica va manifestar prou clar que ell era un causalista clàssic, i no solament en les seves afirmacions públiques, sinó en l'angúnia més forta del seu cor. Era un determinista de l'estil més clàssic per al qual el principi d'indeterminació d'Heisenberg i el concepte de probabilitat de Max Born eren solament solucions temporals que a llarg termini haurien de ser superades per altres de més profundes.

(ciència):— *¿Això té relació amb concepcions filosòfiques molt arrelades, relacionades amb Spinoza i d'altres?*

G. Holton:— Certament, té relació amb la seva vinculació al que jo anomenaria la teoria sobre l'ordre del món de Newton. I això comprèn des de la simple causalitat física fins al newtonianisme, en el sentit que el diví és inclòs en la seva

visió del món, de la qual la física és una altra part. Llegint els assaigs d'Einstein sobre religió, assaigs molt profunds sobre religió còsmica, es veu que l'ordre que esperava trobar en la física exempta de les probabilitats, era un ordre que li calia per mostrar que l'univers és intel·ligent i intel·ligible, cosa que per ell és el màxim on podia arribar per definir què és diví. Tal com diu la seva carta a Solovine: La prova que se'ns dona de l'existència d'un ordre racional és allò que suscita en nosaltres aquest sentiment còsmic i religions d'harmonia, i com més coneixem sobre l'ordenabilitat del món, més ens hem d'admirar del fet que nosaltres siguem capaços d'entendre'l. En cert centit, s'esdevé més religió a mesura que s'esdevé més científic. El progrés és paral·lel. En aquest sentit se sentia molt atret per les teories ètiques de Spinoza, que són paral·leles a l'estructura dels *Principia* de Newton, i inclouen també el mateix sentit d'inevitabilitat i no pas el de probabilitat.

(ciència):— *Aquests documents no publicats són molt importants per conèixer la mentalitat humana d'Einstein. ¿Creieu que són des del punt de vista històric?*

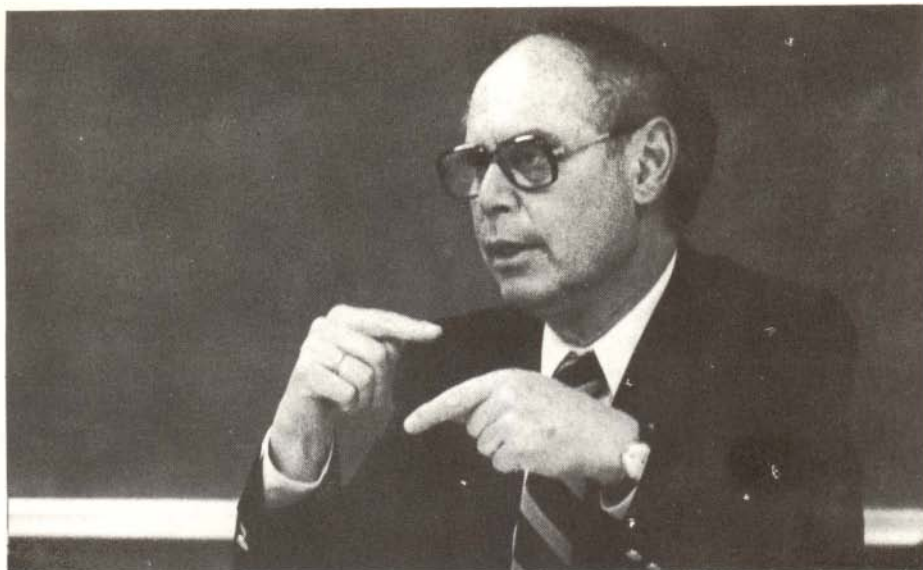
G. Holton:— Sabem que en astronomia es poden fer noves descobertes analitzant dades molt antigues; per exemple, la nebulosa del Cranc: poden usar-se plaques fotogràfiques fetes fa cinquanta o vuitanta anys. Actualment existeix a l'American Astronomical Society una secció nova dedicada a l'astronomia històrica. Aquest no és el cas de la física. Jo no m'atreiria a predir que a partir d'un treball de Lorentz o de Millikan es pogués trobar la prova d'una nova teoria. Em sorprendria agradablement si es donés el cas contrari, és a dir, que per exemple una anàlisi de les dades de Millikan permetés trobar un quark lliure, cosa que en principi és possible. Però cal no esperar-nos que això ocorri perquè podríem quedar totalment decebuts, almenys en el moment actual de la física.

(ciència):— *Pel que fa a la gènesi de nous conceptes, ¿la imatge que rebem dels papers no publicats i dels que ja ho han estat ha de ser diferent?*

G. Holton:— En efecte. Vostè recordarà que hi ha un article famós de Sir Peter Medawar, *L'article científic és un frau?*, en el qual analitza el fet que nosaltres, els científics, en part per la pressió dels editors, hem de reformular les nostres descobertes de tal manera que, com deia Pasteur, "semblin inevitables". També, per aconseguir que siguin publicades, han de ser molt més breus que no pas el procés personal que ens hi ha dut. Ben al contrari, si ens fixem en els documents no publicats trobem l'esperit del científic submergit en l'esforç d'investigació. Per a aquells de nosaltres que ens interessem en el treball històric, això és d'una gran importància; i també per a aquells que desitgin saber si els seus esforços són semblants als d'altres científics. Generalment nosaltres no seguim, com a científics, un curs de metodologia, i possiblement això fóra bo. Però, per altra banda, molts estudiants han de recórrer als seus propis mitjans per descobrir una metodologia. Quan es mira la correspondència o els llibres de laboratori d'algun dels nostres científics, els Paulis, etc., es veu molt sovint que segueixen un procés anàleg a aquell que, de fet, té lloc entre nosaltres en els laboratoris de física.

Jo hi voldria afegir un aspecte. Els sociòlegs de la ciència fan servir avui dia aquests materials per trobar la resposta a qüestions concretes. Per exemple, ¿quina és la millor manera d'establir un equip de treball en laboratori?, ¿hi ha potser diferents tipus d'investigació?, ¿hi ha diferències de nacionalitat en la investigació?, ¿hi ha potser una forma de donar suport econòmic a la investigació científica que doni més bon resultat que d'altres? És un camp ben nou i forma part de l'estudi social de la ciència i en el futur pot tenir uns resultats avantatjosos que facin la ciència un xic més eficient del que ara ho és.

Certament, no vull que siguin els sociò-



legs els qui s'encarreguin de prendre les decisions pel que fa al suport econòmic a la ciència, però a llarg termini crec que ens poden ensenyar de quina manera es pot fer millor el treball que ara fem, més o menys, segons la intuïció.

(ciència):— *Tornant als papers d'Einstein que no són encara impresos, ¿quant haurem d'esperar per poder veure'n l'edició crítica?*

**G. Holton:**— La raó per la qual els papers d'Einstein no han estat encara impresos, tal com estava planejat des del començament del projecte, ara fa deu anys, per la Princeton University Press, és que un dels dos responsables de la Fundació Einstein, Otto Nathan, va determinar que no n'hi havia prou amb un sol editor i calia formar una junta d'editors. Ell tenia la seva pròpia teoria de quina havia de ser la millor manera de fer-ho, però no era pas un historiador de la ciència, i va prohibir a la Princeton UP de seguir endavant. El resultat va ser que després d'una espera llarga i pacient, l'editorial el va dur als tribunals i la sentència, ben recent, ha estat a favor de la Princeton UP, i fa pocs mesos el projecte editorial ha estat posat en marxa. Jo formo part del consell editorial juntament amb una dotzena de persones més, i he vist tot just el disseny i les pàgines de problemes del primer dels vint volums planejats. Així, doncs, sota la direcció editorial de John Stachdl, esperem veure sortir degudament tots els volums, l'un darrere l'altre, començant pel període més inicial.

El mes de febrer va morir Helen Dukas, dona admirable que va ser la secretària d'Einstein des de l'any 1928. Aquell any Einstein va tenir un atac de cor i necessitava algú que pogués respondre la seva enorme correspondència i també que l'ajudés a tenir cura dels assumptes familiars. Va resultar que Helen Dukas era la persona ideal per convertir-se en un membre de la família: no era solament la seva secretària, en certa manera era la persona que va ajudar a tirar endavant els assumptes de la família juntament amb

Elsa, la dona d'Einstein. Quan Elsa morí, Helen Dukas va quedar de fet al davant de molts dels afers de la família. No era solament una dona amb gran habilitat diplomàtica, sinó que posseïa també una memòria increïble. Quan la vaig conèixer per primera vegada, poc després de la mort d'Einstein, la vaig trobar en plena feina de respondre a gent que demanava permís per reeditar coses d'Einstein o que feien preguntes relatives als arxius d'Einstein, i vaig comprovar que podia respondre no solament sobre qüestions de física, sinó respecte a les coses més personals. De fet, ella guardava en la memòria totes les cartes i les condicions en què van ser escrites o rebudes des del 1928. Per aquest motiu li vaig demanar que m'ajudés a confeccionar un catàleg sistemàtic que permetés identificar totes aquestes coses que solament ella coneixia. Des del punt de vista històric, Helen Dukas ha tingut un paper molt important pel que fa a la preservació i la comprensió dels materials d'Einstein que volem publicar. Quant a ella mateixa, sempre volia passar desapercibuda i tenia una gran prevenció a aparèixer a la llum pública. Per això mai no va permetre que li fessin cap entrevista sobre els fets que ella coneixia referents a les relacions entre els científics que va tractar al llarg d'aquests anys. La seva mort és una gran pèrdua per a la història de la ciència.

(ciència):— *¿I quants anys haurem d'esperar per veure el primer volum d'aquesta col·lecció?*

**G. Holton:**— Actualment l'editorial té el projecte que el primer volum surti en un any o dos, com a molt. L'atzucac s'ha trencat i el procés és en marxa.

(ciència):— *Jo veig un problema semblant amb els papers de Heisenberg. És cert que hi ha una comissió que hi treballa, però em pregunto si no fóra útil que el mateix científic d'anomenada preparés l'edició crítica dels seus papers?*

**G. Holton:**— Certament ho seria. Aquest

és també el cas de les cartes no publicades de Pauli. En cert sentit, és un autèntic deure històric i cultural fer aquestes coses. El problema és fer-ho ràpidament i, si es pot, poc després de la mort del científic famós.

(ciència):— *Més concretament, ¿creieu que P.A.M. Dirac podria ajudar a fer una edició dels seus papers i de les seves cartes?*

**G. Holton:**— En el cas particular de Dirac, crec que fóra difícil de persuadir-lo d'emprar res de temps en això. Actualment està molt més interessat en la història de la física del que ho estava abans de la seva anada a Varena. Allà —ho recordeu prou bé— va donar una conferència sobre història de la ciència i va començar-la dient: "Quan vaig arribar a Varena, jo creia que no podia existir una cosa com la història de la ciència, perquè una cosa es dona o bé no es dona, no hi ha terma mitjà. Ara, després de ser aquí durant una setmana, m'he adonat que el problema és totalment diferent: els historiadors de les ciències estan interessats en qualsevol intent equivocacat, en qualsevol orientació equivocada, en tots els temes que es donen al voltant de la recerca, per comptes del camí més curt, que és el que queda establert a la fi. I això és una diferència "temperamental" entre l'un i l'altre." És cert, Dirac va canviar la seva actitud envers la història de la ciència, però no crec pas que "temperamentalment" s'hagi convertit en un historiador de la ciència. El problema és si permetria que algú altre duigués a terme la publicació dels seus papers. Em sembla que ja ha rebut algunes propostes de la Universitat en aquest sentit.

(ciència):— *Voldríem tractar el problema de la relació entre epistemologia i història de les ciències, i les concepcions epistemològiques que teniu. En primer lloc, ¿què penseu dels corrents actuals, un xic moda, com per exemple el concepte de revolució científica de Kuhn, els programes per a la investigació de Lakatos o la teoria de l'evolució dels conceptes de Toulmin? ¿Què és el que pot ser profitós per a*

*nosaltres d'entre totes aquestes concepcions epistemològiques? Quins són els seus límits?*

**G. Holton:**— He de dir que sobre aquesta qüestió tinc una actitud molt meva i personal: el que jo faig és un treball original elaborant les meves concepcions pròpies, sense implicar-me en les lluites que altres tenen sobre les seves concepcions. Per això en el meu treball d'investigació no es troba gairebé mai cap referència a aquests teòrics o filòsofs de la ciència. Sí que tinc algunes simpaties, per exemple amb les idees de Toulmin sobre l'evolució del pensament científic, i tinc grans prevencions amb les idees de Lakatos de les reconstruccions racionals. Personalment ho veig com un terreny pantanós, tot just el tripitges i ja ets engolit per les mateixes discussions en què aquesta gent està constantment immersa. Jo m'estimo més emprar el meu temps d'investigació en coses més constructives, originals meves, que no pas esforçar-me a trobar què és el que pensen altres. Insistent-hi: sóc massa personal per involucrar-me en aquestes discussions.

*(ciència):— Què pensem del corrent social en la història de les ciències? És a dir, considerant la història de les ciències no pas com una evolució tancada de conceptes, sinó en contacte amb la societat en la qual es fa la ciència, i la influència mútua entre la ciència i la societat.*

**G. Holton:**— Crec que tan bon punt un es fixa en un cas realment interessant d'història de les ciències, ben aviat va més enllà dels problemes "internalistes", centrats en la ciència, i s'adona que qüestions tals com són el sistema educatiu, les institucions científiques o l'adquisició d'informació provinent d'altres laboratoris es converteixen en un element essencial en la comprensió del progrés de la ciència. Per exemple, l'acceptació de la relativitat en els diferents països és gairebé un exemple clàssic. Es pot fer una correlació de l'acceptació de la teoria i les discussions que va suscitar amb l'estructura del sistema educatiu de cada país. A



Gran Bretanya, que estava plenament "dedicada" a l'estudi de l'èter com a preparació de l'examen de grau (TRIPOS), no es podia acceptar de cap de les maneres una teoria que a la segona plana afirma que l'èter no existeix, ja que això implicava contradir tota la física que la gent havia après. A França va costar molt que s'introduís la relativitat a causa de l'hostilitat de Poincaré. Calgué esperar fins a la seva mort, i més encara, fins que Langevin va tornar a treballar activament en relativitat (ja ho havia fet abans però el seu mestre el va desencoratjar de seguir-hi treballant). Va passar el mateix en d'altres països. Els països "monolítics" (molt centralitzats) tenen un procés d'acceptació molt diferent d'aquells que són organitzats d'una altra manera. Heus ací un exemple en el qual l'estructura sociològica del sistema en el qual la ciència es desenvolupa explica

l'agilitat amb què aquella pot funcionar. De manera semblant i pel que fa a les institucions científiques, cap història de les partícules elementals en el futur no serà una història autèntica si no té present la manera com és organitzat el CERN. Ha estat un centre imprescindible per a la investigació. En el debat actual que es duu a terme en el vostre país sobre el paper d'Espanya al CERN estic segur que l'interès no es redueix al problema financer, sinó que inclou també els problemes de la vitalitat de la ciència dins l'Estat espanyol.

*(ciència):— ¿Podríeu explicar-nos breument la vostra concepció sobre la dimensió temàtica de la ciència, una tercera dimensió que és diferent de l'empírica i la formal?*

**G. Holton:**— Jo he arribat de manera inductiva a aquesta visió de la història de



Fotografies: Gabriel Serra

novembre 1982 / Volum 2 / 679 47

l'expressió "*suspension of disbelief*" és de Keats. És una actitud que ajuda la ment creativa a seguir endavant i prendre riscos quan les dades no són del tot demostradores. Vaig voler esbrinar quants presupòsits s'hi troben implicats. En principi poden ser innumbrables, però de fet va resultar que eren molt pocs i que es poden organitzar segons unes línies bàsiques, tals com l'acceptació de la física del continuum davant la física de partícules, o del discontinuum, o bé prendre partit per un model evolutiu davant d'un model estacionari, una explicació mecanicista davant d'una formalista.

Vaig descobrir que científics com Einstein van parlar de la necessitat de categories, no en un sentit kantian segons el qual les categories s'imposen al pensament per la seva pròpia estructura, sinó categories que tenen molt a veure amb actituds fonamentals, les quals són admeses per hàbit, per dimensió estètica, o bé per la seva conveniència pràctica. Molt sovint són encertades, però de vegades cal rebutjar-les i admetre implícitament la seva inadequació, cosa que no es pot fer amb les categories kantianes. A aquestes actituds fonamentals, que en alguns casos poden canviar totalment —com fou el cas d'Ostwald quan va deixar el seu compromís amb l'antiatomisme i va adoptar l'atomisme, o bé el cas prou conegut de Planck—, jo les he anomenades Temàtiques, ja que centren el tema dels problemes de recerca.

Durant els darrers anys he treballat en estudis particulars per veure el paper d'aquests temes. Ara podria dir, tal com ho faig sovint, que els temes no són la història completa d'una ciència, i no són necessaris per ser un bon científic. No he trobat cap pensament temàtic en persones com Fermi, que han tingut molts èxits però que són molt oportunistes i flexibles en el seu pensament. D'abastar un camp de pensament més ampli. Per altres el compromís temàtic és un defecte, com en el cas de Max Abraham, que hauria estat un dels més grans físics del seu temps si hagués estat capaç d'oblidar l'èter, però no ho va fer i va

la ciència. No vaig començar com un teoritzador o confegidor de sistemes. El meu descobriment d'aquest aspecte de les ciències va venir del fet que molt sovint en els documents inèdits vaig descobrir que el científic havia de prendre contínuament riscos molt grans, tant per manca de dades com per haver-se d'entossudir en una posició que des d'un punt de vista exclusivament polític o científic no hauria pres. Per exemple, Einstein va tirar endavant la teoria general de la relativitat basant-se en proves experimentals molt minses. Fins i tot va escriure a les primeres quinze edicions impreses del seu popular llibre de text (*La teoria de la relativitat especial i general a l'abast de tothom*) que ell creia que la teoria de la relativitat era encertada malgrat que resultés que els experiments eren massa difícils de dur a terme. Ara estem segurs que ell hi hagués cregut en contra dels resultats experi-

mentals, ja que estava segur que acabaria per comprovar-se que els experiments eren equivocats, com de fet va succeir el 1905 amb la primera contraprova de la relativitat feta per W. Kaufmann, el primer article publicat en els "*Annalen der Physik*" que responia al treball d'Einstein. El més gran experimentador del seu temps, en la seva especialitat, Kaufmann, havia descobert que l'electró no es comportava d'acord amb les lleis de la relativitat. Einstein no hi va parar esment, estava segur que l'experiment estava equivocat. ¿D'on treuen aquesta gent el coratge per actuar d'una manera que sembla tan poc científica i que malgrat tot acaba resultant correcta? En aquest punt vaig copsar que fan un compromís amb l'estructura teòrica: deixen en suspens l'escepticisme pel que fa referència a les estructures, d'una manera que és molt semblant a la dels poetes. Per cert,





topar amb una física que no va poder fer anar més lluny. De vegades els temes no ajuden el científic ni li són necessaris. Per tant la meua contribució a la història i la filosofia de la ciència ha estat examinar aquest aspecte particular, que ha estat, segons el meu punt de vista, pràcticament negligit fins ara. Estic molt content, ho confesso, de veure que mentre la gent hi ha estat interessada, m'han deixat anar fent aquest treball sense haver estat mai involucrat en controvèrsies de mai acabar, tal com passa en altres casos dels nostres dies, malgastant molt del seu temps discutint sobre petites o grans diferències. En això tinc molta sort.

## HOLTON I L'EPISTEMOLOGIA I LA HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES

(ciència):— *Hem llegit amb gust, en un dels capítols del vostre darrer llibre publicat a Espanya, la manera com, basant-vos en l'epistemologia que Einstein va establir en la carta a Maurice Solovine, establiu una epistemologia bo i considerant els temes com a "filtres" que ajuden a fer el salt des del nivell fenomenològic fins al dels postulats. Creieu, doncs, que, mitjançant l'esquema d'Einstein modificat per vos, aquest salt, aquest moment prou complicat i veritablement creatiu en la gènesi de les concepcions científiques, apareix força més racional del que molts epistemòlegs estan disposats a admetre?*

**G. Holton:**— En primer lloc, he de dir que el que Einstein ens ofereix és una metàfora i no pas una explicació; però les metàfores poden aconseguir que les explicacions siguin més entenedores. No és una recepta per pensar sinó una explicació de la manera com Einstein analitza els seus propis processos de pensament: fa servir un model mol gràfic i visualitzable, que va desenvolupar en la seva

carta a M. Solovine. Crec que, per a ell, es tracta d'una qüestió fonamental, d'un pensament molt treballat, que té un gran suport en els seus assaigs i en les seves cartes. Trobo que és una metàfora meravellosa.

La segona cosa que vull dir és que la idea de *filtre*, que jo he incorporat a la metàfora d'Einstein a fi que aparegués de manera explícita la funció de l'element temàtic en el pensament científic, la presento en aquest llibre de manera tal que mostri la forma com, al meu entendre, ha de funcionar la nostra raó: ha de ser capaç d'escollir entre diferents possibilitats. Es tracta d'un instrument per filtrar, per seleccionar allò que és més encertat, més probable i, a la vegada, deixar de banda el seguit immens de possibilitats alternatives. De fet, l'estructura del nostre pensament és tal que rebutja com a *soroll* estrany, com a interferència paràsita tot allò que no és funcional, tot allò que no és útil per a l'explicació científica. En aquest sentit, la metàfora d'Einstein, junt amb els filtres que jo he introduït, assoleix una gran validesa, ja que és una manera d'explicar la raó del científic com la capacitat per descartar tot allò que no és desitjable ni és útil.

(ciència):— *També afirmeu en el vostre llibre que aquests "temes" diferents, que corresponen a concepcions diferents de les ciències, juguen un paper molt important en l'enfrontament entre aquelles concepcions. D'altra banda, és un fet que una d'elles acaba per imposar-se sobre les altres. Aquesta hegemonia, ¿té una base científica, o bé es tracta d'un fet irracional?*

**G. Holton:**— De fet, em pregunteu sobre la teoria del progrés. Una teoria del progrés per mitjà de l'enfrontament de concepcions científiques diferents.

He de confessar, i espero que no hauré de penedir-me'n, que jo crec en el progrés científic. Crec que hi ha una manera de reflexionar sobre les ciències que no introdueix una discontinuïtat absoluta entre una concepció científica preeminent i una altra de nova, que s'oposi a l'anterior

i sigui incommensurable amb ella, sinó que, acumulant una concepció a l'altra, aconsegueix una visió del món cada vegada més útil i més totalitzadora. Dit breument, en el progrés de les ciències passa que certs grups de "temes", i cada científic no en té pas un de sol sinó diversos, són modificats parcialment quan queden dintre dels límits de les possibilitats experimentals, o bé augmenta el nombre de científics que treballen en ells. Alguns dels "temes" perden la seva utilitat i són, potser temporalment, substituïts per altres. Així, de temps en temps, a mesura que la ciència progressa, es dona un desplaçament temàtic. És a dir, nosaltres no estem mai compromesos de manera definitiva amb cap d'aquells temes. Per exemple, pot molt bé ser que d'aquí a cinquanta o cent anys s'arribi altra vegada a una concepció científica en la qual l'atomisme no sigui un element realment important, com ho és avui dia per a nosaltres. Cal tenir present que els científics de la nostra generació som els primers que hem estat formats sense haver hagut d'entrar en la problemàtica de l'existència dels àtoms, mentre que, en èpoques anteriors, havia estat un problema molt important. Heisenberg va dir, poc abans de la seva mort, que la concepció atomista podria arribar a ser una rêmora, si el planteig del proper estadi de la ciència requereix un formalisme de caire més platònic. Ara com ara, aquest no és el cas, però no em sembla impossible que una evolució temàtica d'aquest tipus pugui tenir lloc i arribi a ser funcional en els propers estadis del treball científic.

Per mi les ciències són com les plantes, que canvien de forma, de volum i d'aparença, però que per damunt de tot assoleixen, quasi teleològicament, nivells cada vegada més alts. Per tant, no em sorprendria gens si vers la fi del nostre segle tingués lloc un desplaçament important en el conjunt dels compromisos temàtics de la comunitat científica.