

El segle de la gran ciència

Els axiomes científics constitueixen una font constant de canvis socials. EL TEMPS proposa un recorregut per la història de la ciència i les seues conseqüències.

Els historiadors, en el futur, quan hauran de caracteritzar el segle XX, de ben segur l'anomenaran "el segle de la gran ciència". En efecte, els qui l'hem viscut n'hem presenciat les majors realitzacions. Parafraçant Newton, hom pot afirmar que si s'ha produït durant el segle un desenvolupament tan gran del coneixement científic és gràcies al fet que ha recolzat en les espatlles dels genis anteriors. Històricament considerada, la ciència és acumulativa, un edifici en què uns coneixements donen suport a uns altres. Cada part de l'edifici és en contínua renovació a causa del dinamisme de la base que el suporta: la recerca. Qui es dedica a la recerca experimenta la bellesa de la seva creació, de la descoberta de nous horitzons, trencar constantment les barreres de l'ígnor. La cièn-

cia, a més, és l'art del que és soluble, perquè per aconseguir una solució reeixida a un problema, cal escollir, en primer lloc, un projecte que posseeixi rellevància. El plantejament apropiat d'un problema ja porta en si les llavors de la solució, però, a més, ha d'emprar les eines escaients i, fins i tot, improvisar-ne de noves per a realitzar els experiments necessaris. Si bé és cert que l'empirisme, la doctrina del *trial and error*, provar i errar, l'aquí caic i aquí m'aixeco, pot fer ocasionalment un paper en el desenvolupament de la ciència, són, però, les teories novelles les que forneixen de major impuls el progrés científic. Així, els premis Nobel, el màxim reconeixement al mèrit científic, se solen concedir a investigadors que han introduït nous mètodes, noves eines o teories vertaderament revolucionàries que permeten obrir i eixamplar nous camps. Per exemple, la descoberta dels raigs X, deguda a Roentgen el 1895, una nova radiació més penetrant que la visible, que permet de visualitzar l'interior dels sòlids. Com també la descoberta de la radioactivitat, un any més tard, deguda a Becquerel. En canvi, el fet que un invent com la vacuna contra la poliomielitis —descoberta per Salk als anys 60— que ha salvat tantes vides no hagi aconseguit el màxim guardó científic s'explica perquè el mètode de vacunació en què es basava l'havia descobert Jenner dos segles abans i l'havia perfeccionat Pasteur el segle passat.



ARXIU / CERN

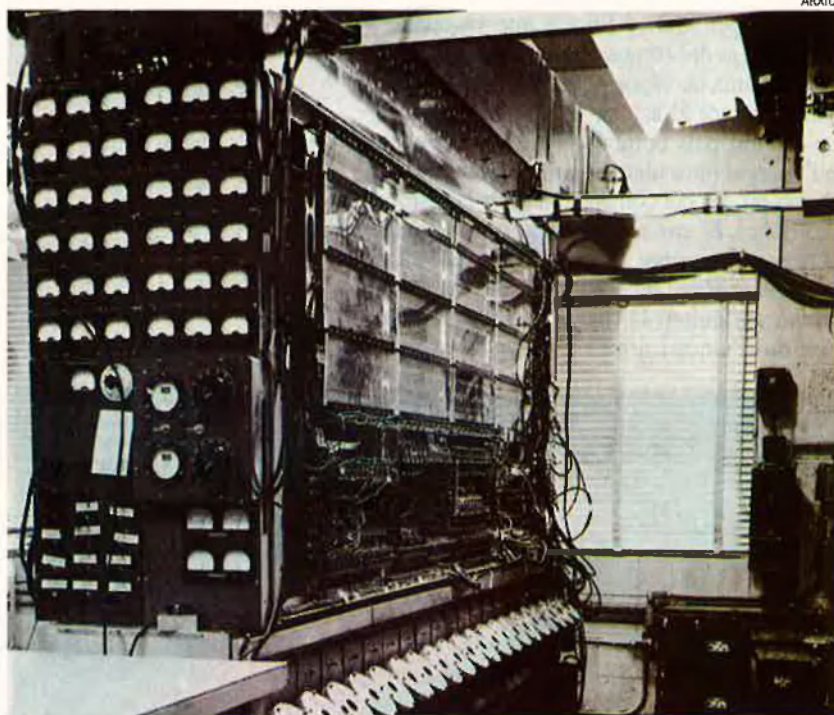
Un accelerador de partícules. El s. XX ha donat pas a la gran ciència, gràcies als centres estatals i la indústria, que promouen projectes ambiciosos.

Bellesa i simplicitat. Així com la senzillesa de concepció d'una investigació científica posseeix bellesa, també la bellesa neix de la simplicitat. Einstein ja ho exposà dient que tota teoria, per a ser vertadera i fructífera, ha de contenir bellesa. Cal esmentar-ne dos exemples que reuneixen senzillesa i estètica de concepció; un de caire teòric i l'altre de base experimental. El primer d'aquests exemples, la descoberta de la llei de la gravitació universal al segle XVIII de Newton: senzillament va extrapol·lar al sistema solar l'observació de la caiguda de cossos a la Terra, i va deduir que la mateixa força que feia caure una poma s'exercia a gran distància i feia orbitar els planetes a l'entorn del Sol. El segon exemple, que indica la rellevància de la introducció de noves eines en el progrés de la ciència, correspon a una altra descoberta, al segle XIX, de transcendència similar: la determinació de la matèria que forma l'univers. Hom creia que, com que estan tan allunyats de la Terra, mai no es podria esbrinar la composició dels estels. La intro-

ducció d'un nou instrument, l'espectroscopi de Fraunhofer, Bunsen i Kirchoff, va resoldre el problema. Tot va ser gràcies a un fet fortuït: s'havia incendiat un magatzem de salaons a Hamburg; Fraunhofer i alguns col·legues, que eren a uns 80 km, van observar que el foc tenia un color groc. Aquests científics van observar l'incendi amb el seu espectroscopi i van determinar que el color era produït per l'emissió característica del sodi, component de la sal; van deduir que si es podia identificar a distància la composició d'una flama, també es podria enfocar l'instrument cap al firmament per conèixer la composició del sol i dels estels. Així ho van determinar, i també analitzaren l'espectre dels productes de la vaporització dels meteorits, cossos procedents de l'espai, que contenen elements que també es troben a la Terra. Uns descobriments que haurien alegrat d'allò més a Galileu i Kepler.

Canvis culturals. Cada cultura està estretament lligada a la visió que posseeix de l'univers, i quan aquesta canvia es produeix també un canvi cultural. A l'Edat Mitjana, a partir dels ensenyaments de Ptolemeu, se sabia que el firmament era compost d'unes esferes cristal·lines concèntriques en què estaven col·locats els planetes, el Sol i els estels que giraven a l'entorn de la Terra. Copèrnic, amb la seva teoria heliocèntrica, va desplaçar la Terra com a centre de l'univers, tanmateix el seu món encara era limitat a les esferes i al cel dels *estels fixos* de Ptolemeu. Va pertocar a Galileu no tan sols comprovar experimentalment la teoria heliocèntrica, sinó també determinar l'absència de barreres al firmament. Es tractava, doncs, del descobriment de l'univers infinit i, per tant, del "trencament de les esferes". Una visió revolucionària que encetava un nou gran camp, el de l'*scienza nuova*, la física i l'astronomia; un descobriment axial que ha permès de qualificar la nit del 7 de gener de 1610, quan Galileu va atàllar amb el seu telescopi el cel de Pàdua, de representar "el dia que va canviar l'univers".

Durant el present segle s'ha produït una descoberta transcendental que figura, juntament amb la de Galileu, com la més revolucionària pel que fa a l'arquitectura, dimensions i dinàmica de l'univers. A principis de segle, Shapley va determinar que l'univers era circumscrit a l'espai ocupat per la Via Làctia. L'any 1923, Hubble, emprant un telescopi nou de gran augment, va observar que la nebulosa Andròmeda, que es creia una terbolesa dins la Via Làctia, era una galàxia similar a la nostra i a una distància de més de dos milions d'anys-llum (la distància que recorre la llum a 300.000 km per segon durant un any). Hubble va anunciar que les galàxies s'allunyen les unes de les altres: l'univers estava en expansió. D'aquest fenomen, Gamow va deduir que



El MANIAC, enorme garbuix de vàlvules i cables, marca una època en la història dels computadors. Obra personal de Von Neumann, amb aquesta màquina es va fer, entre altres coses, la primera predicció computeritzada del temps. El seu nom significa, precisament, maniàtic.

inicialment les galàxies formarien un únic cos, l'"àtom primitiu", que va explotar amb el *Big Bang* i l'expansió universal. Una revolució en astronomia que ens ha mostrat un univers amb un radi de dimensions inconcebibles (15 mil milions d'anys-llum), una edat similar i un nombre de galàxies de 10^{11} , dades que aclaparen i que representen un dels avenços més importants del segle de la gran ciència.

Un aspecte formal i intrínsec de la revolució científica iniciada per les descobertes de Copèrnic i Galileu, i de gran rellevància per al desenvolupament de la ciència, va consistir en la introducció d'una nova metodologia basada en la desconfiança de les dades dels sentits. Antigament es creia que la Terra estava immòbil, i aquesta creença es devia, sobretot, a la convicció que si es mogué a gran velocitat es produiria un intens i incessant vendaval de l'est; i com que això no succeïa es va deduir que la Terra era fixa. El trencament radical que va comportar la *nuova scienza* contraposava el llibre de la natura escrit en llenguatge matemàtic al llibre de les escriptures, de revelació divina. El primer mostra *com va el cel*; el segon ensenya *com anar al cel*.

Les revolucions en ciència han marcat la història de la cultura, com, paral·lelament, ens han marcat les de la tecnologia. Les primeres van seguides de les revolucions polítiques; així Voltaire preveia que, a partir de la revolució causada en ciència per Newton, es produiria una convulsió política, com va ocórrer a França. Similarment, la revolució industrial iniciada per l'invent de la màquina de vapor al segle XVIII va tenir com a conseqüència l'aparició del proletariat i la revolució social

predicada per Marx i Engels que va menar a l'experiment del comunisme.

La màquina de vapor és el símbol d'una gran transformació; el salt de la utilització del vapor produït pels combustibles fòssils en lloc de l'energia muscular, eòlica o hidràulica com s'havia fet des del començament de la història. Així doncs, és erroni considerar que la ciència ha precedit sempre la tecnologia: el "saber fer" (*Know How*) ha estat en ús des de la més remota antiguitat; la manufactura de l'home primitiu d'eines i armes a partir de la pedra

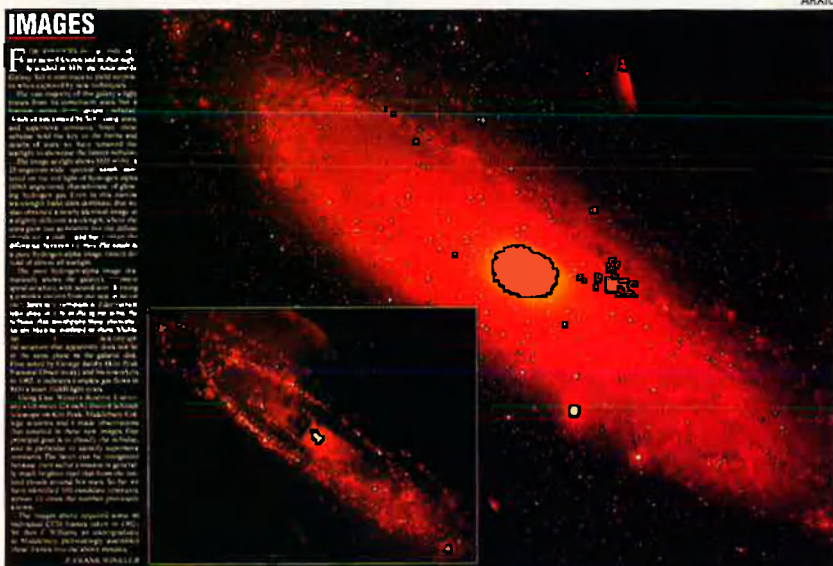
projecte *Manhattan* per a la construcció de la bomba atòmica i l'exploració de l'espai.

Desenvolupament tecnològic. La idea que la tecnologia ha precedit la ciència al llarg de la història ha estat vàlida fins a la segona meitat del segle XIX. En l'actualitat existeix una intensa utilització de la metodologia científica per al desenvolupament tecnològic; en són testimonis els projectes abans esmentats de la *big science*. S'ha produït així una simbiosi entre ciència i tecnologia: la prosperitat causada per la tecnologia afavoreix la recerca científica.

La dèria per desxifrar la natura de les coses que ens encerclen conté el germen per a subjugar-les. La màxima ambició de l'home està en el poder, pretén ser com els déus, i troba en la ciència un mitjà per a imitar-los. A hores d'ara la ciència constitueix la força cultural predominant; la seva estructura i dinàmica representa l'aventura més gran de l'intel·lecte humà. La ciència és l'inextingible quest per descobrir fenòmens i establir-hi relacions conceptuals emprant les dades de l'observació i l'experimentació. Iniciada en la Grècia clàssica, la ciència formava tot un cos amb la filosofia, que l'Edat Mitjana va lligar amb la teologia. Una ruptura d'aquesta unitat es produí després del Renaixement amb la introducció del mètode experimental en l'exploració de la natura. Al present segle amb el desenvolupament tan prodigios de teories i descobertes, i amb la projecció de la tecnologia, la ciència ha arribat a posseir un significat profund que ha influït en la filosofia, en la religió i en la societat.

La necessitat de senzillesa informa l'esperit de la ciència i implica un sentit estètic d'unitat. Per Copèrnic la seva teoria pressuposava una simplicitat superior, i per tant, bella comparada amb la complexa hipòtesi de Ptolemeu; per ell significava l'expressió d'unitat en el disseny de déu per a la creació del món. Hem vist el senzill i elegant mètode de Fraunhofer per a establir la unitat de composició a l'univers; en els últims anys de la seva vida, el mateix objectiu empaitava Einstein: la infructuosa recerca per trobar unitat entre les lleis físiques.

La ciència descobreix, la tecnologia inventa: la descoberta de la grandària de l'univers amb tots els estels i galàxies i la meravella de l'existència de la vida i la seva complexitat no són res quan es comparen amb la intel·ligència humana que les sap mesurar i analitzar. Des de la primera revolució científica, l'heliocèntrica, al segle XVI, hem presenciat una successió de teories: la que ens dugué la *nuova scienza* de la física i l'astronomia al segle XVII; la gravitació universal, al segle XVIII; l'evolucionista, al segle XIX; i al present segle XX, tota una sèrie: la revolució quàntica, la de la relativitat, l'atòmica, la de la radioactivitat, la de l'expansió i origen de l'univers, la genèti-



i més tard els metalls existia fa més de dos milions d'anys abans de la ciència de la mineralogia i de la química. La màquina de vapor tan revolucionària en les seves conseqüències fou inventada cent anys abans de la formulació de les lleis de la termodinàmica. En la mateixa evolució de l'espècie humana, l'*Homo habilis*, de fa milions d'anys, que sabia manufacturar eines, precedeix l'*Homo sapiens* de fa milers d'anys, del qual sorgiren les primeres manifestacions culturals.

El segle XX, però, ha estat l'època de la gran ciència no sols mercès als grans descobriments i a les excepcionals figures que han produït tantes innovacions i teories revolucionàries, sinó també gràcies al gran canvi estratègic operat després de la Segona Guerra Mundial. De la reduïda escala de la recerca que es realitzava majorment a laboratoris universitaris s'ha passat a centres estatals i de la indústria, que promouen projectes de gran envergadura: el que es coneix en el món anglosaxó com a *big science*. Els Estats Units, Europa, Rússia i el Japó s'han llançat a finançar grans projectes que enclouen colossals acceleradors de partícules elementals, telescopis gegantins –entre ells el Hubble a l'espai–, els detectors de neutrins el projectes per a la utilització de l'energia termonuclear i les majors proeses tecnològiques del segle: el

Imatge de la nebulosa Andròmeda (foto del Hubble publicada a la revista científica 'Sky & Telescope'), un univers similar a la via làctia situada a 2,5 milions d'anys llum. L'any 1923, Hubble, emprant un telescopi nou de gran augment, va observar que la nebulosa Andròmeda, que es creia una terrible dins la Via Làctia, era una galàxia similar a la nostra.



ca... En el camp de la tecnologia, des de la revolució industrial iniciada al segle XVIII, hem presenciada des de la utilització del vapor fins a l'energia atòmica, l'exploració de l'espai i l'allau de la informàtica i la telecomunicació...

Eixir de les tenebres. Una altra finalitat de la ciència consisteix en la difusió del coneixement adquirit, l'aportació de més llum a un món que fa pocs segles era en les tenebres de la ignorància i la superstició. No tan sols ens ha d'impressionar la ciència per la grandesa de les seves realitzacions, sinó també per l'esperit que

Maqueta de l'estructura teòrica d'un gen a escala 1:300.000. Els cromosomes consten de molècules d'àcid desoxirribonucleic que tenen la informació genètica precisa per constituir un determinat individu. La revolució genètica ha estat una de les principals contribucions de la història de la ciència.

pressuposa la recerca: alliberar la humanitat de prejudicis ancestrals.

La grandesa de la ciència es manifesta en la seva humilitat de reconèixer l'enorme ignorància, els grans enigmes irresolts, enmig de tants coneixements acumulats durant els segles. Amb tot, la ciència sent l'orgull d'ésser la força cultural que pot contribuir més al benestar de l'home i sobretot a contrarestar el sentiment de solitud suscitat pel fet d'haver deixat de ser el centre de la creació

**Alfred Giner Sorolla
Maria Teresa Escalas**

**Ajut a Estudiants del Tercer Món
Ayuda a Estudiantes del Tercer Mundo
Aide aux Étudiants du Tiers Monde
Aid to Students of Third World
Hilfe für Studenten der Dritten Welt**

Donatius: Caixa de Terrassa c/c. 0000-0126096178



JUSTÍCIA I PAU
CATALUNYA

Secretaria: Blasco de Garay, 34 E-08224 TERRASSA

**Amb la teva
aportació
podrem dotar
d'autonomia el
Tercer Món**

Vull col·laborar:

- Adjunto taló a nom d'A. E. T. M. J. P.
 Vull col·laborar d'altres maneres
 Desitjo rebre més informació

nom i cognoms

adreça

codi i població

telèfon