

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
SECCIÓ DE CIÈNCIES I TECNOLOGIA

SERGI CORTIÑAS ROVIRA

Història de la divulgació científica

BARCELONA
2009

Història de la divulgació científica

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
SECCIÓ DE CIÈNCIES I TECNOLOGIA

SERGI CORTIÑAS ROVIRA

Història de la divulgació científica

BARCELONA
2009

Cortiñas Rovira, Sergi

Història de la divulgació científica

Bibliografia

ISBN 9788492583812

I. Institut d'Estudis Catalans II. Títol

1. Literatura científica – Història 2. Ciència – Bibliografia – Història
002:5/6(091)

© Sergi Cortiñas Rovira

© Institut d'Estudis Catalans, per a aquesta edició

Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: desembre de 2009

Imprès a Book-Print Digital

ISBN: 978-84-92583-81-2

Dipòsit Legal: B. 41.284-2009

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

ÍNDEX

Pròleg	9
Preàmbul	11
1. Tradició italorenaixentista	13
1.1 <i>Tradició italorenaixentista. Generalitats</i>	15
1.1.1 Limitació temporal, geogràfica i lingüística	15
1.1.2 Context històric, literari i filosòfic	16
1.1.3 Autors i temes	17
1.1.4 Característiques de la tradició italorenaixentista	19
1.2 <i>Galileu, el pare de la divulgació científica moderna</i>	20
2. Tradició francesa	27
2.1 <i>Tradició francesa. Generalitats</i>	29
2.1.1 Limitació temporal, geogràfica i lingüística	29
2.1.2 Context històric, literari i filosòfic	30
2.1.3 Autors i temes	32
2.1.4 Característiques de la tradició francesa	33
2.2 <i>Els orígens: la llum de la Il·lustració</i>	37
2.2.1 Autors fonamentals	37
2.2.1.1 Fontenelle, un escriptor al servei de la ciència	37
2.2.1.2 Buffon, el comte de les ciències i les lletres	39
2.2.1.3 Diderot, el pare de l' <i>Enciclopèdia</i>	43
2.2.2 Divulgadors de la física de Newton	46
2.2.3 Altres autors	49
2.3 <i>Segle XIX: l'època daurada de Flammarion i els periodistes</i>	52
2.3.1 Flammarion, el mestre de l'astronomia popular	52
2.3.2 Jules Verne i altres autors	56
2.3.3 La desclosa del periodisme científic. Els periodistes científics ..	58
2.4 <i>Segle XX: el declivi</i>	63
3. Tradició prussianoalemanya	67
3.1 <i>Tradició prussianoalemanya. Generalitats</i>	69
3.1.1 Limitació temporal, geogràfica i lingüística	69
3.1.2 Context històric, literari i filosòfic	70
3.1.3 Autors i temes	72
3.1.4 Característiques de l'escola alemanya de divulgació	73
3.2 <i>Goethe, el precursor de la divulgació alemanya o l'home que va unir la poesia i la ciència</i>	77
3.3 <i>Humboldt, Helmholtz i Boltzmann, tres divulgadors del segle XIX</i>	80

3.4	<i>Albert Einstein, un revolucionari de la ciència i la retòrica</i>	83
3.5	<i>Werner Karl Heisenberg, la certesa de la divulgació alemanya</i>	89
3.6	<i>Erwin Schrödinger, la connexió de la física i la biologia</i>	92
3.7	<i>Max Planck, el pare de la física quàntica</i>	94
3.8	<i>Niels Bohr, científic eminent i promotor de la divulgació</i>	95
3.9	<i>Altres divulgadors alemanys</i>	97
4.	Tradició anglosaxona	99
4.1	<i>Tradició anglosaxona. Generalitats</i>	102
4.1.1	Limitació temporal, geogràfica i lingüística	102
4.1.2	Context històric, literari i filosòfic	103
4.1.3	Autors i temes	106
4.1.4	Característiques de la tradició anglosaxona	110
4.2	<i>Les arrels: el segle XVIII</i>	113
4.2.1	Les conferències	113
4.2.2	Els il·lustrats britànics	117
4.2.2.1	Joseph Priestley, el més important dels il·lustrats britànics	117
4.2.2.2	Ephraim Chambers, el Diderot anglès	119
4.2.2.3	Erasmus Darwin o la poesia científica de l'avi de Charles	120
4.2.3	Divulgació per a nens: John Newbery	121
4.3	<i>La plenitud: el segle XIX britànic</i>	122
4.3.1	Michael Faraday, el més gran conferenciant	122
4.3.2	Charles Darwin, científic genial i millor divulgador	126
4.3.3	El periodisme científic a la Gran Bretanya	130
4.3.4	Robert Chambers, periodista científic i autor de <i>Vestiges</i>	137
4.3.5	Thomas Henry Huxley i altres divulgadors del segle XIX	140
4.3.5.1	Altres divulgadors del segle XIX	142
4.3.6	La decadència britànica del segle XX	144
4.4	<i>L'hegemonia nord-americana del segle XX</i>	148
4.4.1	Els Estats Units assoleixen l'hegemonia	148
4.4.2	Principals autors	154
4.4.2.1	George Gamow, pare de divulgadors	154
4.4.2.2	Isaac Asimov, el divulgador compulsiu	156
4.4.2.3	Carl Sagan, l'art de la divulgació per televisió	158
4.4.2.4	James Watson, l'enfant terrible	161
4.4.2.5	Stephen Jay Gould, l'entusiasta rebel	163
4.4.3	Altres divulgadors americans del segle XX	165
4.4.4	El periodisme científic nord-americà	168
4.4.5	Els periodistes científics nord-americans	176
4.4.5.1	Els pioners	176

4.4.5.2 El periodista de la Segona Guerra Mundial: William Laurence	177
4.4.5.3 John Noble Wilford, el creador de «Science Times»	178
4.4.5.4 James Gleick, el periodista que va escriure <i>best-sellers</i>	178
4.4.5.5 Sharon Begley, bon periodisme científic dels 80 i 90	180
4.4.5.6 Columnistes brillants: el cas de Lewis Thomas	181
4.4.5.7 El panorama actual	182
 5. Bibliografia	 185

PRÒLEG

La divulgació científica, que per definició ha de posar a l'abast de tota la societat els coneixements i els descobriments científics que s'estan desenvolupant, es realitza normalment quan els coneixements ja consolidats s'incorporen als materials didàctics, als llibres i als textos que utilitzem a les nostres escoles, instituts i universitats, i també quan els descobriments recents s'expliquen en les revistes científiques periòdiques de diferents nivells que s'editen arreu, o bé en els suplementes de ciència dels diaris, dels periòdics i a les emissores de ràdio i televisió. I ara, a més, en el món telemàtic, en gran part de lliure accés, amb tots els avantatges i problemes que comporta, i que no cal discutir aquí.

Tot i això, queda molt clar que per als científics del segle XX, la divulgació ha esdevingut gairebé sempre el seu punt més feble i segur que no ha ajudat a superar aquest escull ni la gran especialització i compartimentació de la ciència, ni la manca de comunicació fàcil entre els periodistes i els científics.

Però la història que ens explica aquest llibre, amb claredat, mètode i minuciositat, ens mostra precisament com es va desenvolupar aquesta divulgació científica a partir del Renaixement italià, amb Galileo Galilei com a paradigma, coincidint amb la consolidació del mètode científic i amb la «voluntat manifesta d'aproximar-se al poble, a través, per exemple, de textos en llengües vulgars». O també a França, on, des de final del segle XVII i fins al XIX, amb Fontenelle, Buffon, Diderot i Flammarion, junt amb altres com el mateix Verne, es produeix una veritable «tradició francesa», com l'anomena l'autor del llibre. També anomena «tradició prussianoalemanya» la que, liderada per Einstein i amb precursors com ara Goethe i Humboldt, Helmholtz, Boltzmann, Heisenberg, Schrödinger, Planck i Bohr, es caracteritza per posar èmfasi en la dimensió intel·lectual de la ciència, a la qual atorga també uns forts components filosòfic i ètic.

El capítol més extens es refereix a la «tradició anglosaxona», liderada al segle XIX pels britànics Darwin i Faraday, i continuada al segle XX pels nord-americans Gamow, Asimov, Sagan, Watson i Jay Gould, els quals compten des dels inicis amb la valuosa aportació d'un periodisme científic poderós i prestigiós. Aquesta tradició és la que més imitadors tindrà a tot el món (i més que caldria que n'hi hagués!). Són remarcables les divulgacions més recents que han fet de la física atòmica i la biologia molecular.

La Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans, com a acadèmia nacional, té com un dels objectius principals, en aquest món científic i tecnològic tan especialitzat i competitiu, publicar i divulgar en la nostra llengua les principals recerques i descobriments científics i tecnològics, però també té la voluntat de publicar en anglès (em remeto a la revista *Contributions to Science*), per tal de difondre arreu del món part de la recerca i dels descobriments que es fan a

casa nostra. És per això que l'excel·lent treball històric sobre la divulgació científica de Sergi Cortiñas Rovira ha estat seleccionat per formar part de la col·lecció «Monografies de les Seccions de Ciències» de l'Institut d'Estudis Catalans, perquè ens ha de servir per fer millor la nostra feina, i perquè també volem animar-lo que, amb la seva experiència, dediqui la seva recerca futura a estudiar la divulgació que s'ha fet i es fa a casa nostra. Estem segurs que ens serà també de molta utilitat.

David SERRAT CONGOST

President de la Secció de Ciències i Tecnologia,
Institut d'Estudis Catalans

PREÀMBUL

Els textos sobre temes de ciència han resultat tradicionalment difícils d'entendre. Una de les raons fonamentals ha estat que els científics han escrit malament i no s'han explicat prou bé. El problema és vell, però s'ha manifestat amb major virulència durant el segle XX. Coincidint amb una especialització galopant, en el segle passat els savis com els del Renaixement, persones que eren científics i literats alhora, van desaparèixer quasi per complet.

Un dels més grans divulgadors científics catalans de tots els temps, Eugeni d'Ors, en el *Glosari*, escrivia ja l'any 1915: «Tanque dos o tres llibres espanyols de matèria científica. Déu meu, com aquests llibres són redactats! Quines expressions pedestres, quina confusió, quin lèxic, quina sintaxi!». D'Ors s'exclama amb raó. Bufaven mals vents per a la divulgació científica. Llegir amb amenitat els textos científics de Galileu com es va poder fer al segle XVI, o de Buffon al XVIII o de Darwin al XIX ja no fou possible al XX. Una barrera immensa s'havia aixecat entre el científic i el poble.

Com a norma general, els treballs científics del segle XX han estat més mal escrits que en qualsevol altra època, amb molt poc estil. La «incapacitat de redacció» del científic s'ha evidenciat com mai no havia passat. Sense anar més lluny, només una minoria dels científics d'avui, en el moment d'exposar els seus resultats, pensen en aquell terme *orsià* de redactar. La redacció sembla aliena a la ciència, i el científic, en general, evita en els seus textos qualsevol tipus de concessió a la forma literària. Com que no hi ha hagut un esforç estilístic per part del científic, molts treballs han acabat en el mateix estat en què foren concebuts: obscurs i indestriables (DOMÍNGUEZ, 2001). Les potents llums de Diderot s'han trobat a faltar de nou a partir del segle XX.

Tot plegat porta a un perillós cercle viciós: els científics no s'expliquen prou, la societat els menysté i ells s'aïllen més. Aquest cicle va retroalimentant-se i la foscor expressiva de la ciència augmenta sense parar.

El problema de fons no és, però, únicament dels científics. Pocs escriptors i pocs periodistes —pocs humanistes— s'han interessat per la divulgació de la ciència. El periodista o l'escriptor sovint ha vist la ciència com un tema complex, aliè i llunyà. Altres vegades alguns humanistes han tingut determinats complexos d'inferioritat respecte als científics i pocs s'han atrevit a tractar els aspectes tècnics, considerats incòmodes o molestos. I d'aquesta falta d'entesa crònica entre els uns i els altres, el públic n'ha resultat el perjudicat principal. La societat ha estat privada, unes vegades per culpa dels uns, unes vegades per culpa dels altres, d'un dret fonamental: el dret al coneixement.

Aquest treball vol descriure —i interpretar— els episodis i els personatges fonamentals de la història de la divulgació científica a Occident. Si mirem enrere, la

divulgació ha passat per etapes de tota mena, entre les quals s'han configurat quatre tradicions pròpies i, poc o molt, ben definides.

La primera neix amb l'humanisme integral de la Itàlia del Renaixement i es personalitza en Galileu, el primer gran divulgador científic. La segona és la tradició francesa dels segles XVIII i XIX, que té els orígens en la Il·lustració i continua amb Flammarion, un dels més grans divulgadors del segle XIX.

També cal assenyalar, en tercer lloc, la tradició centreeuropea d'origen prussià, d'on va aparèixer Einstein, un dels mites de la divulgació, just abans que el nazisme canviés el curs de la història. Per últim, la rica tradició anglosaxona de divulgació excel·leix en el segle XIX i domina el segle XX, bàsicament, des dels Estats Units. Per aquesta última raó, el treball vol il·luminar en especial aquesta tradició de divulgació científica, la que va fer possible el poderós segle XX anglosaxó.

Aquest llibre analitza les citades quatre tradicions de forma exhaustiva. D'alguna manera, aquest treball vol ser també un modest però sentit homenatge figurat a aquells homes i aquelles dones que al llarg dels segles han intentat i han aconseguit apropar els obscurs mons de la ciència als ciutadans. Faltaran molts noms, segur, mancaran dades, segur; però els que hi són, des de Galileu, nascut el 1564, fins a Gould, mort el 2002, mereixen, al meu modest entendre, un aplaudiment universal per haver col·laborat en l'enriquiment científic de la població.

Vull fer constar el meu agraïment al doctor Josep Maria Casasús, director de la meva tesi doctoral, de qui tothora he rebut indicacions determinants i eficients i en qui sempre he trobat un suport incondicional i una predisposició absoluta, i a tots aquells que han fet possible aquest llibre.

L'autor

1. Tradició italorenaixentista

Tradició italorenaixentista

- **LIMITACIÓ GEOGRÀFICA:** Península Itàlica, amb centre a la Toscana, especialment a Florència i a Pisa. En un sentit ampli, pot estendre's a altres països europeus.
- **LLENGUA:** En els textos de divulgació s'abandona el llatí per primera vegada. Una llengua vulgar, l'italià antic, passa a ser la llengua de divulgació dels coneixements.
- **SUBJECTES DIVULGADORS:** El mateix científic és el divulgador.
- **LÍDER O MÀXIM EXPONENT DE LA TRADICIÓ:** Galileo Galilei.
- **ALTRES AUTORS DESTACATS:** Quasi tots els genis del Renaixement van tractar la ciència d'una manera o altra. Entre aquests, sobresurt Leonardo da Vinci, que va deixar alguns textos propers a allò que avui entenem per divulgació.
- **TEXT FONAMENTAL DE LA TRADICIÓ:** *Diàleg* (1632), de Galileu.
- **ANTECEDENTS I PRECURSORS:** Els clàssics grecs i llatins.
- **TEMÀTIQUES PRINCIPALS DE DIVULGACIÓ:** El tema principal és l'astronomia, així com altres branques de la física. Secundàriament, altres disciplines científiques.
- **LIMITACIÓ TEMPORAL:** El Renaixement, estrictament parlant, abraça del 1400 al 1600. Els millors anys de la tradició, però, arriben unes dècades més tard, ja al segle XVII, coincidint amb la plena producció literària i científica de Galileu.
- **CONTEXT HISTÒRIC I SOCIAL:** Monarquies autoritàries a tot Europa. Itàlia és un mosaic de petits estats amb una economia forta, però dèbils políticament. Augment de les llibertats individuals. Comença a desenvolupar-se la circulació de moneda a gran escala i les bases del sistema capitalista. La reforma religiosa s'oposa als beneficis de les altes jerarquies del clergat i triomfarà al nord i al centre d'Europa. Època de grans descobriments astronòmics (heliocentrisme), físics, mèdics i geogràfics (descobriments d'Amèrica).
- **CONTEXT LITERARI I/O FILOSÒFIC:** Tornada als clàssics grecollatins. La filosofia del Renaixement es basa en l'estudi de la naturalesa i de l'home. Es desenvolupa l'esperit crític del ciutadà i s'exalten els valors individuals. Allunyament del teocentrisme i dels valors i l'estètica de l'Edat Mitjana. L'home és el centre de l'Univers. Afany de perfeccionament tècnic, atracció general pel saber científic i les lleis de la ciència. La literatura del Renaixement presenta les mateixes característiques. Els temes de la literatura es paganitzen i els escriptors obliden la mort i els terrors apocalíptics medievals per centrar-se en l'amor, l'home, el pragmatisme, la ciència o la religió.
- **CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA TRADICIÓ:** És la tradició fundacional de la divulgació científica. Més que una tradició completa, organitzada i articulada, és una primera fita. Identificació plena de ciències i lletres en un tot. Voluntat manifesta d'aproximar-se al poble, a través, per exemple, de textos en llengües vulgars. Consolidació del mètode científic. Aplicació satisfactòria de determinades tècniques retòriques en benefici de la divulgació científica —text en forma de diàleg, experiments de pensament, les analogies, la ironia...—, que després seran imitades en la resta de tradicions.

1.1 TRADICIÓ ITALORENAIXENTISTA. GENERALITATS

1.1.1 Limitació temporal, geogràfica i lingüística

La tradició italorenaixentista és la fundacional del gènere de la divulgació científica. Aquesta etapa iniciàtica se situa en el marc del Renaixement, el moviment de renovació profund en tots els àmbits de la cultura que va sorgir a Europa entre els anys 1400 i 1600 amb l'objectiu de ressuscitar els valors estètics i espirituals de l'antiguitat clàssica.

Amb Galileo Galilei i el seu *Diàleg*, obra mestra escrita en italià antic, s'inicia la història de la divulgació de les ciències en un sentit modern. Aquest punt de partida de la divulgació científica se sol situar precisament aquí perquè s'abandona el llatí com a llengua de comunicació dels coneixements en favor de les llengües vulgars. Per a la difusió de la ciència, aquella va ser una decisió fonamental. Prescindir del llatí, una llengua culta allunyada dels idiomes que es parlaven a l'Europa dels segles XVI i XVII, equivalia a apropar-se al poble. Era la via imprescindible per apropar la ciència als ciutadans. D'aquesta manera, la llengua vulgar de la Península Itàlica, l'italià antic, passà a ser la *lingua franca* de la tradició iniciàtica de la divulgació de les ciències.

La localització física de la tradició és la Península Itàlica, amb centre a la Toscana, especialment a Florència i a Pisa. Vist d'una manera més àmplia, si ens referim al moviment renaixentista en general, aquests límits poden ampliar-se a altres països europeus. Fora d'Itàlia, el Renaixement va fer fortuna a França i als Països Baixos, així com, en menor mesura, a Alemanya, a Espanya i a Portugal. Les lleis màximes del Renaixement es van adaptar a les peculiaritats i a les tradicions de cadascun d'aquests llocs.

La limitació temporal d'aquesta primera tradició és difusa i difícil d'establir. El Renaixement, entès com a moviment, abraça del 1400 al 1600. Els millors anys de la tradició, però, arriben al segle XVII, coincidint amb la plena producció literària i científica de Galileu, una culminació tardana del Renaixement.

És obvi que existeixen textos de divulgació científica molt abans que en la tradició italorenaixentista. La rica tradició grecollatina va fer sorgir un ventall ampli de valuoses mostres de bona divulgació. Malgrat aquest fet, el present llibre vol situar-se expressament en la divulgació ja en llengües populars a Occident.

Encara que potser no tenia intenció del tot divulgadora, el mallorquí Ramon Llull (1232 – 1315/1316) ha de ser considerat un dels primers escriptors europeus que utilitza, als segles XIII i XIV, una llengua neollatina —el català— i no pas el llatí per transmetre coneixements filosòfics, científics i tècnics.

Llull, una figura avançada i polifacètica, utilitzava la llengua catalana amb l'objectiu que les seves obres arribessin a un públic més ampli. Amb un perfil intel·lectual complex i atípic, Llull va excel·lir en els camps de la física, les matemàtiques, l'alquímia i l'astronomia, temes reservats a la llengua sàvia, el llatí.

1.1.2 Context històric, literari i filosòfic

El període històric de la tradició italorenaixentista està marcat pel domini de les monarquies autoritàries a tot Europa. A Itàlia, l'epicentre de la tradició, la vida política s'articula a partir d'un mosaic de petits estats amb una certa debilitat política, però amb una economia vigorosa i activa. En general, Europa vivia anys d'expansió demogràfica i econòmica, principalment a partir del segle XVI. Les ciutats italianes són els motors més visibles d'aquest progrés. Milloren les condicions de vida, les comunicacions, el comerç i les finances. Augmenten les llibertats individuals i comença a desenvolupar-se la circulació de moneda a gran escala. Tot plegat permet identificar les característiques d'un sistema capitalista incipient, afavorit per l'aparició de nous mercats i nous productes.

Gran part d'aquest desenvolupament va ser possible gràcies a avenços notables en tots els camps. El Renaixement va ser una època de gran curiositat científica i de grans descobriments astronòmics, físics, mèdics i geogràfics. La ciència camina per les rutes del coneixement experimental que va marcar Francis Bacon a la segona meitat del segle XVI. Copèrnic subverteix el sistema geocèntric de l'astronomia clàssica, Vesalius i Servet revolucionen la medicina, i la cartografia i la navegació assoleixen un desenvolupament sense precedents que porten a descobrir mons llunyans —Amèrica, 1492; l'Índia, 1498; circumnavegació del món, 1519-1522.

Són també els anys de la Reforma religiosa, que s'oposa als privilegis tradicionals del clergat. La Reforma triomfarà al nord i al centre d'Europa i provocarà la Contrareforma als països meridionals del continent.

La filosofia del Renaixement va experimentar canvis considerables. La nova filosofia, contrària als pensaments i mètodes escolàstics, es va basar en l'estudi de la naturalesa i de l'home. D'aquesta manera, es va desenvolupar l'esperit crític dels individus, fet que va exaltar els valors individuals.

La filosofia renaixentista s'allunya del teocentrisme i dels valors i l'estètica de l'Edat Mitjana, considerada una època de tenebres i decadència. Per contra, sorgeixen noves tendències: l'antropocentrisme —l'home és el centre de totes les coses—, l'amor a la naturalesa i la passió per la bellesa en ella mateixa. Els filòsofs se senten atrets pel saber científic i les lleis de la ciència. L'art intentarà fonamentar-se en aquestes lleis científiques.¹

La literatura del Renaixement presenta les mateixes constants vitals que la resta de les matèries. Es veneren i s'imiten els autors clàssics, que es converteixen en fonts d'admiració i plaer, es menyspreen l'Edat Mitjana i el teocentrisme, triomfa la llibertat de pensament, s'imposa la concepció neoplàtonica de l'amor i se secularitza la ciència. Els temes de la literatura es tornen pagans i els escriptors obliden la mort i els terrors apocalíptics medievals per centrar-se en l'amor, l'home, el pragmatisme, la ciència o la religió.

Pel que fa als gèneres, brilla la poesia, reneixen la sàtira i l'epístola i es retorna al teatre segons els cànons clàssics: la tragèdia i la comèdia. La novel·la s'adapta en molts casos a les faules grecollatines. A la Península Itàlica, les figures literàries més destacades van ser Maquiavel, Bandello, Ariosto, Tasso, Castiglione, Sannazaro i Pietro Bembo, el més destacat defensor de la llengua vulgar. La rica literatura del Renaixement italià va influir poderosament en la resta d'Europa.

1.1.3 Autors i temes

El màxim representant de la tradició italorenaixentista és Galileo Galilei (1564–1642), un avançat al seu temps i el primer gran divulgador científic. Galileu va divulgar amb una eficàcia excepcional. La seva obra mestra divulgadora, el *Diàleg* (1632), és també l'obra fonamental de la tradició. El *Diàleg* és un text que s'ha reeditat constantment des de la seva aparició i encara es pot llegir avui amb tot el sentit i amenitat.

El tema principal de l'escola italorenaixentista és l'astronomia (les teories de Copèrnic), així com altres branques de la física. Convertides en els temes de moda del moment, les diferents disciplines de la física van acaparar les inquietuds de Galileu i els altres divulgadors del Renaixement i van eclipsar altres branques científiques, com les matemàtiques o la química.

A banda de Galileu, quasi tots els genis del Renaixement van tractar la ciència d'una manera o altra. Entre aquests autors o artistes polifacètics anteriors a Galileu,

1. El Renaixement, des d'un punt de vista artístic, sol dividir-se en dues fases. En la primera fase del moviment, anomenada *Quattrocento* i centrada a Florència, es busquen i es fixen les normes del moviment, inspirades en l'art clàssic. Destaquen Brunelleschi, Donatello, Ghiberti, Botticelli i Mantegna. La segona fase, coneguda com a *Cinquecento*, té l'epicentre a Roma i tendeix a la grandiositat a partir de la simetria i l'equilibri de proporcions. Els artistes que destaquen especialment són Bramante, Leonardo, Miquel Àngel i Rafael. L'obra cabdal d'aquesta fase és la Basílica de Sant Pere a Roma.

sobresurt Leonardo da Vinci (1452 – 1519), que va deixar alguns textos propers a allò que avui entenem per divulgació. Leonardo da Vinci esdevé un dels representants prototípics d'aquest home universal d'insaciable curiositat científica tan propi del Renaixement. Leonardo da Vinci va ser alhora divulgador, pintor, dibuixant, escultor, enginyer i inventor. Da Vinci es va anticipar al nostre temps en assenyalar que el primer deure dels homes i les dones de ciència és la comunicació. «Només és ciència, la ciència que es pot transmetre», va escriure. El seu text fonamental —*Quadern de notes* (1482-1519)— té molt valor científic i és, al mateix temps, una destacada mostra de bona divulgació.

En els mateixos anys, un cas semblant va ser Niccolò Fontana (1499 o 1500 – 1557), més conegut amb el sobrenom de *Tartaglia*. Autodidàctic metòdic, Tartaglia és un dels matemàtics més cèlebres del segle XVI i ha passat a la posteritat perquè va proposar un mètode per a la resolució de les equacions de tercer grau. Nascut a Brescia (Llombardia), va contribuir a la divulgació científica amb nombrosos tractats i llibres de problemes matemàtics divertits (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 51). D'entre la producció d'aquesta mena, cal assenyalar les obres: *Nuova scienza* (1537), *Quesiti ed invenzioni diverse* (1546), *Ragionamenti sopra la travagliata invenzione* (1551), *Trattato generale di numeri e misure* (1556-1560) o *Trattato di aritmetica* (1556).

Un altre divulgador que cal mencionar és Gerolamo Cardano (1501 – 1576). Cardano va escriure dos centenars de llibres sobre matemàtiques, medicina, física, filosofia i religió. Va ser un precursor de la divulgació de les ciències i va gaudir de gran acceptació entre la noblesa i les persones cultes. Un dels textos més brillants de Cardano és l'autobiografia *De vita propria*.

Da Vinci, Tartaglia, Cardano i molts altres autors italians van posar els fonaments de la tradició. Algunes dècades més tard, Galileu va perfeccionar allò que tots ells havien fet i va escriure pàgines inesborrables de divulgació palpitant i emotiva.

Després de Galileu, la tradició italiana tindrà altres continuadors notables als segles XVIII i XIX. Francesco Algarotti (1712 – 1764), el més distingit dels difusors de la ciència italians posteriors al Renaixement, divulgarà sobre la física de Newton amb una claredat extraordinària. Algarotti, també conegut com *El cigne de Pàdua*, és un dels millors divulgadors de Newton de tot Europa. En el llibre *Newtonianismo per le dame* (1737), que està escrit amb un estil «a la Fontenelle», s'hi poden trobar frases veritablement curioses, com ara aquesta descripció del sistema de gravitació universal: «L'amor d'un amant decreix en raó directa al cub de la distància de la seva amant i al quadrat del temps de la seva absència» (DOMÍNGUEZ, 2000). El cosmòpolita Algarotti va divulgar tota classe de coneixements, no solament científics, en altres obres com *Epistole en verso suelto* o *Viaggi di Russia*.

Alguns homes i dones de lletres italians del segle XIX també van picar la flor de la divulgació amb cert èxit. En particular, una dona exemplifica bé aquesta figura del personatge del camp de les humanitats interessat per la ciència. Cristina Trivulzio (1808 – 1871), princesa de Belgiojoso, va ser una de les protagonistes de la vida política i cultural del seu temps. Aquesta aristòcrata milanesa, considerada la primera historiadora italiana, va cultivar la divulgació científica secundà-

riament. Trivulzio va escriure llibres científics per a infants que van tenir un gran èxit i alguns articles en premsa de divulgació (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 33 i 79). Periodista i escriptora en el convuls segle XIX italià, va publicar a la *Revue des Deux Mondes* i va dirigir la *Gazzetta Italiana* i l'*Ausonio*. També va redactar nombrosos assaigs d'història i de política i una considerable literatura de viatges. Obres com *Il 1848 a Milano e Venezia, Della presente condizione delle donne e del loro avvenire, Ricordi dall'esilio, Vita intima e vita nomade in Oriente* o *Emina* encara es reediten a Itàlia avui. Dona fascinant i independent, Cristina di Belgiojoso va tenir una vida aventurera i nòmada, va participar activament en el moviment conegut com a *Risorgimento* i, per aquest motiu, va haver d'exiliar-se a França i a Turquia, on va trobar noves fonts d'inspiració (COLUSSI, 1995).

Malgrat els esforços d'Algarotti o de Trivulzio, els millors anys de la tradició italiana ja havien quedat enrere, íntimament lligats a Galileu. Els nous temps de la divulgació miraven ja cap a la França del Segle de les Llums i cap al poderós Imperi Britànic del XIX.

1.1.4 Característiques de la tradició italorenaixentista

La italorenaixentista és la tradició fundacional de la divulgació científica. Més que una tradició completa, organitzada i articulada, com passa en els casos posteriors, és una primera fita en la història del gènere. Una mena de primer moment en el qual apareix una massa crítica de persones genials amb un desig universal de conèixer, estudiar i difondre les lletres i les ciències.

De fet, aquesta distinció entre lletres i ciències, avui tan familiar, no era possible en aquell moment perquè encara no s'havia produït. La tradició s'edifica a partir d'un conjunt de genis polifacètics al servei de l'art, la cultura i la ciència. L'escola italorenaixentista es beneficia d'algunes novetats tecnològiques imprescindibles: el descobriment i l'expansió generalitzada de la impremta va permetre la divulgació tant dels nous escrits com dels textos clàssics grecollatins, punt de partida del moviment renaixentista. La divulgació científica en aquesta tradició no es va limitar als textos. També foren importants altres vies de propagació dels coneixements tècnics, com ara els dibuixos, la pintura i els teatres anatòmics de les grans ciutats, en els quals s'aprenia la morfologia del cos humà.

Aquesta escola de divulgació italiana forma part i és indestruïble d'un moviment cultural de gran abast, el Renaixement, que afecta tots els ordres, des dels aspectes culturals, polítics, artístics, econòmics, musicals, científics o tècnics, sempre en un sentit de renovació de les formes de l'Edat Mitjana. La divulgació de les ciències, si es vol, té una importància relativa en un context d'activitats tan ampli i, en molts casos, és una divulgació poc conscient. Per aquesta raó, pot considerar-se una tradició fins a un cert punt menor que les grans escoles posteriors.

En aquesta tradició primera, és ben visible una identificació plena de ciències i lletres en un tot, com s'ha dit anteriorment. Els episodis divulgadors ocorren en un

context propici: una cultura humanística integral. Per tant, el subjecte divulgador és el mateix científic o el literat.

Tot i que la vocació didàctica d'aquesta escola no és tan acusada com la d'altres períodes, existeix una voluntat manifesta d'aproximar-se al poble a través de determinades maneres de fer innovadores i singulars. En primer lloc, la tradició italorenaiixentista serà la primera a adonar-se de la necessitat de divulgar els coneixements en les llengües més properes al poble, és a dir, les llengües vulgars.

En segon lloc, es refermaran les bases del mètode científic, que es popularitzarà. La ciència passarà a ser, en la mesura de les possibilitats de l'època, un tema d'interès, un tema proper al ciutadà. S'assoleix el consens en el fet que la natura té unes lleis determinades que els homes i les dones poden esbrinar i caracteritzar a través de l'observació directa dels seus elements.

I, en tercer lloc, l'escola italorenaiixentista aplicarà de manera satisfactòria determinades tècniques retòriques en benefici de la divulgació científica. La tradició farà unes passes decidides cap a una retòrica nova, una retòrica que permetrà una difusió de les ciències vivaç i efectiva. Aquestes tècniques retòriques, la majoria recuperades dels clàssics grecollatins, són els textos en forma de diàleg, els experiments de pensament, les analogies i, entre d'altres, la ironia.

La retòrica de l'escola italorenaiixentista i, en especial, la retòrica de Galileu influiran en la resta de tradicions que apareixeran posteriorment. Diversos divulgadors de les tradicions francesa, alemanya i anglosaxona es declararan obertament admiradors de Galileu i n'imitaran les tècniques retòriques.

1.2 GALILEU, EL PARE DE LA DIVULGACIÓ CIENTÍFICA MODERNA

Galileo Galilei (1564 – 1642), més enllà d'un bon divulgador, és un dels noms propis de la història de la humanitat per les contribucions que va fer a la física, les matemàtiques i l'astronomia. El conjunt de les observacions de Galileu va revolucionar l'astronomia i la concepció del món.

Físic, matemàtic, astrònom, filòsof, literat i divulgador, Galileu està considerat l'introduïdor del mètode experimental en la investigació científica i el fundador de l'astronomia moderna i de la dinàmica. Galileu aplicava el mètode científic: dissenyava un experiment sobre premisses concretes, amb la finalitat de confirmar o rebutjar una determinada hipòtesi, a partir d'una metodologia ben definida i reproduïble per altres investigadors. Galileu va crear una mentalitat científica nova, les bases de la qual són vigents encara avui.

Galileu va construir el primer telescopi, l'any 1609, que ampliava els objectes unes quinze vegades. Un any després, amb aquest aparell va descobrir els quatre satèl-

lits principals de Júpiter. Precisament, Júpiter i les seves llunes van semblar-li una mena de sistema solar en miniatura que provava que els planetes podien moure's conjuntament amb els seus satèl·lits. Els partidaris del sistema ptolemaic afirmaven que no era possible que la Terra girés al voltant del Sol perquè, si fos així, el nostre planeta deixaria la Lluna enrere. Posteriorment, Galileu va veure les muntanyes lunars, les taques solars, les estrelles que formaven la Via Làctia i les fases de Venus previstes pel sistema copernicà.

L'iniciador de la divulgació de les ciències va ser un furibund defensor del sistema copernicà. Copèrnic defensava a *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) que el Sol —no la Terra— es trobava al centre de l'univers i que la Terra es movia al voltant del Sol, com la resta dels planetes. La ciència oficial i l'Església eren partidàries del sistema de Ptolemeu, que era geocèntric —el Sol girava al voltant de la Terra. El *Diàleg*, publicat a Florència el 1632, serà la principal arma de Galileu per establir la seva posició en la qüestió. Aquestes posicions van valer-li la condemna de l'Església i la prohibició de dedicar-se a l'astronomia.

Galileu va ser un hàbil divulgador de la teoria heliocèntrica i, per assolir-ho, va usar una prosa clara, bella i convincent. Tot i que va començar a escriure algunes obres de divulgació en llatí, no va tardar a canviar a l'italià, llengua que va adoptar en el llibre *Il Saggiatore* (1623). Igualment en italià, va aparèixer l'obra divulgadora fonamental de Galileu: *Diàleg sobre els dos màxims sistemes del món, ptolemaic i copernicà* (1632), on va fer servir els diàlegs per exposar els coneixements. Aquests divertits diàlegs estan protagonitzats per personatges carregats d'intenció i plens d'enginy, com ara Salviati, Simplicio o Sagredo. També cal fer menció, pel seu caràcter divulgador, del text *Diàlegs sobre dues noves ciències*, més conegut com els *Discorsi* (1638).²

Galileu, que va ser perseguit per les seves idees, va posar al servei de la divulgació científica totes les armes que tenia a l'abast: una llengua comprensible i propera al poble —l'italià— i una forma d'escriure particularment fàcil de llegir (LASZLO, 1993: 18). El Galileu divulgador, sense proposar-s'ho, va tornar-se un clàssic de la literatura italiana (LÓPEZ BELTRÁN, 2001).

Sánchez Ron (2002) ha destacat sobretot quatre característiques fonamentals del *Diàleg* en tant que clàssic de la ciència i de la divulgació: l'art narratiu; el domini del diàleg entre els tres protagonistes del llibre, Sagredo, Salviati i Simplicio; la lògica que constantment presideix les converses que construeix; i l'habilitat per presentar els sistemes heliocèntric i geocèntric. Aquest text avui, quasi quatre-cents anys després de la publicació, encara és «un poderós i subjugador instrument d'introducció a l'essència d'allò que és la ciència» (SÁNCHEZ RON, 2002). Segons aquest autor, el *Diàleg* és «una de les poques obres que al mateix temps de fer avançar la ciència van complir funcions de divulgació» i «segurament, la mostra més aconseguida en aquest sentit».

2. El nom complet d'aquesta obra és: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti la meccanica*.

Galileu fa servir, per defensar les seves posicions, una retòrica poc freqüent en els textos científics de l'època. Galileu es val d'una retòrica a la mida de les idees que defensa. A una ciència contrària al poder establert li correspon una manera d'expressar-se diferent d'allò que s'havia fet fins al moment. En el *Diàleg*, l'autor «està fent servir una retòrica revolucionària» (LOCKE, 1997: 140). No es pot oblidar que el *Diàleg* és més una argumentació que un informe científic. Locke considera que cada gran revolució científica ha anat acompanyada d'una revolució retòrica. Galileu és, per tant, un trencador amb la tradició establerta en la retòrica científica del moment, com també ho van ser Darwin o Einstein, cadascun a la seva manera. Locke argumenta que Galileu en el *Diàleg*, considerat aïlladament com a text científic i no com a text de divulgació, «està violant l'anomenat mètode científic».

Aquesta ruptura amb la convenció es manifesta en cinc punts, alguns ja assenyalats. En primer lloc, Galileu sorprèn perquè escriu un text científic en llengua vulgar i no en llatí, una cosa poc imaginable en una societat que reservava el llatí per a escrits d'aquesta mena, precisament. Tot i que dominava perfectament el llatí, Galileu ho va fer perquè necessitava convèncer l'opinió pública de la bondat de la teoria copernicana i això era doblement difícil, ja que tenia com a enemics no solament el saber oficial aristotèlic que imperava a les universitats, defensat a ultrança per la influent Església romana, sinó també el sentit comú, que estava del costat del sistema geocèntric.

En segon lloc, Galileu fa servir una modalitat redaccional poc habitual per a una qüestió de caire astronòmic o científic: el diàleg. Els personatges principals que escull per al *Diàleg* són tres: Salviati, que defensa les idees de Galileu i el sistema copernicà; Simplicio, que representa les posicions tradicionals i de l'Església, i Sagredo, que actua com a tercer en discòrdia i es deixarà convèncer fàcilment per les posicions de Salviati.

El secret dels diàlegs rau precisament en la introducció d'aquest tercer personatge en les discussions entre Salviati i Simplicio. Sagredo té assignada la tasca de crear la il·lusió de l'objectivitat en el lector, ja que sembla l'escèptic que argumenta sense prejudicis sobre allò que es discuteix. L'argúcia de Galileu és similar en la major part dels casos: Sagredo sempre acaba afavorint el punt de vista de Salviati, és a dir, defensant les tesis de Galileu.

Hi ha diverses interpretacions sobre les raons que van portar Galileu a escriure en diàleg algunes de les obres més importants. Una teoria força estesa és que ho va fer per assemblar-se als grans filòsofs grecs, grans dominadors d'aquesta tècnica i dels quals se sentia hereu (MUSSO, 1999). Una altra raó és la influència del seu pare, Vincenzio Galilei, un músic excel·lent que havia escrit, entre altres textos, *El diàleg entre la música antiga i la música moderna*. Sembla lògic que Galileu s'inspirés en aquesta forma de redactar que tenia el seu pare o, tal vegada, que volgués evocar-lo, si més no, estilísticament (MUSSO, 1999).

En tercer lloc, una aportació substancial de la retòrica de Galileu és la utilització dels experiments de pensament. Es tracta d'una tècnica discursiva que després farien servir molts altres divulgadors de totes les èpoques —entre els quals és obligat

mentonar Albert Einstein, admirador declarat i lector habitual de Galileu. Els experiments de pensament, també anomenats *experiments mentals*, consistien a fer imaginar determinades situacions al lector que es podien resoldre amb sentit comú i sense cap mena de complexitat matemàtica. D'aquesta manera, el lector, a partir de l'experiència quotidiana, podia predir amb confiança un resultat, fins i tot encara que els experiments no poguessin realitzar-se mai. A partir d'aquests jocs mentals, Galileu podia extrapolar les conclusions a lleis o teories més ambicioses.

Altres demostracions o experiments de pensament són una pilota imaginària que roda per un pla inclinat (GALILEI, 1967: 23-24), uns canons que es disparen sense ser sentits (GALILEI, 1967: 126-127), uns ocells que volen des dels arbres sense ser vistos (GALILEI, 1967: 183-186) i uns jugadors que fan girar uns cèrcols (GALILEI, 1967: 157-161). Galileu pretén, amb aquests jocs mentals, que «els lectors sàpiguen per experiència com succeeixen aquests fets o estiguin preparats per acceptar què ocorre quan Salviati els descriu» (LOCKE, 1997: 141).

En un exemple cèlebre, malgrat tot, Salviati (Galileu) no juga net, i Simplicí (i també els lectors, és clar) és enganyat. En aquest experiment, es vol veure què passa quan una pilota cau des de dalt d'un pal d'un vaixell en moviment. Es tracta de saber si cau al peu del pal o és desplaçada a causa del moviment. La pilota, com afirma Salviati al principi, no colpeja la coberta a certa distància del peu del pal (GALILEI, 1967: 126, 141 i 143-145). «A través d'aquest engany momentani, els lectors són portats a associar la teoria incorrecta amb l'experiència falsa, de manera que quan aprenguin l'experiència veritable, acceptin la teoria correcta juntament amb ella» (LOCKE, 1997: 141).

En quart lloc, una altra característica, molt relacionada amb l'anterior, és la utilització d'analogies en el discurs. Galileu necessita persuadir ciutadans de les classes altes, alguns sense gaire preparació científica, i, per aquesta raó, es val de les analogies, una manera senzilla de fer entendre conceptes molt abstractes a partir d'experiències comunes a les vides dels homes i les dones de la Itàlia del segle XVII.

Salviati, el portaveu de la «ciència nova», empra, doncs, «una combinació de demostracions, analogies i allò que avui coneixem per experiments de pensament per fer diverses apreciacions». Per aquests mitjans, introdueix els seus interlocutors, Sagredo i Simplicí, en la discussió com a participants (LOCKE, 1997: 140-141).

Per demostrar que la superfície de la Lluna podria ser tan llisa com un mirall, Salviati disposa en primer lloc d'un mirall pla i després d'un de convex, i els tres participants comparen la seva imatge en cadascun (GALILEI, 1967: 72-79; LOCKE, 1992: 141).

Des d'una perspectiva literària, els arguments més interessants de Salviati també són les analogies, perquè, fins a un cert punt, permeten als lectors veure il·lustrada una situació que, d'altra manera, considerarien increïble. L'analogia més coneguda que apareix al *Diàleg* és explicada per Salviati (GALILEI, 1967: 186-188). L'acció se situa a la cabina d'un vaixell que es mou en línia recta amb una velocitat constant. En aquesta cabina ocorren simultàniament múltiples coses: un peix neda en un reci-

piet, diferents estris cauen a terra, etc. Quan tots aquests fets passen, fa l'efecte que el vaixell està quiet —mentre que en realitat el vaixell es mou. Això vol demostrar, per analogia, que no es pot dir si la Terra està en moviment jutjant únicament els esdeveniments que hi passen (LOCKE, 1997: 141). Dit d'una altra manera, pel fet de viure a la Terra es perceben com a moviments només els desplaçaments comparatius dels objectes, mentre que el moviment de tota la Terra resulta inapreciable. Galileu va esmerçar molts esforços a demostrar que la Terra es movia, encara que no ho semblés. Quan l'Església el va portar a judici per aquesta afirmació, Galileu no va tenir més remei que abjurar de les teories per evitar ser cremat. Fou aleshores, en el moment d'abandonar la sala, que Galileu va murmurar la llegendària frase que ha arribat als nostres dies: «Eppure si muove».

En cinquè lloc, un altre tret característic de la prosa de Galileu és l'ús de la ironia. El següent fragment, corresponent a un apartat d'observacions dirigides «al lector de bon criteri», als inicis del *Diàleg*, n'és una bona prova: «Fa alguns anys es va publicar a Roma un edicte saludable que, per evitar les tendències perilloses de la nostra època actual, va imposar un silenci raonable sobre l'opinió pitagòrica que la Terra es mou» (GALILEI, 1967: 5-6).

Tota aquesta afirmació ha de ser llegida irònicament. És una ironia «fortament provocada», es podria dir, «subratllada». Com sabia molt bé tot aquell que llegís el llibre de Galileu, l'«edicte saludable» que va imposar un «silenci raonable» contra les «tendències perilloses» no estava dirigit contra ningú més que Galileu per la seva anterior i oberta defensa de l'«opinió pitagòrica».

Sovint, la ironia en Galileu és una forma de burlar la censura i es concentra en els inicis i els finals de cada apartat, on, suposadament, el censor pararia més atenció. Només així poden entendre's negacions, com ara que «la defensa del punt de vista copernicà no ha de pensar-se que representi la seva veritable opinió». Com ha advertit Locke (1997: 167), el lector «convenientment preparat no té dificultats per distingir allò irònic d'allò sincer».

Malgrat les precaucions, l'estratègia del científic italià va fracassar, ja que després de la primera revisió del censor, el *Diàleg* va ser abruptament retirat i Galileu, conduït al famós judici. El text, però, va sortir d'Itàlia claudesment, es va publicar per Europa i va ser fonamental per fer arribar l'hora del sistema copernicà. Avui encara és reconegut com a obra mestra, encara es llegeix i encara se n'assaboreix la ironia (LOCKE, 1997: 168).

Nascut a Pisa, Galileu va estudiar primer a Florència i, després, a la seva ciutat natal. Una vegada va haver abandonat els estudis de medicina, va dedicar-se a investigacions personals en el camp de la física i de les matemàtiques. Aviat va esdevenir professor de matemàtiques de la Universitat de Pisa, on va demostrar experimentalment que la caiguda des de la mateixa alçada de dos cossos de forma i volum iguals, però diferent pes, es produeix en temps iguals.

També en aquesta època va formular les lleis del moviment pendular, així com les lleis del moviment accelerat. A partir de 1592, fou professor de la Universitat de Pàdua i va començar a centrar-se en l'estudi de l'astronomia. Com a filòsof, va fre-

qüentar la Cort dels Mèdici a Florència. L'any 1633, un any després de la publicació del *Diàleg*, Galileu va ser condemnat per l'Església, fet que el va trasbalsar profundament. La controvèrsia amb els poders religiosos venia de lluny, ja que Galileu va rebre la primera amonestació l'any 1616. Retirat, després de la condemna, al seu domicili d'Arcetri, a prop de Florència, va reiniciar les investigacions astronòmiques, que es podrien llegir en els *Discorsi*, escrits amb l'ajuda del seu deixeble, Evangelista Torricelli. Galileu va morir a Arcetri l'any 1642.

Principals aportacions de Galileu a la divulgació de les ciències

- Galileu divulga en llengua vulgar —italià antic— i no en llatí.
- La divulgació és feta en forma de diàleg: influència dels clàssics grecs.
- Els experiments de pensament són una característica singular de la seva escriptura.
- L'analogia és utilitzada per apropar al lector situacions tècniques complexes.
- Galileu, en els seus textos, empra habitualment la ironia.

2. Tradició francesa

Tradició francesa

- **LIMITACIÓ GEOGRÀFICA:** França. La ciutat de París actua d'epicentre de la tradició. Pocs autors neixen a París, però la majoria s'hi traslladen aviat i molts hi editen els principals textos i s'hi estableixen fins a morir. També tenen certa importància altres països francòfons, com ara Bèlgica (la part sud) o Suïssa (la part est).
- **LLENGUA:** Francès.
- **SUBJECTES DIVULGADORS:** Diferenciació del científic i el divulgador. Existeix i predomina la figura del divulgador més vinculat a les lletres que a les ciències. Aparició del periodista científic.
- **LÍDER O MÀXIM EXPONENT DE LA TRADICIÓ:** No es pot parlar d'un líder clar i únic de la tradició. Tal vegada Fontenelle, Buffon i Diderot al segle XVIII i Flammarion al segle XIX són els autors més significatius.
- **ALTRES AUTORS DESTACATS:** Marquesa de Châtelet, Voltaire, Verne, Meunier, Moigno, Figuier, Tissandier.
- **TEXTOS FONAMENTALS DE LA TRADICIÓ:** *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686), de Fontenelle; *Història natural* (1749-1788), de Buffon; l'*Encyclopèdia* (1751-1780), de Diderot, i *Astronomie populaire* (1879), de Flammarion.
- **ANTECEDENTS I PRECURSORS:** Es remunten a Bernard Palissy.
- **TEMÀTIQUES PRINCIPALS DE DIVULGACIÓ:** L'astronomia, la natura i la física de Newton al segle XVIII. En general, durant la Il·lustració es pot parlar d'un interès extraordinari per les ciències fisicoquímiques i biològiques. Al segle XIX, es toquen tots els temes, amb predomini de l'astronomia, l'evolucionisme i els avenços tècnics.
- **LIMITACIÓ TEMPORAL:** Llarga en el temps, el període de major influència abraça dos segles: el XVIII i el XIX. Decau visiblement en el XX.
- **CONTEXT HISTÒRIC I SOCIAL:** La Revolució Francesa de 1789 és el moment històric més determinant del període. Significa la fi de l'absolutisme. El coneixement s'universalitza. El despotisme il·lustrat deixa pas al constitucionalisme. Els descobriments científics i tècnics viuen una època de gran esplendor. Els súbdits passen a ser considerats ciutadans i la monarquia queda subordinada a la nació. Triomfen les idees republicanes i anticolonialistes.
- **CONTEXT LITERARI I/O FILOSÒFIC:** La Il·lustració és el moviment cultural fonamental del segle XVIII. És un moviment social d'origen burgès que propugna la transformació de la societat segons principis racionals. Aspira a una nova concepció del món i de l'home. Els enciclopedistes li donen cos ideològic. Es critiquen els dogmatismes de tota mena, les supersticions i les formes religioses tradicionals. També s'ataca frontalment el concepte d'autoritat. En filosofia, destaquen els corrents racionalistes i empiristes.
- **CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA TRADICIÓ:** Es prefereix el terme *vulgarització*. L'obra científica dels divulgadors ocupa un lloc menor que la literària. Té un fort component social. La divulgació es fa servir també com a instrument de poder. Són els primers escriptors plenament conscients d'estar fent divulgació de les ciències, en el sentit modern del terme. Mostra una gran preocupació pel text, pels aspectes retòrics. Algunes vegades aquesta preocupació desemboca en un lirisme excessiu. És una escola influent i poderosa, imitada i admirada arreu d'Europa.

2.1 TRADICIÓ FRANCESA. GENERALITATS

2.1.1 *Limitació temporal, geogràfica i lingüística*

La tradició francesa de divulgació de les ciències és tal vegada la més important que va existir abans del segle XIX. Els divulgadors francesos van establir una manera de fer pròpia, diferenciada i influent, que va captivar els lectors de França i d'arreu del món. Aquesta riquíssima escola va viure la millor època durant quasi 200 anys, en els segles XVIII i XIX. Estancada a partir de les primeres dècades del segle XX, la tradició viu ara a remolc de l'escola anglosaxona. Aquest estancament notable es va produir en paral·lel a la pèrdua d'influència internacional del francès com a llengua i de França com a nació.

Abans d'aquest declivi, els vulgaritzadors —terme que ha fet fortuna en francès— van aconseguir crear una massa crítica de lectors interessats per la ciència i van contribuir decisivament a l'enriquiment de la cultura de la població. L'estudi de la divulgació francesa pot dividir-se en dos segles fonamentals: el XVIII, el Segle de les Llums i de la Il·lustració, i el XIX, el segle de Flammarión i de l'eclosió del periodisme científic. Pocs segles han estat tan determinants per a la divulgació com el XVIII francès. La manifesta voluntat dels il·lustrats d'universalitzar els coneixements va ser el motor de la divulgació. Només així es pot entendre un període tan fecund d'autors i obres.

La llavor que van sembrar els il·lustrats es va recollir al segle XIX, la veritable «època daurada» de la divulgació francesa (RAICHVARG i JACQUES, 1991). El segle XIX va suposar una diversificació dels temes de divulgació i també la incorporació d'un canal fins aleshores poc explotat: la premsa. El periodisme científic va prendre carta de naturalesa de la mà dels primers periodistes professionals dedicats a temes de ciència. En revistes literàries, en diaris generalistes o en revistes especialitzades, els articles i les notícies de ciència van sovintejar com mai no s'havia vist abans. El gran públic, gràcies a la baixada de preus dels diaris i a l'augment del temps lliure i de l'alfabetització, va aficionar-se a llegir ciència. Ja no hi havia marxa enrere: la premsa s'incorporava a la difícil missió de divulgar.

Als segles XVIII i XIX, la ciutat de París actuava de centre neuràlgic de la tradició. Tot i que pocs autors van néixer a París, la majoria s'hi van traslladar en el període de formació i molts hi van desenvolupar els anys fonamentals de la seva vida. A París, s'hi editaven els principals textos literaris i les principals publicacions periòdiques. La tradició francesa serà, en termes geogràfics i lingüístics, centralista, probablement

com a reflex de la situació política. París serà el nucli dur de la tradició i poques ciutats franceses podran fer-li ombra. De la mateixa manera, la tradició s'expressava únicament i exclusiva en una llengua: el francès. Fora de les fronteres de França, altres zones francòfones mereixen ser considerades, com ara la part valona de Bèlgica, amb alguns notables intents de divulgació de l'anomenat Shakespeare belga, Maurice Maeterlinck, o alguns cantons de Suïssa, amb determinats textos d'Euler o de Rousseau, o algunes regions de Canadà.

2.1.2 Context històric, literari i filosòfic

La Revolució Francesa de 1789 és el moment històric que marca l'inici del període. Aquest episodi polític tindrà una transcendència indiscutible dintre i fora de les fronteres franceses. La Revolució Francesa significarà la fi de l'absolutisme. Políticament, el despotisme il·lustrat deixa pas al constitucionalisme. Els súbdits són considerats ciutadans i la monarquia queda subordinada a la nació. En política, agafen molta força les teories republicanes i anticolonialistes.

La Revolució Francesa suposarà una onada democratitzadora a tots els nivells. Com ja s'ha dit, el coneixement es democratitza i s'universalitza, fet que beneficiarà notablement la divulgació. La ciència va ser molt ben vista pels revolucionaris, que consideraven que els descobriments científics i tècnics havien de possibilitar l'inici de la bonança econòmica dels ciutadans.

Es pot afirmar que hi havia una mena de matrimoni entre la ciència i la Il·lustració. La ciència experimental i matemàtica va ser «profundament admirada» per la ideologia de la Il·lustració, que la va prendre «com a model epistemològic i va inspirar noves línies de pensament moral, estètic i polític» (MALET, 2002). La ciència tenia, doncs, una posició central dintre del pensament il·lustrat. Aquest fet va facilitar que durant el segle XVIII es produïssin un gran nombre d'obres de divulgació, algunes escrites «per intel·lectuals i científics de primeríssima magnitud», com Fontenelle, Voltaire, Euler, D'Alembert, Diderot o Buffon (MALET, 2002).

El context literari i filosòfic està dominat per la Il·lustració, un moviment cultural ampli del segle XVIII, que ha de ser entès com una etapa evolutiva clau dintre del pensament burgès. La Il·lustració va ser un moviment complex amb implicacions en quasi tots els camps del saber i de la vida pública, i tenia un component social molt acusat, ja que propugnava la transformació de la societat segons principis racionals o de la raó. Aquest moviment ambiciós i organitzat pretenia arribar a una nova concepció del món i de l'home.

Tot i que la Il·lustració s'originà a Anglaterra —durant la segona revolució anglesa de 1688—, és a França on els enciclopedistes li van donar cos ideològic. Des de França, s'expandí per Europa i per Amèrica. Segons els principis de la Il·lustració, es critiquen els dogmatismes de tota mena, les supersticions i les formes religioses tradicionals, així com el concepte d'autoritat. El suport filosòfic fona-

mental del moviment era el racionalisme i l'empirisme, alhora que es refusava el materialisme. En el mètode científic, predominaven l'anàlisi i la inducció. D'altra banda, la doctrina del contracte social també va exercir una gran influència en l'escola francesa de divulgació científica.

El Segle de les Llums va crear una base sòlida en què es podia edificar una tasca divulgadora eficaç i plural. Els enciclopedistes i els diferents gabinets de ciències naturals havien posat una llavor que per força havia de brotar amb impetuositat. El vent bufava a favor de la divulgació.

La mentalitat de molts científics, fins al moment reticents a difondre els seus coneixements, va canviar, sobretot al segle XIX. Una gran part dels científics va començar a divulgar. L'ensenyament de les ciències passava a ser una preocupació més dels savis del moment. En els primers anys del segle XIX, a l'Europa més avançada, les exposicions sovintejaven, els museus creixien i es creaven escoles tècniques i conservatoris.

La vida educativa i científica va experimentar, al segle XIX francès, un esclat d'activitat. Aquest moviment febril ple d'iniciatives va comportar la desclosa de la divulgació: s'escriuran més llibres que mai; es fundaran multitud de revistes, algunes de trajectòria efímera, i s'obriran les portes dels diaris a un ventall extraordinari de col·laboradors científics.

A principi del segle XIX, s'inicia un procés que posarà el concepte de ciència, llavors propi de cercles erudits, en boca de tothom a final de segle. Tota una sèrie de termes tècnics i científics es van incorporar a la llengua quotidiana, i el valor de la ciència dintre de la cultura va canviar. La ciència es va convertir en una part fonamental de la cultura del segle XIX i ja no deixarà de ser-ho. El segle XIX és per alguns «el segle de la ciència». En aquest procés «gran part del resultat cal atribuir-lo als diferents mitjans d'informació», que van fer arribar les idees científiques modernes a la població (PANZA i PRESAS, 2002).

A final del segle XVIII i principi del XIX es comencen a determinar les disciplines científiques modernes. En les següents dècades es van emancipant àmbits concrets de disciplines més generals fins a configurar-se com a «disciplines pròpies i autònomes». A poc a poc, van acabant-se els temps en què el filòsof natural s'ocupava de qualsevol aspecte científic o social. Ara, «com a resultat d'una especialització imparable», el científic es dedicarà únicament a una sola especialitat científica (PANZA i PRESAS, 2002).

Una altra característica que ajuda a comprendre el context del segle XIX és la passió de la informació, ja incipient al XVIII. Des de tots els racons del món es recullen materials i objectes extravagants, que s'estudien amb moderns instruments de mesura i d'observació, es cataloguen i es disposen per exhibir-los en museus i exposicions. Sobtadament, com afirmen Panza i Presas (2002), «es confirma allò que "saber és poder / coneixement és poder"» i sorgeix la voluntat «de sotmetre el món i donar-li un ordre a la mida del nou tipus de ciutadà».

2.1.3 Autors i temes

Resumir en uns pocs noms d'autors o obres una tradició tan rica com la francesa, que domina durant quasi dos segles la divulgació científica mundial, és extremament complicat. Tampoc no es pot trobar un màxim exponent de la tradició. Tal vegada Fontenelle, encara a les acaballes del segle XVII; el comte de Buffon i Diderot, al segle XVIII, i Flammarion, al XIX, són els autors més destacats de l'escola francesa.

Seguint aquest mateix criteri, els textos fonamentals de la tradició haurien de ser *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686), un llibre de Fontenelle; *Història natural* (1749-1788), el magnífic treball de Buffon; l'*Enciclopèdia* (1751-1780), que va editar i coordinar Diderot, i *Astronomie populaire* (1879), el text més influent i més llegit de Flammarion.

L'astronomia és un dels temes més tractats dintre de la divulgació científica de tots els temps. El cel sempre ha apassionat els humans, que mai no han parat de mirar-lo i fer-se innumbrables preguntes. A França, l'astronomia és segurament la disciplina científica que més seguidors i afeccionats ha tingut al llarg de la història. Si això ha estat així, és perquè dos mestres de la divulgació astronòmica, Fontenelle i Flammarion, cadascun a la seva època i a la seva manera, van saber apassionar el públic amb una forma d'escriure incisiva i brillant.

A banda de l'astronomia, la natura i la física de Newton van ser temes recurrents durant el segle XVIII. La natura va ser, de fet, el tema estrella dels inicis de la divulgació científica. Les meravelles naturals, i especialment els animals i les plantes descoberts en llocs exòtics del món, van captivar el gran públic, que aviat va demanar més i major informació. Els primers textos de divulgació encara estaven molt lligats a la religió, i s'exposaven les virtuts de la natura com una prova de l'existència de Déu. La gran majoria dels divulgadors formaven part del clergat o estaven vinculats al poder reial, els dos estaments que concentraven el saber del moment. La gran empenta als temes naturals la donaria, sens dubte, el comte de Buffon. Va escriure amb una habilitat impròpia del temps i va tenir clar que calia separar Déu dels fenòmens que s'observaven a la Terra. Buffon, no sense problemes amb l'Església catòlica de França, va divulgar la natura des d'un punt de vista laic, com era propi en una persona del Segle de les Llums. Els treballs i les idees del comte van quedar recollits en una obra immensa: *Història natural*, un dels textos més llegits, copiats i plagiat en l'àmbit de les ciències naturals de tots els temps.

D'altra banda, la física de Newton va suposar una mena de *boom* per a la divulgació científica del segle XVIII. La marquesa Émilie du Châtelet i el gran filòsof Voltaire, influït per la mateixa Châtelet, de la qual era amant, van encarregar-se, entre altres autors, de difondre les idees de Newton a França. El newtonianisme era una doctrina científica que s'adaptava perfectament als principis de la Il·lustració. Els il·lustrats van veure en l'ordre natural de Newton un model per aplicar en la corrupta i desordenada vida social de la França del moment. Les doctrines del físic britànic eren també el camí ideal per aferrar-se al mètode científic i per perseguir, mitjançant la raó i la ciència, les posicions del poder —conservadors i absolutistes— i dels estaments religiosos.

En general, durant la Il·lustració es pot parlar d'un interès extraordinari per qualsevol temàtica científica, especialment per les fisicoquímiques i les biològiques (a vegades amb tocs preevolucionistes). Potser l'exemple més clar d'aquesta voluntat universalista, de voler abraçar tots els camps del coneixement humà, va ser l'*Encyclopédie* de Diderot, un treball incommensurable. L'*Encyclopédie* de Diderot i D'Alembert és, tal vegada, el text que millor exemplifica «la fusió il·lustrada de la divulgació científica, el progrés tècnic i material, la psicologia, l'ètica i la crítica social» (MALET, 2002). Com ha dit Gillispie, «el cop mestre de Diderot va consistir a fer que la tecnologia donés suport i consistència a la ideologia» (MALET, 2002).

Al segle XIX, ja amb la premsa com a nou actor de la divulgació, el ventall de temes es va ampliar encara més. Es van obrir nous camps de divulgació i es van mantenir els de tota la vida. És significatiu, gràcies sobretot als esforços de Flammarion, el predomini encara de l'astronomia, un tema que havia encetat Fontenelle quasi dos-cents anys abans amb els *Entretiens*. L'evolucionisme, de la mà de les idees que arribaven de l'Anglaterra de Darwin, substituirà els textos d'admiració per la natura que van fer fortuna al XVIII. Les novetats tecnològiques, com ara l'electricitat, el telègraf o el telèfon, passaran a ser un motiu de divulgació amb grans adeptes, tant a la segona meitat del segle XIX com a principi del XX.

Els francesos Raichvarg i Jacques (1991: 59), que han estudiat a fons la història de la divulgació al seu país, destaquen, com a autors fonamentals del segle XIX francès, d'aquesta edat d'or, el farmacèutic Louis Figuier, l'abat François Moigno, l'entomòleg Jean-Henry Fabre, el químic aeronàutic Gaston Tissandier i, per damunt de tots, l'astrònom Camille Flammarion, «el paradigma de la divulgació científica a la França del segle XIX» (PANZA i PRESAS, 2002).

Més en concret, Bensaude-Vincent (2000) situa a la segona meitat del segle XIX l'emergència definitiva de la divulgació científica francesa en totes les seves formes com un gènere destinat al públic de masses. Conferències, llibres, revistes, exposicions, planetaris, museus, observatoris, jardins botànics, zoològics... les iniciatives florien i es multiplicaven. El període comprès entre 1870 i 1900 pot ser considerat «l'edat d'or» de la divulgació científica, en la qual coincideix un desig de mostrar i un desig de saber (PANZA i PRESAS, 2002).

2.1.4 Característiques de la tradició francesa

La tradició francesa inventa el concepte de *vulgarització*. El terme remet als temps en què s'havien tret els coneixements dels convents i de les selectes corts reials per posar-los a l'abast de la gent comuna. L'etimologia del terme francès *vulgarisation* lliga perfectament amb aquesta idea: vulgaritzar —o divulgar— vol dir fer assequible al *vulgus*, fer assequible al poble, en llatí. El terme *vulgarització*, aplicat algunes vegades en altres llengües com el català o castellà, continua actualment com a terme preferent per referir-se a la divulgació a França. En canvi, en català i

castellà va perdre força a mesura que avançava el segle XX i actualment ha quedat clarament superat pel terme *divulgació*.

En la tradició francesa, existeix i predomina la figura del divulgador independent del científic. Aquesta diferenciació entre el científic i el divulgador és un tret singular que no s'observa anteriorment en l'escola italoorenaiexitista ni posteriorment en l'escola prussianoalemanya.

El perfil del divulgador francès es correspon més aviat amb una persona de lletres que té inquietuds per temes científics. Es tracta d'autèntics divulgadors, més que no pas de científics que volen difondre els seus coneixements. Els divulgadors francesos dels segles XVIII i XIX són «traductors» de la ciència, són «transmissors» d'uns coneixements que, habitualment, ells no han descobert. Aquest fet queda reflectit en la preocupació pel text de l'escola francesa. La forma adquireix una importància equivalent o superior al fons. Podem observar aquest fet amb un exemple prototípic. Fontenelle era, per damunt de tot, un home de lletres. Ateses les seves aptituds literàries, va ser contractat per l'Acadèmia de Ciències francesa per tal de «traduir» la ciència de l'Acadèmia a la societat. Fontenelle, un home sense formació científica, però un gran assagista, es va convertir, d'aquesta manera, en un dels millors divulgadors del seu segle. Amb Buffon o Flammarion passa exactament el mateix. L'estil és també al centre de la divulgació, com deia el comte de Buffon, «le style c'est l'homme».

Al segle XVIII, els mateixos il·lustrats eren els divulgadors. La ciència era un dels entreteniments més importants dels il·lustrats. Les qüestions tècniques foren l'entreteniment principal dels filòsofs per passar l'estona, per «enraonar». De fet, «no hi ha filòsof que vulgui poder-se considerar il·lustrat que no hagi practicat alguna disciplina científica» (DOMÍNGUEZ, 2000).

Els il·lustrats van contribuir a fer valorar la ciència com una de les més altes activitats humanes. Sense anar més lluny, els *Éloges* de Fontenelle, brillants textos biogràfics sobre científics, van ajudar a crear una bona imatge dels científics i de la ciència, que encara perdura avui.

Compromís social

Una de les característiques més importants de la tradició francesa és el fort component social que presenta. El divulgador es proposa il·luminar la humanitat amb la llum de la raó. La Il·lustració volia fer una societat millor, més justa i més igualitària; volia canviar el món, canviar les idees i canviar el destí dels homes i les dones; volia dotar tots els humans d'uns drets universals.

La Il·lustració pot considerar-se el període històric que marca l'inici del científic com a educador, en la mesura que volia millorar la societat. Els grans pensadors de la Il·lustració van tenir molt clar que el paper del científic anava més enllà d'investigar i elaborar teories, calia transmetre els nous coneixements a la societat. Es tractava, per part del divulgador, com ha assenyalat Domínguez (2001), d'un «compromís cívica», en el sentit d'educar, o si es vol, d'il·lustrar la societat.

La major part dels il·lustrats francesos van exercir aquesta mena de compromís cívic. Els intel·lectuals més destacats del moment, Voltaire (*Éléments de la philosophie de Newton*), Rousseau (*Lettres sur la botanique*), Diderot (*Pensées philosophiques*), Maupertuis (*Vénus physique*), van escriure tant per al ciutadà com per al científic, o per dir-ho amb la fórmula volteriana, «tant per al cavaller com per al sabater» (DOMÍNGUEZ, 2001).

La divulgació de la ciència va tenir un paper destacat com a instrument de poder. Fou un element sociològic i polític amb el seu pes específic. La burgesia feia ús de la ciència i la formació com a instruments per alliberar-se de l'aristocràcia dominant, tant des d'un punt de vista intel·lectual com socioeconòmic. La divulgació de la ciència ofería una base per a la democratització i la modernització, ja que posava sobre la taula mitjans de discussió ideològica. La divulgació de les ciències va ser instrumentalitzada per les forces socials, tant per les conservadores com per les progressistes (PANZA i PRESAS, 2002).

Dit amb unes altres paraules, la ciència fou un instrument emprat pels filòsofs per subministrar un nou i poderós combustible a l'engranatge del pensament i, amb ell, canviar els ciutadans i el món (DOMÍNGUEZ, 2000).

Consciència de fer divulgació

En la tradició francesa, apareixen els primers escriptors que són plenament conscients d'estar fent divulgació de les ciències, en el sentit modern del terme. S'observa un entusiasme per la divulgació que no s'havia vist mai, i l'esperit divulgador esdevé una mena de dogma de fe.

Val a dir que aquesta consciència d'estar fent de divulgador és paral·lela també, per primera vegada, a l'aparició d'un públic que volia rebre aquest tipus de textos. Al segle XVIII es va formar el teixit social urbà de classe mitjana que proporcionava l'audiència ideal per a un discurs de divulgació científica. A França, com en altres països, aquest nou grup social acollirà amb avidesa no solament llibres sobre la filosofia de Newton, sinó tota mena d'iniciatives, com ara cursos d'introducció a la nova filosofia mecànica i experimental. En totes aquestes activitats, s'associarà el desenvolupament tècnic, per exemple el perfeccionament de les màquines de vapor, amb el desenvolupament econòmic i el progrés (MALET, 2002). Amb una audiència predisposada i un divulgador conscient de ser-ho i de jugar un paper clau en l'educació dels ciutadans, la difusió dels coneixements va adquirir, per primera vegada, una fluïdesa considerable.

Preocupació pel text i l'estil

La tradició francesa es caracteritza per una palpable preocupació pel text, és a dir, per la retòrica. Com s'ha assenyalat anteriorment, els autors francesos van ser sempre més literats que científics i van expressar contínuament la importància i la qualitat de les formes amb independència dels continguts. «Les obres ben escrites

seran les úniques que passaran a la posteritat: la quantitat dels coneixements, la singularitat dels fets, ni tan sols la novetat de les descobertes no són pas una garantia segura de la immortalitat», deia Buffon en ple Segle de les Llums. De vegades, aquesta preocupació pel text pot convertir-se en un defecte i desemboca en un lirisme excessiu.

Els divulgadors francesos van crear una nova forma d'escriure la ciència, desconeguda fins al moment. Algunes característiques d'aquesta escola de divulgació, pel que fa a qüestions estilístiques, són les següents (DOMÍNGUEZ, 2000):

- a) S'eviten els tecnicismes.
- b) Es redueixen les frases llargues i complicades.
- c) La forma es contempla amb una importància equiparable al fons.
- d) Cal instruir divertint.
- e) S'introdueixen divagacions i especulacions al text.
- f) S'apliquen les tècniques pròpies de l'assaig.

Aquesta introducció intencionada de divagacions i especulacions als textos és especialment interessant i original. Fontenelle, Buffon o Flammarion es van permetre aquestes contínues divagacions i especulacions emprant de manera desimbolta els seus coneixements científics. Fins al punt que Fontenelle conduïa fins a límits poc acceptables les seves argumentacions amb afirmacions del tipus: «Els habitants de Mercuri són vius, tots els de Saturn són lents... la nostra terra, trobant-se justament al bell mig dels dos mons, participa dels extrems» (DOMÍNGUEZ, 2000). De manera semblant, Buffon deia, gratuïtament, que el peresós, un mamífer de moviments lents que viu penjat als arbres, és «estúpid» i «miserable» i representa «el nivell més baix de l'existència». Són especulacions amb poc fonament, allunyades segurament del rigor científic, però que ajudaven a dotar el text d'elements atractius i cridaners.

Escola influent i poderosa

Els textos de l'escola francesa es van difondre amb facilitat per la resta d'Europa a través de traduccions a les principals llengües del continent. La francesa va ser la tradició de referència als segles XVIII i XIX. Els textos dels divulgadors francesos van ser traduïts, copiats i imitats a la resta del continent europeu. A aquesta gran permeabilitat de fronteres, sens dubte hi va ajudar el paper de París com a gran metròpoli europea, com a capital cultural del continent. París va ser capaç d'aglutinar el saber i distribuir-lo per la resta de França i del continent.

2.2 ELS ORÍGENS: LA LLUM DE LA IL·LUSTRACIÓ

2.2.1 Autors fonamentals

2.2.1.1 Fontenelle, un escriptor al servei de la ciència

El francès Bernard le Bovier (o Bouyer) de Fontenelle (1657 – 1757), més conegut simplement com a Fontenelle, és un dels primers noms propis de la divulgació de l'astronomia. Aquest home de lletres va escriure, encara a les acaballes del segle XVII, un text de referència en la comunicació científica: *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686). L'espectacular acollida que va tenir aquest llibre es manifesta en una dada: 200 anys després de ser escrit es continuava reeditant.

Els *Entretiens* són, juntament amb el *Diàleg* de Galileu, «el primer clàssic indiscutible» en la història de la divulgació científica, «una obra d'un èxit sense precedents que es va prolongar durant quasi tot el segle XVIII, amb 33 edicions (sense les traduccions) només entre 1686 i 1757» (MALET, 2002; SÁNCHEZ RON, 2002).

L'obra va ser anunciada al *Mercure galant* amb una declaració d'intencions que valdria avui. Fontenelle volia explicar com està fet el món de manera que qualsevol persona, encara que no tingués coneixements previs, pogués seguir sense dificultat els raonaments. Dos dels temes que més rellevància tenen en el text són el sistema heliocèntric de Copèrnic i la pluralitat dels mons habitats.

Als *Entretiens* es presenten els descobriments astronòmics dels segles XVI i XVII, organitzats d'acord amb els principis del mecanicisme cartesià. Fontenelle defensa el sistema solar heliocèntric, que es mou gràcies a un terbolí d'èter centrat en el Sol, i coexisteix amb altres innombrables vòrtexs, cadascun amb els seus sistemes solars i els seus mons, també probablement habitats. Aquest sistema fisicoastronòmic, presentat com a hipotètic, representa la culminació de sistemes previs com els de Ptolomeu, Copèrnic, Tycho Brahe (MALET, 2002).

Fontenelle era un escriptor consumat, amb una extraordinària habilitat per trobar la paraula exacta, així com les imatges i les comparacions més afortunades (MALET, 2002). En una ocasió compara la natura amb un teatre d'òpera. En un teatre, deia Fontenelle, els espectadors observen l'escenari des de les cadires, sense veure les politges, els fils i els contrapesos que mouen la maquinària escènica. A la natura, passa el mateix amb la diferència que «els fils estan més ben amagats —tan ben amagats, certament, que ells [els filòsofs] han intentat endevinar durant molt temps les causes dels moviments en l'univers». «Els filòsofs —continua Fontenelle— han intentat explicar-los amb nocions absurdes o propietats misterioses, com lleugeresa, gravetat, por al buit, etc. Finalment, gràcies a Descartes i altres moderns, avui dia no creiem que alguna cosa es pugui moure si no és afectada per un altre cos i d'alguna manera moguda o arrossegada per fils... Qualsevol que contempli la natura tal com és en realitat, simplement contempla allò que succeeix darrere els bastidors del teatre» (MALET, 2002).

Els *Entretiens* de Fontenelle van tenir un impacte social extraordinari. Això va ser així, probablement, a causa de l'encertada estructura formal: el text reproduceix una trobada entre l'autor i una marquesa intel·ligent. L'autor i la marquesa, que l'acull a la seva residència, mantenen durant cinc vetllades un diàleg ple de galanteria, elegància i intel·ligència al jardí, contemplant la volta estrellada. La figura de la intel·ligent interlocutora femenina fa de contrapunt a l'autor i li permet organitzar el discurs amb comentaris i preguntes incisives. La marquesa dels *Entretiens* respon al rol de les senyores educades de l'alta societat parisenca en els salons que presidien, convertits en espais semipúblics de debat intel·lectual (MALET, 2002).

El contingut científic de l'obra és clar i intel·ligible sense caure en la trivialització. A més, Fontenelle sap combinar consideracions morals i socials progressistes amb informació física i astronòmica seriosa. Amb aquesta fórmula, Fontenelle s'avançava així als seus temps i incidia en un aspecte que va resultar característic de la literatura il·lustrada del segle XVIII.

La segona gran empresa divulgadora de Fontenelle va ser traduir la ciència a un llenguatge senzill des de l'Acadèmia Francesa de Ciències. Després de l'èxit dels *Entretiens*, Fontenelle va ser contractat l'any 1699 per l'Acadèmia com a secretari permanent (*secrétaire perpétuel*). Aquest càrrec vitalici de nova creació representava millor que cap altre la funció d'un divulgador científic.

La seva tasca era redactar resums anuals de l'activitat de l'Acadèmia i les necrològiques oficials dels científics que morien, els anomenats i celebrats *Éloges*. Tots dos gèneres, novetats en el panorama intel·lectual europeu, van ser cultivats amb molt d'èxit per Fontenelle, que era llegit per un públic molt ampli. L'Acadèmia de Ciències va fer una aposta inhabitual i arriscada en incorporar un autor sense ser pròpiament un científic, però amb el mèrit de la seva habilitat assagística per parlar d'astronomia i filosofia natural (MALET, 2002).

Fontenelle transformava la ciència produïda pels acadèmics en textos comprensibles tant per a la societat culta i il·lustrada, com per als servidors polítics de la monarquia absoluta de la qual depenien absolutament la continuïtat i els sous dels acadèmics.

Com a resultat d'aquests anys, Fontenelle va deixar dues obres: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* i els citats *Éloges*, on explica al gran públic la vida d'un centenar de savis i científics. Aquells *Éloges*, el més famosos dels quals és, tal vegada, el que va dedicar a Newton, van ajudar a construir «la imatge heroica i apologètica del científic, que encara perdura», al mateix temps que institucionalitzaven «el culte a la posteritat» (MALET, 2002).

Aquest francès centenari va combinar com ningú no ho havia fet abans la informació científica de primera mà i la major gràcia d'estil, alhora que va procurar que els seus textos «no fossin massa àrids per a la gent comuna, ni massa superficials per als savis» (CALVO HERNANDO, 2001). La manera d'escriure de Fontenelle va sorprendre, perquè divulgava amb amenitat, fins al punt de divertir.

Pocs dubtes hi ha sobre l'excel·lència de la forma d'escriure de Fontenelle: Valery l'ha considerat «el millor prosista del segle XVIII». Altres grans noms s'han desfet en elogis cap a aquest divulgador. Per Voltaire, era el geni més universal que havia

conegut, mentre que Rostand l'assenyalava com «el veritable creador de l'humanisme científic». En qualsevol cas, les notables obres de Fontenelle «reflecteixen admirablement el món científic que li va tocar viure» (SEMIR, 2002).

Altres obres de Fontenelle són *Doutes sur le système physique des causes occasionelles* (1686), *Histoire des oracles* (1686) i *Digression sur les anciens et les modernes* (1687).

A *Doutes sur le système physique des causes occasionelles*, l'autor critica la versió de Malebranche del cartesianisme, el sistema filosòfic més estès i prestigiós en la França d'aleshores (MALET, 2002).

La *Histoire des oracles* (1686) és un estudi històric comparat de les principals religions que conté una revisió crítica dels coneguts mites i llegendes religiosos i explicacions naturalistes de fenòmens «reputadament meravellosos o sobrenaturals» (MALET, 2002).

Digression sur les anciens et les modernes va esdevenir una de les primeres contribucions al famós debat que a França i a Anglaterra va enfrontar «aquells que, en comparar l'antiguitat amb el present, van percebre un clar progrés intel·lectual, moral i artístic (William Wotton, Fontenelle, Charles Perrault, entre altres), i els que no (Racine, Boileau, La Bruyère, La Fontaine, o William Temple)» (MALET, 2002).

Fontenelle és autor de nombroses obres de crítica literària i filosòfica. Les seves primeres obres foren peces teatrals, entre les quals destaca *Nouveaux dialogues des morts* (1683). La producció científica de Fontenelle és limitada, però cal destacar una llarga, densa i original anàlisi de l'infinit matemàtic a *Éléments de la géométrie de l'infini* (1727) (MALET, 2002).

El centenari Fontenelle es va formar amb els jesuïtes a Rouen (França). Era nebot de l'autor teatral Pierre Corneille i del seu germà Thomas, un influent home de lletres i editor d'una de les primeres revistes periòdiques europees, el *Mercure galant*. Gràcies a ells, Fontenelle es va introduir des de jove als salons i cercles literaris i filosòfics de la refinada cort de Lluís XIV. Després va fer el salt de les lletres a les ciències i va convertir-se en un mite indiscutible de la ciència i de la divulgació.

2.2.1.2 Buffon, el comte de les ciències i les lletres

Savi, escriptor, filòsof i intendent del rei, Buffon (1707 – 1788) és l'autor d'una obra magistral: *Història natural* (*Histoire naturelle générale et particulière*), un treball monumental i pluridisciplinari que consta de 36 volums publicats entre 1749 i 1788. Per molts, Buffon marca el naixement de les ciències de la naturalesa.

Buffon ofereix la primera versió naturalista de la història de la Terra i dels planetes, una història general dels animals i, en particular, de l'home. Van ser especialment celebrades les descripcions completes de les característiques mineralògiques i botàniques del món i els detalls sobre la vida dels quadrúpedes. Admirable en el seu intent per assolir l'exhaustivitat, Buffon volia ocupar-se de tota la varietat d'objectes de la natura en els tres regnes convencionals: mineral, vegetal i animal.

El treball ha estat definit per Stephen Jay Gould (1999) com «una de les empreses més omnicomprendives i monumentals mai no portada a terme per un sol home

en els dominis de la ciència o la literatura». Ell i tots els membres de l'equip que meticulosament dirigia havien d'atendre's a una regla obsessiva: «Mai no s'ha de perdre el temps» (GOULD, 1999: 90).

Malgrat la voluntat de ser exhaustiu, la veritat és que, com que van començar les descripcions dels animals de major a menor, Buffon mai no va arribar als invertebrats ni a les plantes —sí que va descriure, però, manifestacions inferiors de la matèria orgànica. El seu treball dels vertebrats no va baixar tampoc dels mamífers i les aus. A pesar d'aquestes mancances, Buffon va tractar àmpliament tots els grans temes de la història natural, de la geologia a l'origen de la vida, l'embriologia, la fisiologia, la biogeografia, l'anatomia funcional i sistemàtica o la ciència de la classificació. Per ell, els humans constituïen una espècie animal de propietats úniques i en ocupar-s'hi va desenvolupar un territori que comprenia allò que avui serien l'antropologia, la sociologia i la història de la cultura (GOULD, 1999: 92).

Buffon explica els fenòmens naturals a través de causes empíriques i atribueix els canvis en els éssers vius a l'acció de factors externs. Aquesta teoria es va popularitzar amb el nom de teoria de les transformacions infinites i defensava quatre causes fonamentals dels canvis observats en els éssers vius: el temps, el medi físic, la nutrició i la domesticació.

Un dels fets més extraordinaris del treball de Buffon és que pot ser entès per qualsevol ciutadà, ja que està escrit amb un estil senzill i intel·ligible. L'impacte de l'obra va ser tan sensacional que tot el segle XIX és ple d'adaptacions, reculls, retalls i citacions dels seus textos. Se sol dir que Buffon va ser científic al segle XVIII i divulgador al XIX. Els articles generals i teòrics de la *Història Natural* van inspirar un inacabable i apassionat debat, fins al punt de convertir-lo en un cas singular en la història de les lletres: un home que es va fer ric amb la seva intel·ligència.

La *Història natural*, que era la més completa i erudita del seu temps, ha estat reeditada múltiples vegades i traduïda a nombrosos idiomes. L'obra de Buffon, rebuda «amb un aplaudiment universal» segons Grimm, va ser una de les més conegudes del Segle de les Llums. El treball de Buffon va rivalitzar amb l'*Enciclopèdia* de Diderot, el gran èxit editorial europeu del segle XVIII.

Buffon va trobar l'equilibri entre l'exegesi de les descobertes científiques i l'ele-gància de l'exposició. Per això no ha de sorprendre que fos ell, un científic, qui al bell mig del segle XVIII redactés també un discurs sobre l'art d'escriure. Ningú com Buffon no va reflexionar tant sobre com exposar de forma senzilla les complexes idees científiques i sobre com fer accessible i agradable el pensament filosòfic de la natura (DOMÍNGUEZ, 2001).

El to amb el qual estaven redactats aquells volums de Buffon no era l'habitual en una obra científica. L'autor, fent ús d'un estil acurat, barroc, brillant, apassionat i de vegades fins i tot agosarat, va buscar un públic més ampli que l'estrictament professional (DOMÍNGUEZ, 2000). El comte francès era reconegut pels seus contemporanis especialment com un gran escriptor. Buffon fou un dels primers divulgadors que tenia consciència de ser-ho i un dels primers que va emprar estratègies retòriques deliberadament per interessar el públic i agradar-li. Més de 20 volums de la seva

obra magna ofereixen «extensos estudis sobre mamífers, aus i minerals, bellament construïts, plens de detallades descripcions i apassionades opinions» (GOULD, 1999: 93). Els textos, que estan acompanyats de minuciosos gravats, són una barreja excel·lent d'informació precisa i comentaris personals, més o menys encertats. Algunes de les descripcions van agafar la categoria de clàssics de les ciències biològiques i van ser copiats sense descans més d'un segle després de ser redactats.

L'escriptura de Buffon és molt rica en comparacions i analogies. De fet, es tractava de descriure animals que pocs europeus havien vist i calia emprar tots els recursos per fer-se entendre. Compara, en una ocasió, els pèls aixafats del peresós amb l'herba seca. També destaca en la seva retòrica una generosa utilització dels adjectius qualificatius.

Molt sovint els textos abandonen la neutralitat i l'objectivitat del científic. Buffon entra aleshores en una rauxa expressiva plena de passió. Quan la passió de l'autor augmenta, disminueix en la mateixa proporció l'equilibri discursiu. Apareix el Buffon que opina sense miraments, que ratlla l'arbitrarietat. No té pèrdua, tampoc, en la descripció del peresós, l'àcida crítica que fa de l'animal. N'assenyala com una de les qualitats «l'estupidesa» i diu textualment: «Tot en ells proclama la seva misèria; són productes imperfectes de la naturalesa que, dotats a penes de capacitat per existir, només podran viure un breu espai de temps, després del qual desapareixeran de la nòmina dels éssers vivents [...] Aquests peresosos representen el més baix de l'existència en l'ordre dels animals de carn i sang: un sol defecte més i la seva existència hauria estat impossible.» L'autor parla amb un menyspreu absolut d'aquest mamífer i, en efecte, no estalvia adjectius qualificatius de caire pejoratiu.

Buffon, que opinava sobre qualsevol cosa en qualsevol moment, creia que «tot coneixement entrava en l'àmbit de la seva competència» i alguna vegada es contradia (GOULD, 1999: 94). En altres ocasions, les especulacions buffonianes foren encertades, com quan va defensar que els mamífers americans havien de ser més petits que els seus homòlegs del Vell Món perquè «en general, en aquesta part del món fa menys calor i la humitat és molt més elevada». Efectivament, i malgrat el dur enfrontament que va tenir amb els naturalistes americans ofesos per les seves teories, el rinoceront, la girafa i el tigre són més grans que el tapir, la llama i el jaguar (GOULD, 1999: 95).

Cap altre biòleg del segle XVIII no va tenir tants lectors ni va exercir una influència major. Només el seu gran rival intel·lectual i científic, el suec Carl Linné (1707 – 1778), s'hi va apropar. Linné va establir el sistema de nomenclatura d'espècies que encara utilitzem avui dia, basat en jerarquies. Però, sens dubte, el reconeixement com a divulgador de Buffon, que defensava erròniament un sistema no jeràrquic, va ser superior tant de cap a cap del Segle de les Llums com al segle XIX. «Probablement cap altre naturalista des d'Aristòtil no va transformar la ciència del seu temps tan profundament», ha dit Jacques Roger, autor de *Buffon* (1989), el millor estudi que s'ha fet sobre el divulgador francès. La influència de Buffon està directament relacionada amb el gran domini que tenia de la llengua. En aquest sentit, els textos de Buffon il·lustren «l'infravalorat» principi que diu que «l'estil literari pot no ser

irrellevant per a l'èxit de les idees científiques» (GOULD, 1999: 107-108). I és que Buffon, com va pronunciar en ser escollit membre de l'Acadèmia Francesa, tenia clar que «le style c'est l'homme».

Hi ha encara una altra contribució notable de Buffon a la divulgació de les ciències. El comte és el representant incontestable del període en què el missatge religiós addicional es bandejarà dels textos divulgadors. Fins aleshores, totes les meravelles de la natura es consideraven obra de Déu. Amb aquest francès, la divulgació del captivant espectacle de la ciència va prendre un altre caire, una nova manera de fer. Déu va deixar de ser la raó de tots els fenòmens i l'estudi de la natura va tornar-se més laic. El científic i el divulgador van començar a raonar i van buscar explicacions als fets més enllà dels factors purament religiosos. Era el final del dogma de fe.

El comte de Buffon va ser un materialista i un agnòstic, tot i que, per raons pràctiques i per evitar problemes amb la jerarquia catòlica francesa, les seves publicacions jugaven constantment al gat i la rata amb la religió (GOULD, 1999: 100-101). Aquest francès genial podia lloar la deïtat totpoderosa en un moment determinat i negar el diluvi de Noè en un altre. El 1751 la Facultat de Teologia de la Sorbona de París va atacar Buffon en una carta en què demanava que es retractés o seria censurat. En aquests instants difícils, va tornar a quedar provat que el pragmatisme era un dels trets més característics de la seva personalitat. Buffon va redactar una nota que deia que «creia amb tota fermesa allò que [el llibre del Gènesi] explica sobre la Creació, tant pel que fa a la cronologia com pel que fa a les circumstàncies dels fets» (GOULD, 1999: 101). Buffon va publicar la carta de la Sorbona i la resposta al principi del quart volum de la *Història Natural* el 1753 i en totes les edicions posteriors. Com afirma Gould (1999: 101), Buffon va ser el guanyador del litigi, ja que va arribar a un acord amb els seus enemics i va prevenir futurs atacs. A més, a canvi de publicar una apologia absurda que cap lector intel·ligent no podia creure sincera, ja no va haver de tocar una sola paraula dels textos mai més. Buffon també es va barallar i reconciliar amb Voltaire, Rousseau i amb quasi tots els intel·lectuals importants dels darrers anys de l'*Ancien Régime*.

El text *Des époques de la nature* (1778), aparegut com a cinquè suplement de la *Història Natural* i escrit ja en plena maduresa intel·lectual, deu anys abans de la mort de l'autor, és una mostra extraordinària del seu estil redaccional, estilísticament perfecte, i del seu mètode de treball, minuciós i pacient. Buffon proposa una cronologia de la història de la Terra nova per a l'època, en la qual afirma que l'edat del planeta és de 75.000 anys. El divulgador elabora hipòtesis sobre l'aparició dels primers éssers vius, les seves migracions, la separació dels continents i les diferències entre espècies en funció del medi ambient.

Buffon va pensar que, si la Terra havia nascut com una bola de foc, seria segurament possible calcular el temps necessari perquè es produís el refredament suficient per formar una superfície sòlida que servís de base dels estrats geològics i la vida mateixa. L'incansable comte va començar a experimentar refredant esferes de ferro foses a la seva ferreria. Mitjançant càlculs teòrics i aprofitant els seus coneixements de matemàtiques, va elevar els resultats a l'escala corresponent a la mida i

estructura de la Terra. Després d'anys d'experiments i càlculs i d'omplir moltes pàgines, Buffon va concloure que la Terra tenia uns 75.000 anys i va predir, fent bona la seva afició a elaborar hipòtesis de tota mena, un final fatal per al planeta: la Terra, deia l'autor, acabarà finalment gelant-se i això provocarà la desaparició de qualsevol forma de vida (GOULD, 1999: 108-110).

Georges Louis Leclerc, comte de Buffon des de 1773 per decisió del rei Lluís XV, va néixer a Montbard (Borgonya, França) en una família aristocràtica. Format en un col·legi de jesuïtes, va cursar estudis de dret a la Universitat de Dijon i de medicina, botànica i matemàtiques a la d'Angers. Després d'un duel, va viatjar durant dos anys pel sud de França i Itàlia. Admès a la Reial Acadèmia de les Ciències el 1734, més endavant va ocupar el càrrec d'intendent del Jardin du Roi, jardí que va engrandir al mateix temps que escrivia la seva *Història natural*. La gran acollida d'aquesta obra va obrir-li les portes de les principals acadèmies europees.

Treballador infatigable, res no el va distreure de la seva obra. Està documentat que la jornada laboral habitual de Buffon durant 40 anys va ser, com a mínim, de 14 hores (GOULD, 1999: 90). Ni la mort de la seva esposa ni els còlics nefrítics que patia van aturar la passió de divulgar fins que la mort el va sorprendre a París a la primavera de 1788 —en l'autòpsia li van trobar 56 pedres a la bufeta. El seu enterrament, segons les cròniques del *Mercur*, va ser una mostra de dol com poques vegades s'havia vist amb anterioritat. Segons aquesta publicació francesa, 20.000 persones van acompanyar la comitiva fúnebre «amb aquella curiositat que el poble reserva als prínceps» (GOULD, 1999: 88).

2.2.1.3 Diderot, el pare de l'Enciclopèdia

L'escriptor francès Denis Diderot (1713 – 1784) mereix un lloc d'honor en la història de la divulgació científica perquè és el pare de l'*Enciclopèdia*, una obra gegantina i metòdica que va recollir amb precisió el saber universal del segle XVIII. Home d'esperit obert i idees liberals, Diderot tenia una curiositat inacabable per tot allò que l'envoltava. El resultat final del treball col·lectiu dirigit per Diderot va ser un text que, més enllà del seu caràcter divulgador, va esdevenir el símbol d'una època clau de la història de la humanitat: el Segle de les Llums.

El treball va ser també el somni d'un conjunt d'homes i dones convençuts de poder canviar el món i fer-lo millor. Una de les exigències dels moviments populars que van conduir a la Revolució Francesa, l'any 1789, era que tothom havia d'accedir al coneixement (CASASÚS, 1993). Amb l'*Enciclopèdia*, Diderot volia il·luminar el poble, volia apropar la ciència al ciutadà i volia construir una societat nova basada en la igualtat, començant per la igualtat de coneixements.

El projecte era tan ambiciós que la repercussió divulgadora va quedar eclipsada per la repercussió social i política del moviment. Aquella obra extraordinària es va convertir en un objecte quotidià per a les generacions posteriors. Des d'aquell moment, va fer fortuna el terme *enciclopèdia*, etimològicament «encadenament de coneixements», ja que està compost per la preposició grega *en* i els substantius *kí-*

klos (cercle) i *paideia* (coneixement). El mot *enciclopèdia* ha arribat als nostres dies per definir el conjunt de totes les ciències o per definir l'obra en què és exposat el conjunt de les coneixences humanes en articles separats, generalment disposats en ordre alfabètic.

A l'*Enciclopèdia*, Diderot va posar una especial atenció als temes científics (DOMÍNGUEZ, 2000). Sense anar més lluny, el mateix títol de l'obra —*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de lettres*— ja recollia la paraula *ciència*; una clara mostra de la voluntat de Diderot d'agrupar els conceptes fonamentals d'aquesta branca del saber. Diderot va dividir el treball en diferents parts, que va assignar a col·laboradors seus que complien tres requisits: eren persones de confiança, d'idees progressistes i de gran prestigi a la França del moment. Entre aquests col·laboradors trobem intel·lectuals i revolucionaris de renom, com ara Voltaire i Condorcet (que es van encarregar dels articles sobre filosofia), Rousseau (música), Buffon (ciències naturals), D'Alembert (matemàtiques), D'Hobach (altres ciències) o Quesnay i Turgot (economia) (MORAES DOS SANTOS, 2000).

L'origen de la tasca que va marcar la vida d'aquest francès va ser un encàrrec que va rebre des de la Gran Bretanya. Diderot va ser convidat l'any 1747 a editar una traducció francesa de la *Cyclopaedia or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (1728), de l'anglès Ephraim Chambers (1680 – 1740). Amb la col·laboració del matemàtic francès Jean le Rond D'Alembert (1717 – 1783), Diderot va ser capaç de transformar totalment el projecte inicial.

El resultat definitiu va ser una immensa obra nova de 35 volums titulada *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de lettres* (1751-1780), més coneguda com l'*Enciclopèdia*. La voluntat dels autors, en línia amb els principis bàsics de la Il·lustració, era fer accessible a tothom els coneixements científics i tècnics del temps. Per aquesta raó i per l'impacte social que va provocar, l'*Enciclopèdia* ha de ser tinguda com una de les obres mestres de la divulgació científica de tots els temps.

Des d'un punt de vista de l'estudi de la divulgació, ens trobem davant d'una obra especial, ja que no es tracta d'un text convencional, sinó d'un conjunt d'articles encarregats a diferents especialistes. No és tampoc un text lineal i, en conseqüència, té poc sentit llegir-lo seguit; esdevé més aviat una eina de consulta. Per aquesta raó, no s'hi poden buscar unes característiques d'estil, ja que no hi ha l'homogeneïtat pròpia dels textos d'un sol autor. De tota manera, cal remarcar que tot i que els autors aspiren a l'objectivitat màxima, el moment polític que es vivia fa que alguns articles es desviïn de la citada objectivitat i mostrin els conceptes esbiaixats des de posicions partidistes.

Per a la divulgació científica, però, més que no pas la qualitat o l'objectivitat dels textos de cadascun dels articles, tal vegada són més importants dos elements fonamentals de l'*Enciclopèdia*: l'esperit del treball i l'aspiració a l'exhaustivitat. L'esperit de l'*Enciclopèdia* resumeix l'essència de la divulgació de les ciències: apropar les ciències al poble o, per seguir amb els termes del moment, portar als

ciutadans les llums del saber. D'altra banda, l'aspiració a l'exhaustivitat total del coneixement, un vell somni de la humanitat, s'assoleix plenament. Els centenars de milers d'articles apleguen aspectes que van des de les plantes fins a la tecnologia, passant per les biografies dels clàssics literaris o els conceptes filosòfics.

Es tractava d'una tasca fora de mida per a una sola persona, calia treballar en equip per agrupar tots els camps, totes les especialitats. El resultat final és excel·lent: una obra que divulga les ciències i les lletres de la mateixa manera, una obra que, com en els temps del Renaixement, trenca les fronteres de les ciències i les lletres per fondre-les en un tot.

Diderot va descriure els objectius de l'obra en el volum V de l'*Enciclopèdia*, un treball monumental pensat, entre altres coses, per ser útil i millorar les vides dels ciutadans.

L'objectiu d'una Enciclopèdia és reunir els coneixements espargits per la faç de la Terra; exposar el sistema general d'aquests als homes amb els quals vivim, i transmetre'ls als homes que vindran després de nosaltres; a fi que els treballs de segles passats no hagin estat treballs inútils per als segles que han de succeir-los; que els nostres fills, al fer-se més instruïts, es facin al mateix temps més virtuosos i més feliços, i que no morim sense haver merescut agraïment del gènere humà [...]. *Enciclopèdia*, volum V (DIDEROT, 1755).

El projecte també va ser un instrument polític de primera línia. Voltaire i Montesquieu van ajudar Diderot a utilitzar l'*Enciclopèdia* com a arma de propaganda contra l'autoritat eclesiàstica, la superstició, el conservadorisme i l'ordre semifeudal. Ben aviat els textos de Diderot van topar amb el poder de l'Església catòlica francesa, el govern francès i la monarquia. El 1759 els deu primers volums van ser censurats pel Conseil du Roi. L'incansable Diderot va continuar treballant fins a deixar quasi acabada l'obra l'any 1772. A causa de les contínues persecucions, molts volums van ser impresos en secret, i Diderot va haver de passar un any a la presó de Vincennes.

Una bona prova de la tenacitat de l'editor de l'obra fonamental del Segle de les Llums és el passatge següent:

He dit que només a un segle filosòfic li corresponia intentar una Enciclopèdia; i ho he dit perquè aquesta obra exigeix en totes les seves parts més audàcia d'esperit de la que solen tenir els segles de gust pusil·lànim. Cal examinar-ho tot, remoure-ho tot, sense excepció i sense miraments [...]. Cal trepitjar totes les velles puerilitats; enderrocar les barreres que la veritat no hagi alçat; retornar a les ciències i a les arts la llibertat que li és tan preciosa [...]. Calia un temps raonador en el qual no es busquessin les regles en els autors sinó en la naturalesa [...]. *Enciclopèdia*, volum V (DIDEROT, 1755).

A banda de ser l'editor de l'*Enciclopèdia*, el treball assenyalat sovint com la culminació del Segle de les Llums, Diderot va escriure novel·les, teatre, assaigs i poemes.

La seva tasca divulgadora s'havia iniciat abans de l'obra mestra com a editor del *Dictionnaire de medecine* (6 volums, 1746). Entre el conjunt de la seva bibliografia convé assenyalar els *Pensées philosophiques* (1746), primera obra important de l'autor i en la qual s'adscriu a la filosofia deïsta; *La religiosa* (1796), una novel·la d'èxit; *El nebot de Rameau* (1761), narració que li va donar gran fama i que va ser traduïda a l'alemany per Goethe; *Jacques, el fatalista* (1796); *Cartes sobre cecs per a ús dels que hi veuen* (1749); *Sobre la interpretació de la natura* (1753) i, entre altres, *El somni de D'Alembert* (1769).

Diderot va emprar aquests darrers tres textos, considerats «els seus escrits de batalla», per divulgar la seva visió del món, visió on «la vida —fins i tot el pensament— és resultat últim del moviment incessant de la matèria» (DOMÍNGUEZ, 2000).

L'autor de l'*Enciclopèdia*, que considerava que «la ignorància estava menys lluny de la veritat que el prejudici», és tingut també com el filòsof més representatiu de la Il·lustració. Nascut a Langres (França), s'explica que als tres anys el van portar a presenciar una execució pública. La impressió que li va causar va ser tan forta que va caure malalt. Format en escoles dels jesuïtes, va traslladar-se a París el 1734, on va exercir de professor de matemàtiques, llatí, grec i llengües modernes. Fou el fundador del diari *Salons*, en el qual escrivia les crítiques de les exposicions d'art que se celebraven cada any a la ciutat de París.

Amic i conseller de l'emperadriu Caterina II de Rússia, va escriure, per encàrrec seu, alguns assaigs sobre l'ensenyament en el país eslav. A ella li va vendre més endavant la seva biblioteca per necessitats econòmiques. Diderot va morir a París el 31 de juliol de 1784.

2.2.2 Divulgadors de la física de Newton

Newton juga un paper peculiar i contradictori en la història de la divulgació de les ciències. Malgrat ser un pèssim divulgador, el físic anglès va provocar una sacsejada notable en la divulgació científica europea. Les seves idees van despertar un interès inusitat en cercles intel·lectuals i culturals que aviat es va estendre per la classe mitjana. França va ser un dels països on, coincidint amb el Segle de Llums, més força va tenir la física de Newton, com a fenomen divulgador.

El 1687 va aparèixer l'obra fonamental d'aquest científic extraordinari sota el títol de *Philosophiae naturalis principia mathematica*, en la qual formula les tres famoses lleis de la mecànica. Però aviat va quedar clar que Newton era tot el contrari d'un bon divulgador científic. Newton no volia publicar els seus descobriments enlloc. Les poques vegades que ho feia redactava els textos en llatí i, quan no tenia més remei que escriure en alguna revista, ho feia de forma anònima. El físic britànic va impedir, mentre li va ser possible, que el text *Philosophiae naturalis principia mathematica* fos traduït a l'anglès, perquè volia que només el llegís «la gent instruïda i evitar-se, així, les crítiques dels afeccionats» (MUÑOZ SANTONJA, 1999).

En canvi, la difusió de les idees Newton és un dels episodis divulgadors més importants de tots els temps. El newtonianisme va ser la gran moda intel·lectual de les dècades centrals del segle XVIII a l'Europa continental (MALET, 2002).

De la mà de Newton, els il·lustrats van trobar la relació entre la física i la societat. La física del científic anglès farà veure l'ordre de la natura, una idea objectiva, als intel·lectuals francesos. El newtonianisme descobreix la llei natural com un fet objectiu i dona pas a la filosofia experimental. Quan el pensador il·lustrat francès «mira la naturalesa a través del prisma de Newton s'adona de l'harmonia d'un món ben fet; però quan mira la societat descobreix conflictes i desordre, institucions anacròniques que es fonamenten en la tradició, autoritats civils i religioses que propaguen supersticions» (MALET, 2002).

El newtonianisme va ser un argument per buscar en la naturalesa aquest ordre i aquesta harmonia social, i va ser també un model per descobrir les lleis que fundarien les ciències morals, que avui anomenem socials (MALET, 2002).

Els il·lustrats i els enciclopedistes, encapçalats per Diderot, van veure en la doctrina de Newton la justificació plena al seu corrent: un moviment que atacava, mitjançant la ciència i la raó, una concepció conservadora i absolutista del poder polític que descansava en concepcions religioses dogmàtiques.

Molts van ser els divulgadors francesos que van ajudar a comprendre les idees de Newton, però dos van fer-ho amb un èxit aclaparador: la marquesa Émilie du Châtelet (1706 – 1749) i el gran filòsof Voltaire (1694 – 1778), influït per la mateixa Châtelet, de la qual va ser amant durant 15 anys. Segons Malet (2002), «la marquesa i Voltaire són els divulgadors científics més famosos del segle XVIII, després de Fontenelle».

Gabrielle-Émilie de Breteuil, marquesa de Châtelet, va excel·lir en la difusió a França de l'obra newtoniana, gràcies a uns coneixements matemàtics excepcionals. La marquesa de Châtelet és una de les dones pioneres en la divulgació científica mundial. En el treball *Institutions de physique* (1738) presentava les teories newtonianes al públic cultivat de la França de l'època amb un to profundament didàctic. Les seves explicacions van ser molt valorades i van suposar, simultàniament, la presentació en societat de la metafísica de Leibniz a França (RAICHVARG i JACQUES, 1991). Aquest llibre de divulgació tenia la forma de lliçons redactades per educar el seu fill.

Autèntica experta en Newton, la marquesa va encarregar-se personalment de traduir al francès diversos textos del físic anglès des de la llengua original, el llatí. Voltaire, amb el masclisme propi dels temps, va definir en una ocasió el treball de la marquesa de Châtelet amb les següents paraules: «Hi ha hagut dos prodigis: un és que Newton hagi escrit aquesta obra i l'altre és que una dona l'hagi traduïda i l'hagi explicada.»

La marquesa de Châtelet va ser molt coneguda en tots els cercles intel·lectuals europeus i va mantenir una activa correspondència científica amb els millors pensadors del seu temps. La seva competència matemàtica, obtinguda estudiant amb Maupertuis i amb el matemàtic Alexis Clairaut (1713 – 1765), li va permetre enfrontar-se directament als *Principis matemàtics* de Newton, cosa que molt poca gent podia fer a les primeres

dècades del segle XVIII. La traducció de Madame Du Châtelet dels *Principis matemàtics* (publicada el 1759), l'única disponible fins a final del segle XX, ha estat considerada «una de les millors traduccions a qualsevol llengua del difícilíssim text de Newton» (MALET, 2002).

Voltaire va apassionar-se per Newton a través de la marquesa. Émilie va estimular-lo a estudiar a fons els conceptes clau de les teories del físic britànic. Sembla clar que la tasca que havia fet la marquesa de comprensió i traducció del text original «certament no estava a l'abast de Voltaire» (MALET, 2002).

La marquesa i Voltaire van dedicar-se en cos i ànima a l'estudi de Newton en el seu retir rural de Cirey. Allà van organitzar un laboratori de física, van reproduir experiments de l'òptica de Newton, van llegir la metafísica de Leibniz i Wolf i van preparar unes memòries sobre la naturalesa del foc que van sotmetre a l'Acadèmia de Ciències de París (MALET, 2002). Voltaire i la marquesa van estar junts des de 1734 fins a la mort d'ella.

D'aquells anys de passió per la física va sorgir la contribució de Voltaire més important a la difusió del newtonianisme: *Éléments de la philosophie de Newton*. L'obra, apareguda el 1738 i molt celebrada al seu temps, portava el significatiu subtítol «posada a l'abast de tothom». Molts erudits i especialistes van ironitzar sobre el text volterià pel fet que un desconegut aliè a la matèria gosés introduir-se amb èxit en la seva disciplina (DOMÍNGUEZ, 2000). Hi ha pocs dubtes que Émilie va ajudar Voltaire a preparar el llibre (MALET, 2002).

Diversos autors han destacat l'oportunitat de l'aparició dels *Éléments*. L'obra va sortir a la llum en el moment just, l'any 1738, en plena reacció cartesiana després de l'expedició de Maupertuis (MALET, 2002). Voltaire, com tots els il·lustrats, era un destacat antimetafísic. De fet, en alguna ocasió havia dit: «Tota la metafísica, al meu entendre, conté dues coses, la primera, allò que tots els homes intel·ligents saben, la segona, allò que no sabran mai més» (MALET, 2002). Els *Éléments* de Voltaire van convertir-se aviat en «una obra major» i van ajudar decisivament a crear el clima antimetafísic tan propi de la Il·lustració (MALET, 2002).

L'interès de Voltaire per Newton es remuntava, però, a alguns anys abans, concretament al període d'exili a Londres de l'escriptor francès (1726-1729). Fruit de l'estada a la Gran Bretanya van aparèixer les *Lettres philosophiques* (1734), l'altre gran text divulgador de Voltaire. Aquestes *Cartes philosophiques* caminen a cavall entre la divulgació, la filosofia i la ciència (SÁNCHEZ RON, 2002).

De les vint-i-cinc cartes, sis estan dedicades a les actituds imperants a Anglaterra respecte al coneixement i la ciència, i tres específicament a comparar la física de Newton amb la de Descartes. Voltaire compara la monarquia parlamentària, el sistema judicial i la tolerància religiosa que imperen a Anglaterra amb la monarquia absoluta i el dogmatisme, els privilegis i el poder social de l'Església catòlica a França (MALET, 2002).

Les dures crítiques als poders establerts francesos van ocasionar molts maldecaps a Voltaire. Les *Cartes philosophiques* van aixecar una gran polseguera, perquè les idees que s'hi troben són del tot rupturistes. Els escrits volterians serveixen igualment per

criticar la monarquia i l'Església, així com els científics, ja que fins a aquell moment l'opinió científica predominant a França era favorable a la metafísica cartesiana, «modernitzada amb implants leibnizians» (MALET, 2002).

Voltaire va escriure encara un darrer text favorable a les posicions de Newton. El llibre es va publicar el 1740 amb el títol *Métaphysique de Newton, ou Parallèle des sentimens de Newton et de Leibnitz*.

Un tercer autor, a una certa distància de Voltaire i la seva amant, mereix ser assenyalat com a divulgador de la física de Newton a la França del segle XVIII. Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698 – 1759), matemàtic i astrònom que va col·laborar en les mesures dels meridians terrestres, va fer una ferma defensa de les teories de Newton com a científic experimental.

El 1736 Pierre de Maupertuis va dirigir una expedició a Lapònia per mesurar exactament la longitud d'un grau de meridià terrestre proper al pol i, així, resoldre la qüestió de si la Terra era aplanada pels pols, com ja predeia Newton, o bé era prima per l'equador com si fos un meló, com van deduir els cartesianes. Quan Maupertuis va tornar a París, el 1737, «les primeres espases de l'establishment acadèmic (Fontenelle, Cassini, Dertous de Mairan, Réaumur)» es van negar a interpretar les dades obtingudes com «un desmentiment» de la física cartesiana (MALET, 2002).

Les obres de divulgació científica d'aquest eminent astrònom i matemàtic, sempre escrites en defensa de les teories de Newton, van ser *Discours sur la figure des astres* (1742) i *Lettre sur la comète* (1742). Maupertuis també va escriure, tres anys després de la *Història Natural* de Buffon, el text *Vénus physique* (1752), un tractat sobre la generació dels animals, on emprava un estil semblant al del comte francès: una mescla d'erudició científica amb un interès explícit d'arribar a tots els salons de París (DOMÍNGUEZ, 2000). El llibre fou un èxit de vendes i en tres anys se'n van fer sis edicions. Alguns passatges van aixecar una gran polèmica, en especial les descripcions de les conductes amoroses dels animals:

L'impetuós bou, orgullós de la seva força, no s'entreté gaire amb manyagoses carícies: es llança de seguida a sobre la femella, i la penetra profundament en les seves entranyes, i hi vessa a grans dolls, el licor que la fa fecunda (citad per DOMÍNGUEZ, 2000).

L'obra de Maupertuis, un dels millors científics francesos de l'època, va rebre crítiques ferotges, com ara la de Voltaire, que «tan sols s'explicava aquelles pruiques com una simple conseqüència del recent matrimoni de l'autor de *Vénus physique* amb una aristòcrata prussiana freda com el gel» (DOMÍNGUEZ, 2000).

2.2.3 Altres autors

El precursor de la tradició francesa: Bernard Palissy

El principal precursor de la tradició francesa de divulgació científica és Bernard Palissy, una mena de Galileu francès que va viure al segle XVI. Bernard Palissy (1509

o 1510 – 1590) va ser un savi polifacètic a la manera de l'Edat Mitjana: pintor, escriptor, geòleg, físic, químic, ceramista, dissenyador i filòsof. Palissy va divulgar amb tot el sentit de la paraula, ja que va combinar el llenguatge escrit i l'oral (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 44) i, com després faria Galileu, va entendre que la ciència s'havia de difondre amb una llengua propera a tots els ciutadans, el francès, i no el llatí. Treballador infatigable, tant va reeixir en la publicació de llibres com en la presentació de conferències. Les dues obres fonamentals del Palissy divulgador van ser *Récepte véritable* (1563) i *Discours admirables* (1580).

En tots dos textos, l'autor manifesta una voluntat inequívoca de fer partícip el gran públic —«tots els homes de França», deia ell— de les idees científiques més avançades del moment. Palissy feia servir un estil senzill que estava «dirigit a aquells que mai no han tingut coneixement de les lletres». També, com Galileu, es va caracteritzar per la utilització constant dels diàlegs com a recurs literari.

Divulgadors de la natura

A banda del comte de Buffon, altres divulgadors van encarregar-se de difondre els coneixements sobre la natura als ciutadans de França. Un dels més destacats va ser l'abat Noël-Antoine Pluche. Pluche va publicar entre 1732 i 1750 en nou volums *Le Spectacle de la nature ou Entretiens sur l'histoire naturelle et les sciences*, considerada una les obres fonamentals de la divulgació al segle XVIII (RAICHVARG i JACQUES, 1991; MALET, 2002). L'obra, que va ser reeditada en francès innumbrables vegades, va ser traduïda a l'anglès i l'holandès (1737), l'alemany (1746) i l'espanyol (1752). Segons Mornet, la presència d'aquesta obra de Pluche a les biblioteques franceses d'aquell segle supera la de les obres de Voltaire, Rousseau o de la mateixa *Encyclopédie* de Diderot.

D'altra banda, el botànic del jardí reial francès, Jacques-Henri Bernardin de Saint-Pierre (1737 – 1814), va publicar *Études de la nature* l'any 1784. En aquesta obra, l'autor reporta les meravelles exòtiques de la natura com a prova de l'existència de Déu. El text, sempre a l'ombra de la *Història natural* del comte de Buffon, està en la línia de les obres sobre la natura encara molt vinculada a la religió.

Filòsof, escriptor i pedagog, el suís Jean-Jacques Rousseau (1712 – 1778) va escriure alguns textos de botànica de caire divulgador que mereixen ser assenyalats. Com a bon il·lustrat, Rousseau no podia faltar a la nòmina de col·legues que es van deixar atrapar per la divulgació en ple Segle de les Llums. A partir de 1764, Rousseau havia consultat nombrosos llibres de botànica, havia pres acurades notes i havia debatut amb els principals científics del moment —particularment en la defensa del sistema de Linné. Rousseau també va fer nombrosos herbaris i un important treball de sinonímia i va participar en algunes expedicions botàniques (RHEAULT, 2001). Cap a 1771, en el cim de la seva passió per la botànica, va emprendre les *Lettres sur la botanique* i probablement també va començar, alhora, el *Dictionnaire de botanique*. Les cartes s'organitzen d'acord amb la complexitat creixent de les plantes, i també segons les estacions (RHEAULT, 2001). El text, descriptiu i personal, va acompanyat

de multitud de termes tècnics que Rousseau introdueix de manera gradual mentre els va explicant. Aquestes *Lettres*, Rousseau les considera potser l'esbós d'un futur manual d'iniciació a la botànica. El *Dictionnaire*, malgrat les nombroses digressions que espatllen una obra molt valuosa, hauria pogut servir, sense cap dubte, de complement a aquestes cartes. La botànica, estretament entrellaçada amb totes les altres passions de Rousseau, ofereix així la possibilitat d'una lectura atípica de la seva obra (RHEULT, 2001).

Matemàtiques i física

Claude Gaspar Bachet de Méziriac (1581 – 1638) va fer una tasca notable de divulgació de les matemàtiques a França en l'obra *Problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres* (1612), l'èxit de la qual va comportar diverses reedicions. Igualment destacable va ser la tasca del geòmetra Claude Mydorge (1585 – 1647), que a banda de treballar a l'administració francesa va publicar, el 1630, *Examen du livre des récréations mathématiques et de ses problèmes en géométrie, mécanique, optique et catoptrique*, obra que s'endinsa també en la física, l'altra gran passió d'aquest amic de Descartes. Un altre matemàtic de renom de l'època, Jacques Ozanam (1640 – 1717), va interessar-se per la divulgació en el llibre *Récreations mathématiques et physiques* (1694).

Pel que fa a la física en particular, el gran protagonista del pas endavant per divulgar-la, que va tenir lloc al segle XVIII, va ser l'abat francès Jean-Antoine Nollet (1700 – 1770). Nollet es va dedicar a la vida religiosa, però sempre va tenir un ull posat a la física. Científic incansable especialitzat en la branca de l'electricitat, va impartir cursos de física experimental dirigits a profans en la matèria, amb una acceptació notable. La seva obra divulgadora consta de dos títols fonamentals per la qualitat de les explicacions: *Leçons de physique expérimentale* (1743) i *Art des expériences ou Avis aux amateurs de la physique, sur le choix, la construction de l'usage des instruments* (1770).

El suís Leonhard Euler (1707 – 1783) va ser un matemàtic notable que, en canvi, va reeixir en la divulgació de la física (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 53). Euler va escriure en tres volums la seva obra fonamental: *Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie* (1768 – 1772). El llibre, que estava escrit en francès tot i que es va editar per primera vegada a Sant Petersburg, és un conjunt de cartes dirigides a la princesa alemanya d'Anhalt-Nassau. La gran acollida del text es demostra en una dada: al cap de vuitanta anys de la mort de l'autor encara es reeditava.

Les *Cartes* van ser traduïdes a l'italià, l'espanyol i el danès, editades dues vegades en holandès i suec, quatre vegades en rus, sis en alemany, nou en anglès i fins a dotze en la llengua original, el francès (MALET, 2002). El text d'Euler, a banda de la indiscutible qualitat, té la virtut de ser una mostra exemplar d'un doble fenomen prototípic de l'època: d'una banda, la divulgació a través del gènere epistolar i, de l'altra, la divulgació dirigida a les dones de l'aristocràcia o de les classes benestants.

Lémer y la química

La divulgació de la química va retardar-se respecte d'altres disciplines. La química va tenir, sobretot, el problema d'uns orígens confusos amb l'alquímia, una pseudociència sovint més esotèrica que racional. A més, les pretensions dels alquimistes eren justament les contràries a les dels divulgadors, ja que pretenien que ningú no conegués les seves fórmules i els seus secrets (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 54). Fins a final del segle XVII, no trobem obres de divulgació pròpiament dites escrites amb claredat per estendre els coneixements de la química al poble.

Iniciarà el camí un text essencial en la història de la difusió de la química: el *Cours de chimie*, de Nicolas Lémer (1645 – 1715), publicat el 1675 i traduït al castellà, anglès, alemany, italià i llatí. L'enorme popularitat del llibre es fonamenta en la clara presentació dels sabers químics de l'època, amb explicacions basades en les formes i el moviment de les partícules dels cossos. L'obra representa també un avenç important en la consolidació de la química com a disciplina independent.

Anterior al *Cours de chimie*, però menor en importància, és la inusual *Chimie charitable et facile en faveur des dames* (1666), de Marie Meurdrac. Es tracta d'un llibre exclusiu per a les dames de l'època amb receptes d'ungüents, pintures i coloretts, que es va reeditar tres vegades i es va traduir a l'italià.

2.3 SEGLE XIX: L'ÈPOCA DAURADA DE FLAMMARION I ELS PERIODISTES

2.3.1 Flammarion, el mestre de l'astronomia popular

El francès Nicolas Camille Flammarion (1842 – 1925) és el gran mestre de la divulgació astronòmica del segle XIX. Flammarion va ser un dels divulgadors més famosos de l'època i el seu record ha arribat als nostres dies amb una força excepcional. Aquest astrònom francès va ser alhora un científic i un home de lletres. Com a astrònom, Flammarion va fer diverses aportacions a l'estudi dels estels. Com a divulgador i periodista científic, va ser capaç d'entusiasmar els ciutadans de la França del segle XIX i de bona part del continent europeu. Flammarion ha passat a la posteritat perquè va divulgar l'astronomia amb una qualitat i una efectivitat mai no vistes abans.

Flammarion va preferir la ciència pràctica i, per tant, l'observació, davant de la ciència teòrica. Aquest fet li va portar alguns problemes amb els astrònoms més ortodoxos. Malgrat tot, res no es pot dir en contra del seu rigor com a científic. Amant del que ell mateix anomenava l'*astronomia descriptiva*, Flammarion va presentar al

llarg de la seva vida més de seixanta memòries acadèmiques dedicades a un ampli ventall de qüestions (PANZA i PRESAS, 2002).

Flammarion entenia la ciència com una recerca de solucions als misteris que han ocupat els homes des del seu naixement. El divulgador francès creia que, amb l'observació del cel i amb l'aplicació de les matemàtiques, es podria reconstruir la història de l'Univers i comprendre si era possible trobar-hi altres formes de vida.

Astronomie Populaire (1879) és la seva obra magistral. La descripció general del cel que apareix en el llibre de Flammarion no va ser superada fins bastants anys després (OLIVER, 1997). La darrera edició publicada a Espanya d'aquest text (1963), convenientment actualitzada, continua sent un dels millors llibres d'astronomia de totes les èpoques (OLIVER, 1997). La voluntat didàctica i rigorosa de l'autor va quedar expressada en una frase de l'*Astronomie*: «És necessari divulgar la ciència sense fer-la vulgar.»

La primera edició d'*Astronomie Populaire* es va vendre a 100.000 lectors al preu de deu cèntims de franc. Aviat se'n va fer un gran nombre de reedicions i va ser traduïda a altres llengües. Es calcula que el llibre va tenir almenys un milió de lectors (PANZA i PRESAS, 2002).

Abans d'assolir la popularitat, Flammarion havia demostrat una precocitat poc habitual. Amb només 16 anys, ja havia escrit *Cosmologie universelle*, un llibre de cinc-centes pàgines. Aquest tractat s'hauria perdut, si no hagués caigut a les mans d'un metge a qui la seva família va dirigir-se en veure que la salut del jove Flammarion estava degenerant a causa de l'intens treball (PANZA i PRESAS, 2002).

Quan encara no tenia 20 anys, Flammarion va publicar *La pluralité des mondes habités*, un text que va atraure l'atenció de tot el món erudit francès. L'autor s'hi mostra convençut que a l'Univers havien d'existir altres formes de vida i intenta trobar una justificació i evidències d'aquesta idea (PANZA i PRESAS, 2002). Pocs mesos després de sortir al carrer, l'obra va ser reeditada i poc temps després traduïda a nombrosos idiomes (per exemple, al castellà l'any 1866).

Flammarion és autor en total d'una cinquantena de llibres de temàtica variada entre els quals cal mencionar: *Les merveilles célestes* (1865), *Dieu dans la nature* (1867), *L'atmosphère* (1872), *Les terres du ciel* (1877), *Catalogue des étoiles doubles* (1878), *Les étoiles* (1881), *Voyages aériens* (1881), *Rêves étoilés* (1888), *La Planète Mars* (1882-1909, 2 v.), *La fin du monde* (1894), *Les forces naturelles inconnues* (1907), *Mémoires d'un astronome* (1911) i *La mort et son mystère* (1920-1922, 3 v.). També va publicar dues novel·les de contingut astronòmic i de bona acceptació: *Uranie* (1889) i *Stella* (1897).

Aquest mestre de les ciències i les lletres té també una obra periodística considerable. Va començar com a cronista científic al *Magasin pittoresque* i va col·laborar durant els anys 1864 i 1865 a les revistes *Cosmos* i *Siècle*. Els seus articles van aparèixer constantment des d'aleshores en diaris i revistes de França i altres països.

L'any 1882, ja en el període que va traslladar-se a l'Observatori de Juvisy-sur-Orge (a prop de París), va fundar la revista mensual *L'Astronomie*, de difusió internacional i dirigida a «un públic culte, encara que no necessàriament especialitzat»

(OLIVER, 1997). *L'Astronomie* encara es continua publicant actualment (PANZA i PRESAS, 2002).

L'excel·lent acollida popular d'aquesta darrera revista i el seu caràcter obert a la participació i col·laboració dels lectors van portar-lo a fundar, l'any 1887, la Société Astronomique de France, l'única associació a Europa en la qual es combinava la ciència popular amb l'acadèmica. A Europa, només hi havia una altra fundació astronòmica, la Royal Astronomical Society, a Londres, però era de caràcter professional i academicista (OLIVER, 1997). Poc després, Flammarion unia dues de les seves creacions més importants, ja que la revista *L'Astronomie* va convertir-se en l'òrgan de difusió de la Société Astronomique de France.

Aquest esperit divulgador, aquesta voluntat per difondre la ciència entre els ciutadans, va donar-li fama a tot el continent europeu. Flammarion donava curssets d'astronomia, impartia conferències populars i convidava tothom al seu observatori. Tal vegada li escau més el terme anglès *popularitzador* que no pas el de divulgador. I és que el francès va fer popular l'astronomia amb tot el sentit de la paraula. Flammarion va popularitzar la ciència amb llibres, però també amb les citades associacions de fàcil accés per a tothom, amb les sessions que organitzava al seu observatori per a la gent del carrer o amb els textos periodístics en premsa, un mitjà no gaire ben vist pels científics més acadèmics. Flammarion era una mena d'astrònom del poble.

Només així es pot comprendre que la seva obra divulgadora assolís un èxit de públic extraordinari. L'estil dels seus textos captivava perquè excitava la imaginació del lector, tenia una habilitat singular per entretenir i fomentar la curiositat de la gent (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 62). Feia servir una barreja esplèndida d'adjectius i un curiós estil dialèctic a través del qual volia implicar el lector en el relat. En altres ocasions, la prosa de Flammarion arriba a moments plens de dramatisme.

L'escriptura de Flammarion és senzilla i clara, amb un respecte absolut per la profunditat i el rigor científic. Al mateix temps, es tracta d'una manera de redactar variada i eclèctica: hi tenen cabuda passatges «més florejats», de prosa poètica, i «algunes elucubracions filosòfiques» o especulacions més o menys atrevides (OLIVER, 1997).

Per Flammarion, l'escriptura no consistia «només en una exposició dels principals resultats científics». Es tractava, a més, «d'afavorir la divulgació de l'amor per l'astronomia» (PANZA i PRESAS, 2002). El treball de divulgació, però, no podia separar-se de les rigoroses observacions del cel, i la passió que es volia fomentar no podia amagar-se «en fórmules que, per pretendre ser populars, renunciessin als instruments tècnics necessaris d'aquesta disciplina científica». La veritable missió de Flammarion va ser divulgar i fer popular la ciència i l'astronomia (PANZA i PRESAS, 2002).

La fama de Flammarion va ser enorme, ja en vida seva, a tot Europa en general i, especialment, a Espanya. Alguns notables de la reialesa espanyola com Alfons XIII es van subscriure a la Société Astronomique de France. Com a reconeixement a la tasca divulgadora i a la instrucció pública, el govern espanyol va concedir a

Flammarion el títol de «Comendador de la Orden Real de Isabel La Católica», a banda d'altres mencions.

La influència de l'autor d'*Astronomie Populaire* a Espanya va ser «decisiva» (OLIVER, 1997). Les activitats del mestre francès foren determinants en la formació d'innombrables afeccionats i en la creació de nombroses associacions i publicacions. Gràcies a aquesta influència, van sorgir molts ciutadans interessats en l'observació del cel que van començar a comprar telescopis, primer a França, ja que a les nostres contrades cap empresa en fabricava —l'Òptica Roca, de Barcelona, fou la primera a comercialitzar-los a partir de 1910 (OLIVER, 1997).

Tres eclipsis totals de sol (1900, 1905 i 1912) i el cometa Halley (1910) van contribuir a un *boom* sense precedents de l'astronomia a Espanya i, especialment, a Catalunya. L'eclipsi del 28 de maig de 1900 va deixar una franja d'ombra de 70 quilòmetres d'amplada i el millor lloc per observar-lo va ser Elx. La ciutat alacantina va ser el centre de l'astronomia europea per uns dies. Flammarion, acompanyat de la seva esposa, va ser un dels científics que va desplaçar-se a Elx. La seva popularitat, insòlita en un científic, va fer que milers de persones el rebessin a l'estació de tren de València amb gran entusiasme (LABORDENA, 2000). L'endemà va partir cap a Alacant i en totes les estacions hi havia admiradors que l'esperaven per saludar-lo. Per exemple, a l'estació de Villena es podia llegir una pancarta que deia: «Reconeixement a qui ens ha fet conèixer l'Univers i ha elevat les nostres ànimes en la filosofia de l'infinit». Posteriorment, Flammarion va desplaçar-se a Madrid, on van repetir-se situacions similars (OLIVER, 1997). Amb motiu de l'eclipsi de sol de 1905, Flammarion va tornar a Espanya, en aquesta ocasió convidat pels Reis.

Però on més impacte van tenir les obres de Flammarion va ser a Catalunya, sobretot a Barcelona, on a final del segle XIX havia sorgit el Moviment Astronòmic de Barcelona. Aquesta agrupació de pioners va crear l'Observatori Fabra, va fundar la Societat Astronòmica de Barcelona i la Sociedad Astronómica de España y América. Precisament va ser un d'aquests homes qui més va interessar-se per l'obra de Flammarion: Josep Comas i Solà (1867 – 1937), un dels divulgadors científics catalans més importants de tots els temps. De fet, la prosa de Flammarion va arribar a casa nostra de la mà del mateix Comas i Solà, que, a més de traduir-lo al castellà, va seguir-ne el model per a la seva valuosa obra divulgadora (CEBRIAN, s. a.).

Després de morir, la seva segona esposa, Gabrielle Camille Flammarion (1877 – 1962), va prosseguir el camí marcat pel marit i va redactar alguns articles de divulgació per a les publicacions franceses *L'Illustration*, *La Nature*, *La Revue Scientifique* i *La Revue Générale des Sciences*.

Nicolas Camille Flammarion havia nascut el 26 de febrer de 1842 a Montigny le Roi (França), fill d'una família de petits propietaris rurals. La seva família, arruïnada, va haver de traslladar-se a París. Format al seminari de Langres (est de França), el 1856 es va reunir amb els seus pares a la capital francesa, on treballà en una impremta. Els dos interessos fonamentals de joventut van ser l'escriptura i l'astronomia. Amb cinc anys ja havia observat un eclipsi de sol amb un rústic ins-

trument artesanal: havia col·locat una galleda d'aigua de manera que l'eclipsi es reflectís en la superfície del líquid i es veïés més fàcilment.

Ja a París, Flammarion, que havia aprofundit en l'estudi de les matemàtiques, va entrar en contacte amb Urbain Le Verrier, un dels més famosos astrònoms de l'època, descobridor del planeta Urà i director de l'Observatori de París. En aquest observatori, Flammarion va ajudar Le Verrier en la realització d'un gran nombre de càlculs astronòmics dirigits a confirmar i desenvolupar la teoria newtoniana de la gravitació universal (PANZA i PRESAS, 2002).

Després d'enfrontar-se amb Le Verrier, Flammarion va treballar cinc anys al Bureau des Longitudes i va crear un petit observatori propi al carrer Gay-Lussac de la capital francesa. Més endavant, un admirador li va regalar uns terrenys al sud de París en els quals Flammarion va aixecar el magnífic Observatori de Juvisy, apreciat per tots els científics del moment. Actualment, en aquest mateix espai s'allotja el Club d'Astronomie Camille Flammarion de Juvisy-sur-Orge, una de les moltes associacions astronòmiques populars que «l'obra de Flammarion va contribuir a crear en vida i, fins i tot, després de la mort» (PANZA i PRESAS, 2002). Camille Flammarion va morir el 3 de juny de 1925 a Juvisy-sur-Orge.

2.3.2 *Jules Verne i altres autors*

Catalogar Jules Verne (1828 – 1905) sempre ha estat una tasca difícil. Però la contribució contínua de Verne a la difusió dels coneixements científics, sovint amb la insòlita habilitat d'explicar artefactes que no havien estat encara inventats, fan d'aquest francès un dels autors destacats de la història de la divulgació. Verne és un dels novel·listes més cèlebres de tot el segle XIX i el principal precursor de la ciència-ficció com a gènere. Raichvarg i Jacques (1991: 76) l'assenyalen com un «anticipador dins el camp de les ciències» i l'«inventor d'un gènere nou de difusió dels coneixements científics i tècnics: la novel·la científica».

Verne va escriure una vuitantena d'obres, que són una barreja d'idealisme i d'humanisme, enmig d'una portentosa exhibició de facultats imaginatives. En determinats moments, l'escriptor francès fa servir un to moralista, amb el qual vol transmetre que els homes i les dones poden assolir la felicitat a través de la ciència i del progrés. Es tracta, en qualsevol cas, d'una literatura plena de color i de moviment, amb personatges que passen peripècies de tota mena. En l'estil de Verne es conjuminen l'originalitat de temes i plantejaments, el domini de la intriga, la facilitat per exposar complexes teories científiques, l'equilibri entre humor i seriositat i el mestratge en la tècnica narrativa.

Ningú no dubta que la seva obra va contribuir a despertar un interès científic en sectors molt amplis del públic. Pérez Merchán (1997: 54) li atribueix un paper decisiu d'«animador científic». Tal vegada el més sorprenent de Verne, com ha quedat apuntat, és la capacitat per avançar-se a les ciències del futur. En les seves novel·les científiques, apareixen situacions, elements i artefactes inimaginables per

a l'època, però que després seran una realitat, com la televisió, els vehicles espacials o el submarí. Al mateix temps, aquestes històries són viscudes per personatges literaris propis d'una societat plenament moderna: científics, investigadors, enginyers i constructors. Els personatges de Verne, a diferència d'altres mestres de la novel·la francesa del XIX, es coneixen més per les seves accions que per la seva psicologia, amb prou feines dibuixada per l'autor (PÉREZ MERCHÁN, 1997: 56).

El que se sap de com escrivia prova que Verne no deixava res a la improvisació. Sempre s'inspirava en fets reals o possibles i realitzava un treball previ de recerca acurada i metòdica. Preparava autèntics dossiers d'informació, consultava amb els experts que tenia a prop (professors, científics i geògrafs) i explorava les biblioteques d'Amiens (França), la ciutat on residia, per trobar noves dades i nous coneixements. Per aquesta raó, Raichvarg i Jacques (1991: 79) qualifiquen Verne d'una estranya mena de «divulgador de la divulgació».

Aquest francès universal és tingut alhora per geògraf, atesa la seva voluntat per conèixer i descriure territoris del món sencer. De jove, tot i les dificultats econòmiques, va viatjar per Escòcia i Noruega. Més endavant va plasmar aquesta passió per la geografia en la sèrie *Viatges extraordinaris* o en una de les obres més conegudes, *Miquel Strogoff* (1876), una magnífica descripció de Rússia.

Els títols més destacats de la bibliografia verniana són *Viatge al centre de la Terra* (1864), *De la Terra a la Lluna* (1865), *Els fills del capità Grant* (1867-1868), *Vint mil llegües de viatge submarí* (1870), *L'illa misteriosa* (1870), *Les aventures de tres russos i de tres anglesos* (1872), *La volta al món en 80 dies* (1873) i *Un capità de 15 anys* (1878).

Nascut a Nantes el 1828, primer va dedicar-se al teatre i a l'òpera còmica, gèneres que va abandonar per les novel·les d'aventures, amb les quals va obtenir gran fama. Sempre va tenir els ulls oberts a les novetats que es produïen en la ciència i la geografia. Amb *Cinc setmanes en globus* (1863), la primera novel·la, inicia una trajectòria literària viva i fecunda. Autor traduït a quasi tots els idiomes, va assolir un èxit clamorós entre el públic juvenil. Diverses novel·les han estat portades al cinema. Va morir a Amiens el 1905 «amb la ploma a la mà» (RAICHVARG i JACQUES, 1991).

Jules Verne és el gran representant dels literats que van fer divulgació científica, però no és l'únic cas. Dos escriptors més del segle XIX, en un nivell clarament menor, van provar sort amb la divulgació. Un francès i un belga exemplifiquen aquesta figura tan habitual en la tradició francòfona del personatge de les lletres interessat per la ciència.

El francès Émile Desbeaux (1845 – 1903) és, per damunt de tot, un mestre de la literatura infantil francesa del segle XIX. Les seves contribucions a la divulgació científica van ser, per ordre d'importància, *Physique populaire* (1891), dins d'una col·lecció dirigida per Flammarion, i un *Traité d'agriculture et d'horticulture* (1881). La resta de l'obra d'aquest autor comprèn una extensa sèrie de títols per a nens: *Le Jardin de mademoiselle Jeanne* (1879), *Les Parce que de mademoiselle Suzanne* (1881), *Les Idées de mademoiselle Marianne* (1883), *La Maison de Nicole* (1885) i una coneguda transposició de les aventures de D'Artagnan a un context infantil *Les trois petits mousquetaires* (1882).

Maurice Maeterlinck (1862 – 1949), autor fascinat pels insectes socials —formigues, abelles i termites—, va publicar diversos textos de divulgació, el més conegut dels quals va ser *La vie des abeilles* (1900), que li va donar fama mundial. Aquest monstre de les lletres belgues només va tocar la divulgació científica de forma tangencial. Tot i així, el treball de Maeterlinck va tenir una bona acollida perquè va fer servir «una llengua bella, marcada per la simplicitat de les seves descripcions, en les quals no es refusa pas l'antropomorfisme» (LASZLO, 1993: 26). Assagista i poeta, l'anomenat «Shakespeare belga» va excel·lir sobretot com a dramaturg en obres com *Pelléas et Mélisande* (1892), *Alladine et Palomides* (1894) i *Aglavaine et Sélysette* (1896). Maeterlinck va rebre el premi Nobel de literatura l'any 1911.

Finalment, un destacat entomòleg, famós al segle XIX, va contribuir a consolidar i fer més gran l'època d'or de la divulgació francesa (RAICHVARG i JACQUES, 1991). Jean-Henry Fabre (1823 – 1915), conegut amb el sobrenom de «Virgili dels Insectes», va continuar la immensa tradició dels naturalistes del segle XVIII. Fabre va treballar de professor de física a Ajaccio, a l'illa de Còrsega, i, més endavant, a Avinyó. Va redactar nombrosos textos didàctics destinats als alumnes de l'ensenyament secundari, entre els quals destaquen les famoses *Notions de chimie*, escrites en col·laboració amb el químic Malaguti i reeditades constantment. L'obra divulgadora de Fabre és extensa i presenta sempre un estil familiar i assequible. Alguns dels títols que han passat a la posteritat són: *Le Livre d'histoires, récits scientifiques de l'oncle Paul à ses neveux, lectures courantes pour toutes les écoles* (1869), *Les Auxiliaires, récits de l'oncle Paul sur les animaux utiles à l'agriculture* (1873) i *Histoire de la bûche ou Récits sur la vie des plantes* (1867). Però va ser la sèrie *Souvenirs entomologiques*, iniciada el 1898, l'obra que més fama va donar al genial «Virgili dels Insectes».

2.3.3 La desclosa del periodisme científic. Els periodistes científics

L'explosió de la premsa, com a eina de difusió de la ciència, es va produir a França i als principals països europeus al segle XIX (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 68). El vigorós creixement del periodisme científic en aquest segle va contribuir a arrodonir una època extraordinàriament dinàmica per a la divulgació, que es pot considerar una veritable edat daurada. Aquest dinamisme va veure's afavorit per les millores en els processos productius de la premsa, sobretot pels avenços tecnològics en la maquinària, el tractament del paper i la disminució dels impostos i taxes (RASMUSSEN, 2003). Al segle XIX, un subjecte divulgador nou es diferencia amb nitidesa: el periodista científic.

En aquesta desclosa hi va contribuir decisivament l'existència d'un públic que reclamava els serveis de la premsa. Al segle XIX, sobretot a la segona meitat, ja hi havia una massa crítica de lectors que gaudien de la formació i de la cultura necessaris i que disposaven del temps i dels recursos econòmics per poder comprar i llegir premsa científica. La capacitat de llegir i escriure de la població, especialment la urbana, va augmentar quasi fins a vèncer l'analfabetisme. Els mitjans de comunicació impresos

es van anar imposant gràcies també a les innovacions tècniques en la impremta, que aviat van conduir a la premsa de masses. Tot plegat va fer que al darrer terç del segle XIX la premsa es convertís en «l'instrument més important per a la divulgació del coneixement científic» (PANZA i PRESAS, 2002). Les publicacions periòdiques van ser cada vegada més utilitzades per associacions o agrupacions científiques amb la finalitat de difondre les activitats que organitzaven. Sovint, aquestes entitats, a banda d'editar llibres, disposaven també d'una revista pròpia.

La ciència va passar a ser una força cultural important i en tots els àmbits de la societat era considerada el motor del progrés per antonomàsia (PANZA i PRESAS, 2002). Els avenços tècnics, ben palpables ja per la població urbana, s'associaven a la ciència, i el prestigi social dels científics era més elevat que en qualsevol altra època. La ciència passava a ocupar un lloc, més o menys important, en la vida de tots i cadascun dels ciutadans.

A més, per l'opinió pública del segle XIX, la ciència posseïa «l'estímul d'allò que és nou». La ciència era atractiva perquè tenia «una certa càrrega subversiva», relacionada amb les idees més atrevides o prohibides, com ara la revolucionària teoria de l'evolució de Darwin, que posava en dubte «els principis més bàsics de la societat occidental» (PANZA i PRESAS, 2002).

En aquest context favorable, els científics van fer un pas endavant i van començar a publicar i col·laborar en la premsa diària o especialitzada. S'havien vençut els temors que en altres moments havien mantingut els científics apartats de la vida pública.

Una data històrica en el salt de la divulgació científica al periodisme és l'any 1837, moment en què el físic i astrònom Jean François Arago (1786 – 1853) va decidir obrir les sessions i actes de l'Acadèmia Francesa de les Ciències als periodistes, no sense una gran polèmica entre els mateixos acadèmics, molts dels quals eren contraris a la presència de periodistes. L'argument dels que s'hi oposaven era que «el món de la ciència podria perdre la seva credibilitat si s'admetien periodistes a la sala», ja que «la seva indiscreta ploma podia revelar impunement errors que els savis poden proferir en un moment d'irreflexió» (SEMIR, 2002).

Les primeres informacions dels debats a l'Acadèmia es van publicar al diari *Le Globe*, gràcies a la iniciativa del fundador d'aquesta publicació, Alexandre-François Bertrand,¹ pare del matemàtic i acadèmic Joseph Bertrand.² Aquest moviment cap a la transparència científica, com s'ha dit, va coincidir amb l'eclosió del dinamisme periodístic gràcies als avenços tecnològics de l'època, que van permetre l'elaboració de diaris amb major rapidesa i a més baix cost (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 69).

Uns anys abans, els principals diaris (*La Presse*, *Le Siècle*, *Le Moniteur*, *Le Constitutionnel*) havien afegit a les seves pàgines l'anomenat fulletó científic, que agrupava

1. Alexandre-François Bertrand, considerat l'inventor del fulletó científic en els diaris, és també autor del notable text divulgador *Lettres sur les révolutions du globe* (1828).

2. Possiblement Joseph Bertrand subministrava les informacions al seu pare (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 106).

els articles d'interès sobre la matèria. El primer fulletó científic aparegut a França va sortir al carrer l'any 1825 a *Le Globe*, fruit de l'interès per la matèria del mateix Alexandre-François Bertrand. Des d'aleshores, les cròniques científiques van ser llegides amb passió per un públic que havia descobert una cosa nova.

Els principals periodistes científics

Cinc periodistes van jugar un paper clau en la sedimentació de la divulgació a la premsa francesa, una de les més influents i avançades d'Europa. Louis Figuier, seguint les passes de Bertrand, va excel·lir des de 1855 en la introducció i confecció dels fulletons de ciència en diversos diaris, com ara *La Presse*. Victor Meunier és, juntament amb Figuier, un altre dels periodistes més representatius d'aquest període de divulgació apassionada a diaris i revistes. François Moigno va fundar, l'any 1852, la gran revista científica *Cosmos*, publicació que va tenir vida fins a l'any 1870. Gaston Tissandier va crear, l'any 1873, la revista *La Nature*, que va tenir un reconeixement amplíssim i va sortir al carrer fins ben avançat el segle XX. Finalment, el citat Nicolas Camille Flammarion, fundador de la revista *L'Astronomie*, molt llegida tant a França com a la resta d'Europa, va ser cronista científic al *Magasin Pittoresque* i va col·laborar a les revistes *Cosmos* i *Siècle*, així com a altres revistes i diaris del continent.

Louis Figuier (1819 – 1894) té el perfil prototípic dels periodistes científics francesos del segle XIX (SHEETS-PYENSON, 1985). Segons aquest perfil, el periodista solia ser un científic professional, que acostumava a tenir força avançada la seva carrera com a investigador o professor o havia arribat al final d'aquesta etapa. Era nascut a províncies i havia emigrat a la gran ciutat, París. Es dedicava al periodisme a temps complet i tenia poc temps per a cap més activitat. El periodista *vulgarisateur* francès, que tenia plena consciència d'estar fent divulgació científica en els seus textos periodístics, havia llançat la seva carrera periodística com a columnista, cronista o col·laborador en els principals diaris parisencs (SHEETS-PYENSON, 1985).

Després d'una dura polèmica científica que el va portar a abandonar el càrrec de professor universitari, Figuier va reorientar la seva vida cap a l'assaig i la premsa. Per a la divulgació científica, aquell va ser un canvi d'una importància singular. La tasca de Figuier es va iniciar amb la redacció d'*Exposition et Histoire des principales découvertes scientifiques modernes* (1851-1853), obra en quatre volums i reeditada sis vegades abans de deu anys. El 1855, Figuier va obrir un fulletó de ciència al diari *La Presse* d'Émile de Girardin, activitat que repetirà posteriorment en altres rotatius.

El seu treball periodístic i assagístic és enciclopèdic. Figuier fa una mena d'estat de la qüestió de les disciplines científiques i tècniques del moment. Entre la nombrosa producció en forma d'assaig cal assenyalar l'*Année scientifique et industrielle*, *Les Eaux de Paris*, *Le savant du foyer*, *Le Tableau de la nature* o *Les Merveilles de la science*. Incansable i extremadament original, va cultivar també el teatre científic amb obres de títol suggestiu com *Gutenberg*, *Miss Telegraph* o *Cherchez la fraise*. En una darrera etapa, afectat per la mort del seu fill, va voler reconciliar ciència i religió en diversos escrits (RAICHVARG i JACQUES, 1991).

Victor Meunier és un altre dels periodistes científics per excel·lència del segle XIX. Nascut el 1817, ben aviat es va fer conegut pels articles a *L'Écho du monde savant*. Interessat per la ciència i la política, va estar vinculat a l'esfera republicana, motiu pel qual va ser perseguit en alguns moments. La seva trajectòria periodística es va engrandir quan va entrar a treballar a *La Presse*, diari que abandonarà per crear *L'Ami des sciences* l'any 1865. Juntament amb la seva dona, va fundar més endavant *La Presse des enfants*. A l'obra *Apostolat scientifique* (1857), feia una viva defensa de la ciència acadèmica i definia els principis del moviment «per una república de les ciències». Polemista infatigable i passional, tenia un sistema de valors molt ben definit, sobre els pilars del progrés, el laïcisme i la veritat.

Caldria parlar més aviat d'una mena d'activista o militant de la divulgació científica, ja que, en realitat, Meunier considerava que la seva tasca era una lluita, una missió. Aquest inquiet periodista organitzava conferències dominicals a París sobre l'actualitat científica i industrial i va escriure nombroses obres de notable valor: *Science et Démocratie* (1865-1866), l'anuari *La Science et les Savants* (1865-1868), *Scènes et Types du Monde Savant* (1889), *Histoire Philosophique des Progrès de la Zoologie Générale* (1839), *Les Ancêtres d'Adam* (1875), *L'Avenir des Espèces* (1886-1887) i *Sélection et Perfectionnement Animal* (1895), entre altres. El seu fill, Stanislas Meunier, va desenvolupar una notable carrera científica en el terreny de la geologia i va tenir un paper destacat en el periodisme científic de l'època, a les revistes *L'Ami des sciences* i *Cosmos*.

Un cas semblant a Figueri és el de l'abat François Moigno (1804 – 1884). Aquest matemàtic reconegut, polemista infatigable i predicador constant, també va veure's obligat a abandonar la seva activitat principal, la carrera eclesiàstica, i va trobar refugi en el periodisme científic. Moigno va escriure en diferents èpoques per als diaris *L'Époque*, *La Presse* i *Pays*. El 1852 va fundar *Cosmos, revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des sciences*, una revista científica a la qual va estar vinculat més de deu anys, fins que el 1863 va crear la seva pròpia publicació, *Les Mondes*. La singular trajectòria d'aquest periodista va fer un altre tomb quan, el 1881, va fusionar *Les Mondes* amb *Cosmos*. Més enllà de la premsa, com a divulgador, el polèmic Moigno ha deixat llibres de divulgació d'una importància considerable: *Les Éclairages modernes* (1868), *La Science anglaise* (1869-1872), *Enseignement pour tous* (1879-1883) i *Les Livres saints et la Science* (1884). Moigno també va traduir al francès diverses obres científiques de l'anglès i l'italià, va dirigir una voluminosa col·lecció de llibres sobre temes científics i va organitzar conferències populars, en les quals va ser un dels pioners a ajudar-se de projeccions per transmetre els coneixements (RAICHVARG i JACQUES, 1991).

El químic i aeronauta francès Gaston Tissandier (1843 – 1899) ha tingut menys popularitat que els divulgadors que s'han tractat fins ara, però va protagonitzar un fet cabdal en la història de la comunicació científica europea. Tissandier va fundar, l'any 1873, la mítica revista científica *La Nature*, publicació de referència a final del segle XIX per la seva qualitat i la seva longevitat —va sobreviure fins al 1963, quan va canviar el nom per *Science Progrès de la nature*. Tissandier s'havia iniciat abans en el món del periodisme, concretament, a la revista *Magasin Pittoresque*, però no va tardar a adornar-se que calia fer una revista semblant dedicada únicament a la cièn-

cia. Una de les grans passions d'aquest autor va ser volar. L'obsessió per observar els cels de ben a prop el va portar a emprendre més de quaranta sortides en globus. D'entre els nombrosos llibres que va publicar, alguns tractaven d'aquest tema: *En ballon! pendant le siège de Paris* (1871) o *Histoire de mes ascensions* (1878-1890). Altres obres més generals i de gran acollida popular es van aplegar en la famosa col·lecció «Biblioteca de les meravelles» llançada el 1862: *L'Eau* (1867), *La Houille* (1869), *Les Fossiles* (1875) o *La Photographie* (1882). Tissandier va tancar la seva producció amb *Les Martyrs de la science* (1880) i *Récréations scientifiques ou l'Enseignement par les jeux* (1881) (RAICHVARG i JACQUES, 1991).

A banda d'aquests monstres del periodisme científic —Figuier, Meunier, Moigno, Tissandier i Flammarion—, tres periodistes més, Samuel-Henry Berthoud, Arthur Manguin i Wilfrid de Fonvielle, van ajudar a engrandir la premsa que volia divulgar la ciència a la França del segle XIX (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 68-76).

Samuel-Henry Berthoud, també conegut amb el pseudònim de «Sam», va ser un periodista inquiet que va treballar primer en gasetes locals i després a la millor premsa de París. Aquest lletraferit nascut el 1804, incansable organitzador de cursos de divulgació, va participar en la fundació de *La Presse*, diari del qual fou redactor des de 1836. El 1848 va succeir l'abat Moigno com a cronista científic del rotatiu. La gran obra de Berthoud són els textos periodístics d'aquest temps. L'èxit assolit entre el públic va permetre la publicació de totes les peces científiques el 1861.

Arthur Manguin va entregar els seus millors esforços a la divulgació de les ciències i l'economia política. Nascut el 1824, va col·laborar a la millor premsa francesa de la matèria del moment: al *Nouveau Journal des Connaissances Utiles*, d'Émile de Girardin, al *Magasin Pittoresque* i al *Musée des Families*. Va publicar també 45 opuscles i llibres, entre els quals convé destacar *De la liberté de la pharmacie* (1864), *Voyage scientifique autour de ma chambre* (1862) o el contínuament reeditat *Délassements instructifs* (1855).

Wilfrid de Fonvielle, professor de matemàtiques i polític d'extrema esquerra que va haver d'exiliar-se a Algèria, va ser un periodista i escriptor de raça, interessat per la ciència en general i per l'aeronàutica en particular. Nascut el 1824, va escriure, entre altres publicacions, a *L'Algérie Nouvelle*, fundat per ell mateix, i a l'*Spectateur Militaire*, i va deixar un conjunt de llibres notables com ara *Les Merveilles du Monde Invisible* (1866), *Éclairs et Tonnerre* (1867), *La Science en Ballon* (1869), *La Mesure du Mètre* (1886) i *Les Ballons Sondes* (1898).

La tasca de tots aquests periodistes no hauria estat tan reeixida si abans Alexandre-François Bertrand, el creador del primer fulletó científic al diari *Le Globe*, Émile de Girardin, fundador de *La Presse* i del *Journal des Connaissances Utiles*, o Édouard Charton, fundador de la revista *Magasin Pittoresque* (1833-1913), no haguessin incorporat la ciència als mitjans de comunicació escrita.

No hi havia marxa enrere; diaris com *La Presse*, *Le Siècle*, *Le Moniteur*, *Le Constitutionnel* o *Le Globe* i revistes com *Cosmos*, *La Revue des Deux Mondes*, *Le Magasin Pittoresque*, *Journal des Connaissances Utiles* o *La Nature* havien decidit jugar la carta de la divulgació. Amb aquesta desclosa d'un periodisme científic ric i sòlid, la divulgació de les ciències havia assolit, a la segona meitat del segle XIX, una maduresa plena.

Aclariment sobre els orígens del periodisme científic

Els inicis del periodisme científic són difícils de situar tant a França com a totes les tradicions. Sembla, però, que els primers articles científics en premsa es van poder llegir a la *Gazette de France*, fundada per Teofrast Renaudot l'any 1631 (LEÓN, 1999; SEMIR, 2002). També va ser fonamental en la gènesi del periodisme científic el paper de la revista francesa *Journal des Savants*, iniciada el 1665, el mateix any que sorgia l'anglesa *Philosophical Transactions*, un producte periodístic similar.

A diferència de la *Gazette*, el *Journal des Savants* va ser el primer intent periodístic que tenia la divulgació de coneixements «al gran públic» com a tema principal (SEMIR, 2002). El *Journal des Savants* va ser creat a París per Denis de Sallo amb la intenció de recollir «extractes dels llibres nous» i memòries científiques. Aquesta publicació periòdica va tenir vida fins a 1792, va continuar el 1797 per un temps inferior a un any i va tornar a editar-se a partir de 1816. Aquests dos models francesos, de gaseta bàsicament política i de publicació periòdica divulgadora, seran imitats i copiats a tot Europa (GUILLAMET, 2003: 31-35).

De fet, el periodisme científic és quasi consubstancial a la mateixa premsa si tenim en compte almenys el primer treball de recerca realitzat sobre periodística. En la primera tesi doctoral sobre periodisme, llegida per Tobias Peucer a la Universitat de Leipzig (Alemanya) el 1690 i titulada *De relationibus novellis*, ja s'assenyala la importància que les notícies científiques siguin tractades en els diaris. La tesi de Peucer, trenta anys després de l'aparició del que és considerat el primer diari, el *Leipzig Zeitung*, coincideix amb un període fecund de germinació del periodisme modern en què també es daten les primeres anàlisis de contingut fetes per Christian Weise (1642 – 1708) l'any 1676 (CASASÚS, 1993: 163).

2.4 SEGLE XX: EL DECLIVI

La història de la divulgació científica francesa del segle XX presenta unes dificultats característiques, noves fins al moment, i el risc d'oblits i distorsions es fa més gran. Alguns divulgadors ja no s'identifiquen amb tanta evidència i es diversifiquen els llocs on s'exerceixen les activitats divulgadores amb l'aparició de la ràdio, la televisió i, en els darrers anys del segle, Internet. Alhora la ciència es fa ella mateixa més complicada i passa a ser un objecte canviant, fugaç i, per tant, més vinculat a l'actualitat (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 83-84).

Per alguns d'aquests factors, i sobretot per les dues grans guerres mundials que tant van afeblir França i Europa, a la primera meitat del segle XX s'observa un cert declivi de la divulgació científica francesa en comparació als brillants segles XVIII i XIX.

El declivi s'accentua a la segona meitat del segle XX, coincidint amb la primacia de l'anglès com a llengua principal de la ciència i de la divulgació al món i coincidint, també, amb l'entrada espectacular dels Estats Units a l'escena internacional de la popularització de les ciències. Tot i la visible decadència, els divulgadors francesos, hereus d'una escola poderosa, van deixar al llarg del segle passat algunes mostres notables de bona divulgació, tant en el vessant escrit com en l'audiovisual.

Un dels divulgadors francesos més destacats de la primera meitat del segle XX va ser Jean Perrin (1870 – 1942), un científic que va aportar les primeres proves concloents de l'existència de l'electró i, més endavant, de l'existència de l'àtom. Perrin va recollir els treballs en el magnífic *Les Atomes* (1913). La seva brillant obra divulgadora inclou *Les Éléments de la physique* (1930 i 1937), *Grains de matière et de lumière* (1935 i 1948), *A la surface des choses* (1940) i un recull pòstum d'articles i discursos sota el títol *La Science et l'Espérance* (1948). Aquest amic de Langevin va rebre el premi Nobel de física el 1926 per les seves recerques sobre l'estructura discontinua de la matèria. Actiu home de la vida pública francesa, va ser també sotssecretari d'Estat de la Recerca Científica. Perrin va morir als Estats Units, on es va refugiar el 1940. El viatge de Perrin al Nou Continent simbolitza d'alguna manera la fi dels bons temps de la divulgació d'origen francòfon al món, en favor de la d'origen angloamericà.

Dos científics francesos importants més, un biòleg i un enginyer, van aconseguir escriure obres de gran acollida popular en la primera meitat del segle XX. Jean Rostand (1894 – 1977), influït per l'inoblidable Jean-Henry Fabre, va divulgar com un científic amateur i independent de forma extremament prolífica. Els temes naturals, la seva gran passió, van ocupar gran part dels més de cinquanta llibres que va publicar. *L'Évolution des espèces* (1932), *Insectes* (1936) i *Pensées d'un biologiste* (1938) són tal vegada els títols més representatius del seu univers creatiu.

Georges Claude (1870 – 1960) és un cas estrany i de difícil classificació. Enginyer i inventor industrial, va aportar novetats interessants en alguns processos químics com ara en la síntesi de l'amoníac. Proalemany en política, va fer discursos populistes curiosos en els quals introduïa idees científiques en els seus missatges electorals. Claude va deixar una obra excel·lent que es troba al nivell de les millors mai escrites amb el propòsit de divulgar sobre l'electricitat: *L'Électricité à la portée de tout le monde* (1908). La inacabable inquietud d'aquest admirador de Verne va portar-lo a tastar l'audiovisual: el 1936 Claude va dirigir una pel·lícula sobre els pensaments i les experiències de la seva densa trajectòria científica.

A diferència dels autors glossats fins ara en aquest capítol, Marcel Boll i l'abat Théophile Moreux van destacar més com a divulgadors que com a científics. Marcel Boll (1886 – 1971) va fer un treball divulgador enciclopèdic. Al llarg de vuitanta-sis obres, signades en solitari o en col·laboració, aquest enginyer parisenc, a més de dirigir nombroses recerques multidisciplinàries, va tractar sobre temes tan diversos que gairebé no va deixar cap aspecte rellevant de la ciència del moment sense divulgar. Fou traduït a vuit idiomes. Tal vegada els textos més influents de Boll han estat *L'Électron et les Applications de l'électricité* (1929), *L'Électricité à la ville, à la campagne, en auto* (1932), *La Chimie au laboratoire et à l'usine, dans la nature et*

dans la vie (1935) i *Les Deux Infinis* (1938), entre altres. Boll és el director, juntament amb Georges Urbain, d'un prestigiós diccionari enciclopèdic, *La Science, ses progrès, ses applications* (2 v., 1933), que va requerir més de quaranta col·laboradors (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 89, 135 i 263-264).

L'abat Théophile Moreux (1867 – 1954), meravellat per la lectura de Camille Flammarion, va consagrar la seva existència a la passió pels astres. El 1927 va presentar el treball potser més reeixit, *Le Ciel et l'Univers*, una obra divulgadora d'introducció a l'astronomia que va marcar una època en la França de la primera meitat del segle XX. De la mateixa manera, Moreux va publicar nombrosos articles científics en revistes especialitzades, peces divulgadores en premsa i llibres sobre temàtiques científiques diverses: *Pour Comprendre Einstein* (1922), *Pour reconnaître les fleurs* (1923) o *La Science mystérieuse des pharaons* (1938) (RAICHVARG i JACQUES, 1991). L'abat Moreux ha de ser tingut, sense cap mena de dubte, com un dels divulgadors francesos més llegits del segle XX i el més notable hereu de la tradició iniciada per Fontenelle i culminada per Flammarion.

Henry de Graffigny (1863 – 1934), que va divulgar la ciència als infants a través de novel·les i peces de teatre de guinyol, i Baudry de Saunier (1865 – 1938), inquiet escriptor i periodista científic, mereixen ser mencionats en aquest punt, encara que sigui de passada, perquè durant el segle passat van interessar-se pel vessant divulgador de les novetats en els transports i les comunicacions de l'època, com l'automòbil, l'aviació, la bicicleta, el ciclomotor, l'electricitat o la telegrafia sense fils. Baudry de Saunier va escriure regularment una crònica a *L'Illustration* des del maig de 1895 fins al desembre de 1938 —moment de la seva mort— i va col·laborar a *La Nature*.

Precisament, la telegrafia sense fils va ser un nou sistema que aviat va fer fortuna en la tasca de difondre les ciències. La irrupció de la ràdio a França, com a la resta del món, va ser tot un esdeveniment i, per força, aquest fet havia de repercutir en l'expansió dels coneixements tècnics de la població. Un primer intent de caire divulgador a través de les ones hertzianes del professor de ciències naturals francès Georges Colomb, àlies «Christophe», està documentat el 1930. Però va ser el parisenc Paul Langevin (1872 – 1946) un dels primers científics a utilitzar la ràdio amb ple sentit divulgador. Les conferències difoses des de 1936 per les ones des de Radio París (*Entretiens philosophiques* i *Ce que la civilisation moderne doit à la recherche scientifique*) van obrir el camí de la comunicació científica als mitjans audiovisuals. Savi modèlic, conegut per les investigacions que van portar a la detecció dels submarins per ultrasons, Langevin va publicar llibres de divulgació entre els quals destaca *Ce que disent les choses* (1930), escrit conjuntament amb Henri Poincaré i Edmond Perrier. Edmond Perrier va ser també el director i editor, juntament amb Paul Poiré, d'una gegantina obra divulgadora de gran qualitat: *Le Nouveau Dictionnaire des sciences et de leurs applications* (1900-1903).

Un altre dels artífexs de l'entrada de la divulgació en el món audiovisual va ser Jean Painlevé (1902 – 1989) (RAICHVARG i JACQUES, 1991: 93). Científic polifacètic, Painlevé sempre va voler portar al gran públic les imatges que des de feia

anys s'utilitzaven en els experiments científics. La pel·lícula *L'Oeuf d'épinoche, de la fécondation à l'éclosion*, de 1928, que va escandalitzar en el moment de l'estrena, forma part d'una llarga llista de films divulgadors adreçats a audiències àmplies com *Pieuvre*, *Oursins* o *Daphnie*, encara en el format mut, i *Hippocampe, le cheval marin*, *Crabes et Crevettes* o *Assassins d'eau douce*, ja en el format sonor. El 1930 Painlevé va fundar l'Institut de la Cinematografia Científica i, el 1939, va participar en la creació de *l'Association radio-télévision émissions mondiales* (ARTEM), en dues proves inequívokes més de les intencions decidides de fusionar l'audiovisual i la ciència en un tot. Pioner en la filmació subaquàtica, va treballar pel Palais de de la Découverte, amb films tan reconeguts com *Histoire géologique de la chaîne des Alpes*. En aquesta mateixa línia, i pel que fa a la televisió, és obligat assenyalar els documentals prestigiosos sobre temes marins dirigits i presentats per l'oceanògraf bordelès Jacques Cousteau (1910 - 1997). Els treballs de Cousteau, la majoria realitzats des del fons marí, van ser exportats arreu del món i van tenir audiències milionàries.

A França, però, amb el convuls segle XX i el xoc de les guerres mundials, els bons temps de la divulgació científica s'havien acabat. La vella nació que havia produït «monstres divulgadors» de la talla de Buffon, Fontenelle, Diderot, Verne o Flammarrion mostrava ara la fatiga pròpia d'un país que havia recorregut un llarg camí. Es posava fi, així, a un domini divulgador de quasi dos segles: un domini incontestable al meravellós i il·luminat segle XVIII i un domini sòlid —amb el permís de la Gran Bretanya— al XIX, el segle de Flammarrion i dels periodistes científics.

3. Tradició prussianoalemanya

Tradició prussianoalemanya

- **LIMITACIÓ GEOGRÀFICA:** Berlín, Weimar, Munic, Göttingen, Leipzig i Kiel, a l'actual Alemanya; Viena, a Àustria; Zuric, a la Suïssa de parla germànica, i Copenhaguen, a Dinamarca.
- **LLENGUA:** Alemany, ocasionalment l'anglès, al segle XX, o el francès, al segle XVIII.
- **SUBJECTES DIVULGADORS:** El mateix científic és el divulgador. Identificació del científic i el divulgador.
- **LÍDER O MÀXIM EXPONENT DE LA TRADICIÓ:** Einstein.
- **ALTRES AUTORS DESTACATS:** Schrödinger, Heisenberg, Planck i Bohr, entre d'altres, al segle XX; Goethe i Humboldt, a cavall entre els segles XVIII i XIX, Helmholtz i Boltzmann, al segle XIX.
- **TEXTOS FONAMENTALS DE LA TRADICIÓ:** *Sobre la teoria de la relativitat especial i general* (1917), d'Einstein, i *Què és la vida?* (1944), de Schrödinger. També són molt importants les conferències d'Einstein, pronunciades a tot el món.
- **ANTECEDENTS I PRECURSORS:** Goethe i Humboldt.
- **TEMÀTIQUES PRINCIPALS DE DIVULGACIÓ:** Física, la física de l'àtom, la mecànica quàntica, així com les implicacions filosòfiques i ètiques de la física.
- **LIMITACIÓ TEMPORAL:** La tradició s'inicia al segle XVIII amb Goethe i Humboldt. El període de major esplendor és curt en el temps i abraça des de final del segle XIX fins a la Segona Guerra Mundial.
- **CONTEXT HISTÒRIC I SOCIAL:** El context històric, molt convuls políticament (Primera Guerra Mundial, República Weimar, Nazisme, Segona Guerra Mundial, mosaic de petits estats, unificació alemanya...), és fonamental per comprendre la gènesi, el creixement i el final de la tradició.
- **CONTEXT LITERARI I/O FILOSÒFIC:** Romanticisme alemany, en literatura, i pensament antiracionalista i abandonament del positivisme, en filosofia.
- **CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA TRADICIÓ:** L'escola alemanya posa l'èmfasi en la dimensió intel·lectual de la ciència. La divulgació d'aquesta escola té un fort component filosòfic i ètic. Recupera l'esperit de la tradició integral del Renaixement, sense separació entre ciències i lletres. La tradició està centrada en les universitats, que esdevenen centres de recerca i de divulgació. Existeix una gran interactivitat entre els divulgadors d'aquesta escola, que es reuneixen constantment per debatre o posar temes en comú.

3.1 TRADICIÓ PRUSSIANOALEMANYA. GENERALITATS

3.1.1 *Limitació temporal, geogràfica i lingüística*

El moment de major producció de la tradició prussianoalemanya, o centreeuropea en termes més amplis, se situa en el temps des de les darreres dècades del segle XIX fins al final de la Segona Guerra Mundial. Anteriorment, Goethe i Humboldt, a cavall entre els segles XVIII i XIX, havien posat les primeres pedres de la tradició. Diversos autors, especialment Helmholtz i Boltzmann, van omplir el segle XIX de bons exemples divulgadors i van facilitar el camí cap a la rica floració divulgadora de la primera meitat de la centúria passada.

La tradició creix en paral·lel a la física moderna. Els principals temes de divulgació seran, per tant, els temes que acabaran enterrant la física clàssica: la teoria de la relativitat i la mecànica quàntica, aplicada sobretot a la física de l'àtom. La llengua majoritària i quasi exclusiva de la tradició fins al final de la Segona Guerra Mundial serà l'alemany. Després de la Segona Guerra Mundial, alguns autors de l'escola faran servir en situacions puntuals l'anglès per divulgar.

La tradició està centrada geogràficament en una mena de triangle isòsceles format pels vèrtexs de tres ciutats, curiosament cap d'elles alemanya: Copenhaguen al vèrtex nord, Zuric al vèrtex sud-oest i Viena al vèrtex sud-est. Copenhaguen, ciutat natal de Bohr, fou la ciutat on la mecànica quàntica i la seva divulgació van prendre carta de naturalesa. Zuric, capital de la Suïssa de parla alemanya, és on Einstein va formar-se i on va desenvolupar gran part del seu treball de la teoria de la relativitat, i Schrödinger hi va exercir de professor. Viena, també de parla alemanya, fou la ciutat on va néixer i formar-se el mateix Schrödinger. A l'interior d'aquest triangle es troben les ciutats alemanyes, que són, de llarg, les fonamentals de la tradició. Entre aquestes destaquen especialment Weimar, localitat essencial per a la cultura i la ciència de l'Europa continental i Berlín, la capital de la física moderna i una de les ciutats culturalment més productives del món a principi dels anys 20 (MARTINI, 1997). També es troben dintre del triangle isòsceles Munic, on es van formar Heisenberg i Planck; Göttingen, el temple de les matemàtiques, amb una de les universitats històriques d'Alemanya i de les més visitades del país; Leipzig, on es van fer cèlebres les lliçons magistrals de Heisenberg; i Kiel, lloc de naixement de Planck, a l'actual Alemanya.

Atesa aquesta diversitat geogràfica, que excedeix els límits d'Alemanya entesa com a estat-nació, hi ha investigadors que parlen indistintament de físics o divulgadors alemanys, germànics, prussianoalemanys, austroalemanys, centreeuropeus o bé de parla alemanya. El cas d'adscripció a l'escola aparentment més problemàtic hauria de ser el del físic Niels Bohr, danès de naixement. Però hi ha pocs dubtes que Bohr pertanyés al nucli dur de l'escola prussianoalemanya, ja que en va ser un dels pares. Bohr, que promovia a Copenhaguen debats sobre física al més alt nivell, es va unir, des del primer moment, amb entusiasme «al moviment d'abandonament de la causalitat i necessàriament va tenir una gran influència dins del grup» (FORMAN, 1984).

Cal tenir en compte que, davant del boicot que patien els científics alemanys al final de la Primera Guerra Mundial, Copenhaguen, la ciutat de Bohr, es va convertir en una mena de «port franc intel·lectual»,¹ des del qual entraven a Alemanya les idees científiques de la resta del món. D'aquesta forma, gràcies a Bohr i a Copenhaguen, es va aconseguir que l'Alemanya científica continués connectada al món. Hom pot concloure, en conseqüència, que al triangle Zuric-Viena-Copenhaguen va passar tot.

3.1.2 Context històric, literari i filosòfic

Alemanya va iniciar el segle XX amb una gran expansió industrial, ja apuntada a l'època del canceller Bismark. L'any 1900 la producció industrial alemanya superava la dels països veïns i l'imperialisme militarista somiava una Europa unida sota la influència germànica (BAIG, 2000). Aquesta ambició política alemanya va conduir a la Primera Guerra Mundial (1914-1918), que va acabar amb una dura derrota per a la potència centreeuropea. El col·lapse d'Alemanya després de la desfeta militar va reactivar i accelerar la tradició romàntica alemanya, que pretenia un retorn a la «natura» com a mitjà per recuperar l'essència de la cultura nacional. És interessant el següent passatge de la vida de Heisenberg per il·lustrar la influència del romanticisme en l'entorn de la física del moment:

El proceso creativo de la mecánica de matrices tiene un aire romántico muy al gusto de Heisenberg. Según su propia autobiografía, en mayo de 1925 se puso enfermo y pidió una excedencia de su trabajo en el instituto Bohr. Se marchó a la isla de Helgoland, donde alquiló una habitación en una casa con vistas al mar. Allí, entre paseos y excursiones, tenía el tiempo necesario para concentrarse en su trabajo. Una vez obtenida la solución, para convencerse de la viabilidad de los nuevos métodos quiso comprobar si la formulación era compatible con el principio de conservación de la energía: «...eran las tres de la madrugada cuando el resultado definitivo del cálculo estuvo completo ante mis ojos. La vigencia del principio de conservación

1. Paraules extretes d'una entrevista personal a Xavier Roqué, efectuada el 30 de setembre de 2003.

de la energia se había demostrado en todos los términos [...] Tenía el presentimiento de que a través de la superficie de los fenómenos atómicos miraba hacia un fondo subyacente de belleza interior fascinante, y casi perdí el sentido al pensar que ahora tenía que ir tras esta multitud de estructuras matemáticas que la naturaleza había abierto ante mí». Heisenberg acabó la noche de su principal descubrimiento esperando la salida del sol desde lo alto de una roca solitaria que penetraba en el mar (BAIG, 2000).

Aquest romanticisme, que té les arrels en els temps de Goethe, és essencial per entendre la sensibilitat per les lletres dels científics alemanys. En el ric entorn de l'esfera Weimar, la ciència, la literatura, l'arquitectura, la música i la filosofia s'entrecruaven (MARTINI, 1997). Només tenia sentit l'humanisme, entès com a cultura integral, on la física no era una part destriable de la resta de matèries.

L'Alemanya derrotada vivia en un entorn revolucionari d'on naixeria la República de Weimar (1918-1933). Aquests seran els anys clau per a la consolidació del moviment dels científics germànics. Aquest ambient revolucionari es veia fomentat en l'àmbit intel·lectual pel tracte rebut pels científics alemanys després de la desfeta de 1918. Els científics van ser exclosos de l'International Research Council, organització creada pels aliats per a la coordinació i agrupació de les associacions científiques internacionals. Només després de 1926, quan Alemanya va ser admesa a la Societat de Nacions, els seus científics van poder retornar a les associacions internacionals. També havien estat exclosos de l'Institut International de Physique Solvay, entitat en la qual els científics alemanys havien desenvolupat un paper fonamental (CALVÓ, 2001).

En aquesta època, l'ambient intel·lectual era *lebensphilosophische* (antirracionalista), és a dir, dominat per una filosofia de la vida neoromàntica i existencialista i per un sentiment de repulsa del positivisme, mecanicisme i materialisme, contra les ciències exactes i, particularment, contra les seves implicacions tecnològiques (CALVÓ, 2001). El llibre d'Ostwald Spengler *La decadència d'Occident* fou «especialment influent i representatiu del moment», i s'hi proclama el declivi de la ciència natural causal (ROQUÉ, 2002).

La crisi de la cultura i la revolució en el món del saber van provocar la radicalització de la filosofia i de la física, fins al punt que semblava que «només valia allò que era nou». Abandonats el positivisme i el racionalisme, un pessimisme fatalista-relativista té, segons Forman (1984), el to adequat per a una Alemanya derrotada.

Aquest conjunt d'elements farà possible que la física de Newton sigui enterrada en favor d'una nova física de naturalesa revolucionària. En una època de revolució, sorgeix una física de revolució. Apareix una nova «manera estadística de pensar». Els fenòmens, simultàniament, poden passar i no passar —un electró pot ser en un orbital i al mateix temps no ser-hi—, el determinisme es torna indeterminisme, els conceptes d'espai i temps es redefeixen, l'univers canvia. La necessitat de popularitzar aquests nous conceptes va obrir les portes de la divulgació a Einstein, Schrödinger, Heisenberg, Planck i Bohr, entre d'altres.

Era el moment de transmetre al món que la ciència havia canviat i que havia nascut una nova forma d'entendre la física. Seran aquests mateixos científics els que agafaran les regnes de la divulgació i es faran entendre amb llibres, articles i conferències dirigits al gran públic. Per tant, en aquesta escola alemanya, més que en cap altra, s'observa una identificació diàfana entre el científic i el divulgador. Sens dubte, la voluntat d'aquests físics de reivindicar el seu treball en un món convuls i revolucionari va afavorir la publicació dels textos divulgadors, primer a Alemanya, i, després, a la resta del món. La física teòrica era «una branca emergent i volien legitimar-la davant la física experimental, ja consolidada». Aquells físics volien que el públic sabés el que estaven fent i «justificar davant de la societat la importància del seu treball» (ROQUÉ, 2002).

El nazisme (1933-1945) va perseguir molts dels intel·lectuals alemanys revolucionaris i un gran nombre va haver de fugir. A més, es donava la circumstància que gran part dels divulgadors eren d'origen jueu, amb la qual cosa els esforços de persecució dels nazis es redoblaven. Només alguns es van avenir amb el nou règim (Heisenberg) i van poder romandre a Alemanya.

La Segona Guerra Mundial (1939-1945) va ser el segon cop mortal per a l'escola centreeuropea de divulgació de les ciències. Una Alemanya destruïda després del conflicte militar tenia altres preocupacions molt més primàries que la difusió dels coneixements científics. Malgrat l'aclaparadora desfeta, la ciència germànica es va recuperar progressivament i alguns autors que romanien al país o bé d'altres que hi van retornar van reprendre el fil de la divulgació. Però ja no es pot parlar d'un moviment organitzat, plural i ric en autors, sinó més aviat com els darrers vestigis d'una immensa tradició que els capricis de la història van truncar.

3.1.3 Autors i temes

Si Einstein és el màxim exponent de la tradició prussianoalemanya, Goethe i Humboldt, que van viure entre els segles XVIII i XIX, en són els precursors més il·lustres. Abans d'arribar a l'esplèndid segle XX germànic, també van deixar moltes memorables de bona divulgació autors com l'alemany Helmholtz i l'austriac Boltzmann.

Albert Einstein, el més conegut de tots els autors de la tradició, el 1905 va sorprendre la comunitat científica amb un article sense cites, amb una dissertació de tipus assagístic. Tot i que ningú no se'l va prendre seriosament, aquell jove intrèpid després revolucionarà la física clàssica i es convertirà en el científic més popular de totes les èpoques. De fet, hi ha dos Einsteins: un abans de 1919, que era un magnífic divulgador en articles i llibres, i un altre després de 1919, l'Einstein ja famós, que es dedicava a fer de conferenciant amb gran habilitat pel món sencer (ROQUÉ, 2002). El text divulgador fonamental d'Einstein és *Sobre la teoria de la relativitat especial i general* (1917). La seva arribada als Estats Units, perseguit pel nazisme —era jueu— simbolitza d'alguna manera la fi del domini europeu, almenys de l'Europa

continental, en la divulgació científica (sobretot de França, als segles XVIII i XIX, i d'Alemanya, des de final del XIX i a les primeres quatre dècades del XX).

A banda d'Einstein, la tradició alemanya té un altre autor molt influent: Erwin Schrödinger. A través de Schrödinger i el seu magnífic *Què és la vida?* (1944) es produí un gir significatiu des de la física de l'àtom cap a la biologia molecular, que serà essencial per comprendre el segle XX. Com tants d'altres, el britànic Francis Crick, que era físic, va dedicar-se a la biologia molecular en llegir el llibre de Schrödinger. Altres autors importants de l'escola alemanya són Heisenberg, Bohr, Planck i Born.

Pel que fa a la temàtica, hem de parlar d'una escola divulgadora atrofiada en favor de la física de l'àtom i la mecànica quàntica i relativista, que seran els temes que monopolitzaran els escrits divulgadors. Amb excepció de les matemàtiques, que tenen una certa importància, la resta de les disciplines científiques tenen una rellevància menor.

Durant tota la primera meitat del segle XX, la física portarà la bandera de la ciència mundial. La física de l'àtom donarà pas a la bomba atòmica, tema estrella de l'època. La mecànica quàntica serà una eina poderosa per entendre i predir tota classe de fenòmens físics i es troba a la base dels desenvolupaments tecnològics de més èxit de la segona meitat del segle XX (BERNABÉU ALBEROLA, 2000).

La mecànica quàntica esdevindrà també el present i el futur de la química moderna, en la mesura que permetrà donar un fonament rigorós a l'enllaç químic. La teoria de bandes energètiques explicarà el comportament dels diferents tipus de materials: conductors, aïllants i semiconductors, alhora que farà desenvolupar extraordinàriament la tecnologia electrònica.

Els làsers de semiconductors microscòpics, els microscopis d'efecte túnel, la superfluïdesa, la superconductivitat i els pous quàntics seran altres manifestacions d'aquesta nova tecnologia, els límits de la qual avui encara són desconeguts. En física fonamental, s'exploraran distàncies de fins a cent vegades la milionèsima part de les distàncies atòmiques, sense que es detectin desviacions de la mecànica quàntica. Sembla apropiat identificar el segle XX com el «segle quàntic» (BERNABÉU ALBEROLA, 2000). En aquest context, els divulgadors de l'escola alemanya van dedicar-se a explicar aquest «segle quàntic», aquesta nova física, aquesta nova manera de pensar, aquest nou món.

3.1.4 Característiques de l'escola alemanya de divulgació

La divulgació prussianoalemanya posa l'èmfasi en la quàntica i en la relativitat, però també en la dimensió intel·lectual de la ciència. És una escola compromesa amb el que es pot anomenar *teoria de la ciència*. Segons Roqué, els científics-divulgadors alemanys es pregunten per «la dimensió cultural de la ciència i no tant per la funció social, tema que es manifesta en l'escola anglesa o russa». L'interès de l'escola alemanya està a saber com ubicar la ciència en el conjunt de la cultura i

les arts i a saber quin pes específic té la ciència en el coneixement humà. En canvi, diu Roqué, «no estan tan interessats en els avantatges que la ciència pugui tenir per a la societat».

Conceptes com el relativisme, el principi d'incertesa, la ruptura amb la física clàssica o la indeterminació en les mesures van impressionar i influir en els cercles científics. Eren interrogants que buscaven resposta. La majoria dels científics-divulgadors alemanys van intentar afrontar aquestes preguntes. Sovint, aquestes discussions sortien fora del terreny de la física i entraven de ple en el camp de la filosofia.

Un altre dels aspectes que aborda directament o indirectament l'escola prussianoalemanya és el paper dels científics davant la tecnologia militar. Les possibilitats destructives de la fissió —un descobriment genuïnament alemany— i, en conseqüència, de la bomba atòmica, van generar un debat científic i moral d'alt nivell. La fissió del nucli atòmic havia estat descoberta experimentalment l'any 1932 per Otto Hahn i Fritz Strassmann i interpretada teòricament per Lise Meitner i Otto Frish.

El controvertit projecte atòmic alemany en els anys quaranta estava encara rodejat d'incògnites. Els físics i divulgadors alemanys s'hi van veure involucrats, tot i que el paper exacte que hi van tenir és poc clar. Diferents autors mantenen una llarga controvèrsia pel que fa al grau de participació real en el projecte atòmic dels físics alemanys que van romandre al país durant la Segona Guerra Mundial. Així, per exemple, Thomas Powers a *Heisenberg's War. The Secret History of the German Bomb* defensa que Heisenberg, per raons morals, no solament va endarrerir deliberadament el projecte nuclear militar alemany, sinó que el va abortar (BAIG, 2000). Ben al contrari, Jeremy Bernstein, en el llibre *Hitler's Uranium Club, The Secret Recordings at Farm Hall*, menysté les bondats ètiques dels científics alemanys i infravalora substancialment el poder nuclear germànic. Bernstein transcriu i comenta part dels enregistraments realitzats a *Farm Hall* (lloc on els aliats van confinar els científics alemanys implicats en la bomba atòmica) i en dedueix la incapacitat tècnica alemanya per portar a bon terme el projecte nuclear (BAIG, 2000). Sigui quina sigui la realitat, aquest moviment divulgador tan proper a la física atòmica va tenir un fort component filosòfic i ètic, que aflora en els seus textos i que el diferencia d'altres tradicions.

Al mateix temps, i com s'ha assenyalat abans, l'escola alemanya recupera l'esperit de la tradició de cultura integral del Renaixement. Cal tenir present que tant Einstein com la resta de divulgadors germànics es van formar en una cultura unitària del coneixement, a l'Alemanya del tombant de segle. Els estudiants de ciència estudiaven filosofia, dominaven les llengües clàssiques i aprenien quasi totes les arts. En aquest marc de cultura integral, l'esperit divulgador dels científics alemanys tenia tot el sentit.

Una característica genuïna de la tradició alemanya és que està molt centrada en les universitats. Per aquesta raó, té una notable importància la divulgació a través de conferències i/o de la docència universitària pròpiament dita. L'escola prussia-

noalemanya es basa en una Universitat alemanya molt potent, sobretot després de les reformes del segle XIX, que posen l'accent en la investigació.

Quan el model d'universitat napoleònica, basat en la classe magistral i sense recerca per part dels professors, començava a fer fallida, a Alemanya va néixer una nova manera d'entendre la universitat. La Universitat Humboldtiana, creada l'any 1810, es va edificar sobre els fonaments de la investigació científica, que passava a ser el motor de l'activitat acadèmica. D'aquesta forma, els resultats de les recerques experimentals s'introdueixen ràpidament en l'ensenyament. Els principals propulsors van ser els filòsofs Schelling i Fichte i, per sobre de tots, el baró Guillem von Humboldt, filòleg i humanista. La reforma volia impulsar el desenvolupament de totes les ciències: les de l'esperit, les naturals, les exactes i les mèdiques. El títol de doctor va cobrar aleshores el sentit que li donem avui: un grau que acredita la capacitat d'investigar (CHUAQUI, s. a.).

El professor, per tant, havia de ser un investigador i la tasca docent havia de consistir a comunicar els nous coneixements i no pas a limitar-se al que ja estava escrit als llibres. En aquestes universitats de Prússia van néixer la filologia clàssica, la historiografia moderna, la gramàtica comparada, la morfologia moderna, la patologia cel·lular, la mecànica quàntica, la mecànica del desenvolupament, la geometria esfèrica, la teoria de la relativitat i la teoria formalista de les matemàtiques. Però la reforma també es va estendre al nivell de secundària, és a dir, al liceu, i així va néixer el *gymnasium humanisticum*, de gran prestigi fins als nostres dies.

La creació d'aquest nou model d'Universitat basat en la investigació va tenir conseqüències molt beneficioses per a la ciència i per a la divulgació, ja que es va allargar l'estada dels alumnes i dels professors a la Universitat, l'autèntic centre neuràlgic de la vida cultural. Es va convertir en una tradició dels estudiants alemanys quedar-se uns anys més a la Universitat atrets pels professors que renovaven la ciència. Eren famoses les estades a Göttingen per aprendre matemàtiques, uns anys més a Berlín per ampliar l'horitzó de la història ensenyada per Mommsen o per assistir als cursos de mecànica quàntica de Heisenberg, a Leipzig, o de Schrödinger, també a Berlín (CHUAQUI, s. a.).

Semblantment, per als professors la Universitat va deixar de ser un lloc de pas, calia que es dediquessin a temps complet a la tasca acadèmica. La Universitat Humboldtiana es va convertir en el model de les universitats germàniques, i Alemanya, amb el major nombre d'universitats per habitant, va passar al capdavant de la ciència fins que va esclatar la Segona Guerra Mundial. Aquest model va influir fortament en les universitats dels Estats Units (CHUAQUI, s. a.).

Una darrera característica important de l'escola alemanya va ser la gran interactivitat entre els divulgadors. Hi havia molt de contacte personal entre ells, es feien visites els uns als altres constantment, discutien els detalls de les teories, debatien apassionadament, assistien a les conferències dels altres col·legues, s'escriuïen cartes o, simplement, compartien informació. Era una mena de gran consorci de físics, matemàtics i divulgadors. Una de les raons que explica tant de contacte entre ells era la poca quantitat de físics que hi havia en l'època. Segons Roqué, «l'any 1900

només hi havia 1.500 físics al món i, per tant, era lògic que estiguessin molt atents els uns als altres i que es comuniquessin constantment».

De les moltes trobades entre els divulgadors prussianoalemanys, algunes han adquirit, per diferents motius, una gran repercussió i, fins i tot, han agafat trets de llegenda. Un d'aquests punts àlgids en la interacció constant entre els físics germànics va ser les discussions al voltant de la nova mecànica quàntica que es van produir a la tardor de 1927 en dues cèlebres reunions: l'assemblea de físics de Como i el congrés Solvay de Brussel·les. Els moments més interessants no van tenir lloc a la sala de les conferències, sinó durant els menjars dels hotels. Bohr i Einstein portaven el pes de les discussions sobre la interpretació de la mecànica quàntica. A Einstein no li satisfien les relacions d'indeterminació, i constantment plantejava situacions experimentals imaginàries per posar a prova la teoria. L'endemà, Bohr aportava una solució al problema plantejat per Einstein. En aquest context es van dir les conegudes frases «Déu no juga als daus» (Einstein) i «No és ni pot ser feina nostra ordenar a Déu com ha de regir el món» (Bohr, en rèplica a la primera) (BAIG, 2000).

També va ser memorable i enigmàtica la trobada de 1941 entre el físic alemany Werner Heisenberg i el seu antic mestre Niels Bohr a la Copenhaguen ocupada pels nazis. La divulgació científica va beneficiar-se d'aquella reunió polèmica en una obra teatral extraordinària, considerada per alguns la millor mostra de teatre científic del segle XX (PRESAS, 2002). *Copenhaguen*, escrita pel dramaturg britànic Michael Frayn, va tenir un èxit espectacular de públic i crítica i va revitalitzar el gènere de la ciència com a tema teatral. L'obra, estrenada a Londres el 1998 i a Nova York el 2000, escenifica la incertesa d'aquell encontre de Heisenberg i Bohr en presència de la dona del segon, Margrethe, en plena Segona Guerra Mundial. Per alguns, es tractava simplement de veure el mestre i parlar-hi. Per altres, Heisenberg buscava la col·laboració de Bohr en els projectes nuclears dels nazis. El debat ètic que els divulgadors alemanys van posar sobre la taula en nombroses obres es manifesta en aquesta mostra brillant de teatre científic.

Un altre fòrum de bescanvi d'informació a l'Alemanya del moment van ser les conferències. Aquestes conferències dels científics dirigides a audiències generals però amb formació acadèmica, les anomenades *Rede*, eren molt freqüents a Alemanya (FORMAN, 1971; CALVÓ, 2001) i acostumaven a ser el camí per fer que els joves s'incorporessin a la ciència. Les *Rede* eren una eina divulgadora de primera magnitud. Com que molts dels divulgadors assistien a les conferències dels altres, els ponts de diàleg entre ells s'estenien de manera contínua i sistemàtica. Cap altra tradició divulgadora no ha conegut una massa crítica de científics-divulgadors tan nombrosa concentrada en tan poc temps i amb tanta interactivitat entre ells.

3.2 GOETHE, EL PRECURSOR DE LA DIVULGACIÓ ALEMANYA O L'HOMME QUE VA UNIR LA POESIA I LA CIÈNCIA

A Johann Wolfgang Goethe (1749 – 1832) sempre li agradava recordar que havia nascut el mateix any que s'havien publicat els primers volums de la *Història Natural* de Buffon, un dels grans clàssics de la divulgació científica. Goethe, un dels alemanys més universals, va ser un científic i un literat que va divulgar la ciència mitjançant la prosa i la poesia. Ell mateix creia que, amb el pas del temps, seria més recordat per la seva obra científica que per la literària (DOMÍNGUEZ, 2000).

Com afirma Fernández Buey, Goethe «mirava la natura amb ulls d'artista i d'investigador al mateix temps» i «passava contínuament del món màgic del poeta al món lògic del pensador».

Goethe va ser molt més que un afeccionat als temes científics: al llarg de la seva vida va escriure sobre meteorologia, botànica, zoologia, antropologia i geologia.² La seva doctrina de la metamorfosi avança un tema capital de la ciència del segle XIX: l'evolució de les espècies. Goethe ha passat a la història de la biologia com a descobridor d'un os del crani humà: l'os intermaxil·lar. Aquesta darrera és la seva contribució a la ciència més inqüestionable.

A Nàpols, en el curs del viatge a Itàlia que li va canviar la vida, Goethe desenvolupà la coneguda tesi de la metamorfosi de les plantes. La sorprenent varietat de plantes mediterrànies va cridar-li tant l'atenció que al peu del Vesubi s'apassionà per la plasticitat de les plantes i per la capacitat d'adaptar-se a condicions extremes. La teoria de Goethe parteix d'una intuïció: totes les plantes, o com a mínim una gran majoria, provenen d'una primera planta, l'arquetip. En una carta enviada a Herder li comunica el descobriment:

Estic a punt de descobrir el secret de la generació i de l'organització de les plantes [...] La planta primordial (*Urpflanze*) serà la més estranya criatura del món. Amb aquest model i amb la clau que l'explica es poden inventar plantes fins a l'infinit [...], encara que no existeixin. La mateixa llei es podria aplicar a totes les altres criatures vives (Carta a Herder, 17 de maig de 1787, citada a DOMÍNGUEZ, 2002).

L'escriptor germànic va fer un poema cèlebre sobre la seva teoria de la metamorfosi de les plantes titulat *La metamorfosi de les plantes* (1790). Aquesta obra, de gran acollida entre la crítica, està dedicada a la seva amant Christiane Vulpius, una florista de baixa extracció social, a la qual intentava il·lustrar. Els versos següents, al·lusius a aquesta llei secreta de generació de les plantes, figuren a la introducció del llarg poema (DOMÍNGUEZ, 2000):

2. Es pot consultar la interessant novel·la de Domínguez que recrea els aspectes científics de Goethe: Martí DOMÍNGUEZ. *El secret de Goethe*. Barcelona: Edicions 62, 1999.

De sorpresa, amada, t'ompli aquesta múltiple mescla
de bigarrades flors que adornen aquest jardí;
molts noms escoltes i sempre uns i altres,
amb vibracions bàrbares, t'assetgen l'orella.
Tot i que semblants en les formes, no són mai iguals,
i així denuncien totes una llei secreta,
algun sacre misteri. Oh! amada! jo voldria
poder-te desxifrar aquest enigma.

En el *Faust* trobem també moments amb referències a la seva teoria de la metamorfosi, com en aquest breu fragment de només tres versos (citats per FERNÁNDEZ BUEY, s. a.):

Et mouràs segons normes eternes
a través de mil i mil formes
i tens temps fins que arribis a ser home.

Malgrat que les teories de la metamorfosi de les plantes de Goethe no eren completament reeixides, Darwin va citar Goethe, fet que evidencia la importància del geni alemany en el vessant científic.

A partir de l'èxit de *La metamorfosi de les plantes*, el mestre de les lletres alemany va començar a utilitzar la poesia, a més de la prosa, per donar major difusió a les idees científiques i apropar-les a un públic ampli (DOMÍNGUEZ, 2002). Goethe era partidari de la unió de la poesia i la ciència, com ho prova aquest emotiu passatge de *Zur Morphologie*:

Ningú no volia comprendre la unió íntima de la poesia i la ciència; s'oblidaven que la poesia és la font de la ciència i no s'imaginaven que amb el temps poden formar una aliança estreta i fructífera en les més altes regions de l'esperit humà.

Goethe buscava una racionalitat que superés l'escissió de subjecte i natura i defensava el «desenvolupament harmònic integral de la cultura», de totes les branques del saber humà, ja que cap element de la realitat no «dóna un ésser veritable si es contempla aïllat» (FERNÁNDEZ BUEY, 1991: 162-170).

Són especialment pròdigs en aspectes divulgadors les *Converses amb Eckermann*. Eckermann era un altre poeta alemany, no tan famós, que departia habitualment amb l'autor del *Werther*. Goethe va difondre igualment aspectes científics en textos de creació literària, per exemple, en el *Faust*, *Les afinitats electives* o *El Divan*.

L'interès per la ciència li va durar a Goethe tota la vida, tot i que altres científics del moment, com Blumenbach o Camper, van intentar silenciar-lo, ja que consideraven aquella activitat «una mostra de dilettantisme inacceptable» (DOMÍNGUEZ, 2000). Goethe, que es considerava ell mateix un científic, es queixava amargament al seu amic Eckermann del tractament que rebia per part dels científics de més renom: «Els savis, i especialment els matemàtics, no deixaran de trobar ridícules les meves idees, i tal vegada faran una cosa millor: com a gent distingida que són, les ignoraran

completament» (DOMÍNGUEZ, 2002). És cert que mai no va ser un gran taxònom, especialitat de la botànica, perquè «no va tenir mai l'afany d'exhaustivitat», però en la seva actitud davant les plantes «sens dubte hi ha una mimesi de l'esperit rousseau-nià», a través del qual l'autor del *Faust* pretén, com qualsevol científic, «descobrir les lleis comunes dels éssers vius» (DOMÍNGUEZ, 2002).

Goethe va difondre sobretot temes relacionats amb les ciències naturals i la física, en concret sobre l'òptica de Newton, a la qual s'oposà. El punt de partida de les investigacions òptiques de Goethe va ser l'art, la mirada de l'artista. És ben coneguda la vocació de pintor de l'autor del *Faust*, accentuada en el curs del seu viatge a Itàlia. L'objecte dels seus estudis sobre la llum i els colors era l'afany de ser cada vegada més veritable i exacte en l'expressió artística de les seves emocions estètiques.

Goethe es va interessar molt aviat per l'òptica, fins al punt de transcriure els seus experiments i reflexions en una obra que primer va titular *Contribucions a l'òptica* i que finalment es va anomenar *Esbós d'una teoria dels colors* (*Entwurf einer Farbenlehre*). El treball de Goethe va ser metòdic durant deu anys, entre 1810 i 1820: va estudiar obres antigues i contemporànies que tracten la llum i els colors en el camp de la física, va comprovar experiments realitzats per altres, va fer i desfer experiments propis i va idear aparells i dispositius nous tancat en una cambra fosca, combinant prismes i lents i manipulant el raig de sol que penetrava pel petit orifici obert en la fusta de la finestra (FERNÁNDEZ BUEY).

El centre de la crítica de Goethe va ser la ja famosa *Òptica* d'Isaac Newton. La crítica goethiana de Newton es basa en els següents punts: Newton fa un ús parcial, interessat i abusiu de les teories per demostrar els seus experiments i, a l'inrevés, dels experiments per demostrar les teories; «martiritzava» la llum amb un ús inadequat dels instruments i en desvirtuava els resultats; i fa una «descomposició» incorrecta de la llum i empra una «artificiosa» formulació matemàtica en la seva doctrina. En general, l'opinió dels científics i dels historiadors de la ciència sobre la crítica de Goethe a Newton i sobre la seva formulació alternativa d'una teoria de la llum i dels colors ha estat clarament negativa (FERNÁNDEZ BUEY; SACRISTÁN, 1963; SEPPER, 1988).

Goethe va escriure també sobre el que avui anomenem *teoria de la ciència*. Aquestes idees apareixen a *Farbenlehre*, *Màximes i reflexions* i *La morfologia*. L'autor del *Werther* va assenyalar problemes interessants per al conjunt de la comunitat científica. En particular, Goethe es refereix a la complexa relació de la teoria amb l'experiència i al concepte d'hipòtesi, «curiosíssima exigència aquesta [...], incompleta sempre fins i tot pels que les esgrimeixen». De manera semblant, fa una crítica del mecanicisme, es mostra partidari de col·locar la síntesi per sobre de l'anàlisi i defensa que el científic ha d'aspirar a la percepció intuïtiva del tot, al pensament global en contraposició al pensament fragmentat de l'abstracte científic (FERNÁNDEZ BUEY).

Nascut a Frankfurt l'any 1749, poeta, dramaturg, novel·lista i científic, Goethe és reconegut com un dels més grans escriptors alemanys de totes les èpoques. És el màxim exponent del Romanticisme a Alemanya. D'origen burgès, va estudiar dret a Leipzig i Estrasburg, on va conèixer Herder, del qual fou deixeble. L'any 1773 va

publicar el seu primer gran èxit, el *Werther*, obra clau del moviment literari romàntic, escrita com a novel·la epistolar de temàtica amorosa amb final tràgic.

L'any 1775 es va instal·lar a Weimar, una ciutat petita que va esdevenir un dels centres culturals més importants d'Europa. Aviat va ser nomenat conseller del principat de Weimar i, més tard, ministre. L'any 1786 va viatjar a Itàlia: van ser quatre anys per la Península Itàlica que li van fer veure la vida d'una altra manera. Des d'aquell moment, Goethe va centrar-se en la recerca científica i en la pintura.

Els darrers anys de la vida de Goethe van estar marcats per l'agreuiment de diverses malalties i per la dedicació a la literatura, fonamentalment a la redacció final de la seva obra més coneguda, el *Faust* (1808), el seu llegat literari més important, sense menystenir *Elegies romanes* (1790), *Torquato Tasso* (1790) i *Les afinitats electives* (1809).

Goethe ha de ser considerat, d'alguna manera, «un producte de la Il·lustració francesa».³ L'exclamació que se li atribueix en el moment de morir prova l'anhel de Goethe, fins al darrer moment, per saber més. Aquell desesperat «Mehr Licht!» (més llum!), en què reclamava la llum de la Il·lustració, ressona encara avui en un savi que va aconseguir la unió de la poesia i la ciència.

3.3 HUMBOLDT, HELMHOLTZ I BOLTZMANN, TRES DIVULGADORS DEL SEGLE XIX

Tres divulgadors de la tradició prussianoalemanya nascuts després de Goethe són imprescindibles per entendre l'evolució de l'escola germànica cap a l'època daurada, la primera meitat del segle XX. Contemporani de l'autor del *Faust*, Alexander von Humboldt va ser un naturalista i un viatger incansable que va intentar resumir els coneixements del seu temps. Hermann Helmholtz, pare d'alguns dels físics alemanys que van brillar al segle XX, va deixar textos i conferències memorables de divulgació. Ludwig Boltzmann va ser un notable popularitzador de la ciència, especialment en llibres i conferències, en la dinàmica i fecunda Viena imperial del segle XIX.

Naturalista i geògraf alemany, Alexander von Humboldt (1769 – 1859) va realitzar diverses expedicions científiques a Europa, Àsia i Amèrica. Durant una expedició al continent americà, acompanyat del botànic francès Aimé Bonpland, va descobrir la unió dels rius Orinoco i Amazones, a més de fer importants estudis sobre astronomia, botànica, zoologia i mineralogia. Humboldt, que va introduir a Europa diferents espècies vegetals americanes per primera vegada i va descobrir diversos minerals, va recollir aquests treballs en el llibre *Viatge a les regions equinoccials del Nou Continent*

3. Entrevista personal amb Martí Domínguez realitzada a Barcelona el 7 d'octubre de 2003.

(1807). Humboldt fou un destacat científic que va contribuir a la climatologia, la morfologia terrestre, la geografia física marítima i la geobotànica.

Considerat per Bolívar el «descobridor científic del Nou Món», per Charles Darwin era senzillament «el mestre, el gran viatger i el millor científic». Com a científic, Humboldt és un dels últims representants del concepte universal del coneixement, característic del moviment de la Il·lustració. Fou reconegut en vida com un dels més grans naturalistes del seu segle.

Si l'esmentat text *Viatge a les regions equinoccials del Nou Continent*, redactat en francès, va ser la publicació que el va consagrar, *Kosmos* (1845) és l'obra mestra de Humboldt. L'autor elabora un resum de tots els seus estudis i un compendi notable dels coneixements del seu temps. El divulgador alemany va arribar a redactar quatre volums, dels cinc previstos en l'obra —el darrer va ser publicat després de 1860. El subtítol de *Kosmos*, *Idea general d'una descripció física de l'Univers*, recull aquesta voluntat exhaustiva de Humboldt per fer una síntesi filosòfica de la seva època.

Altres obres que versen sobre la seva estada a Amèrica són: *Quadres de la naturalesa*, *Examen crític de la història i la geografia del Nou Continent i progressió de l'astronomia nàutica dels segles XV i XVI*, *Assaig polític sobre el Reino de Nueva España (1826-1827)* o *Assaig sobre l'illa de Cuba*. La majoria d'aquests textos esdevenen una reeixida combinació de disciplines molt variades: política, cartografia, geologia, història, economia o etnografia.

Humboldt fou un dels iniciadors de la literatura científica de viatges i un gran divulgador dels paisatges del Nou Món a Europa. L'estil de Humboldt va crear escola entre els naturalistes de la seva època. Així, es van conèixer com a *humboldtians* aquells deixebles d'Alexander von Humboldt que van fer servir un vocabulari ple d'adjectius per donar al paisatge la major densitat possible de significat. Humboldt sempre volia ressaltar els aspectes més poètics de la ciència.

Aquest divulgador germànic va ser també un bon conferenciant i un mecenes de la ciència. Durant la seva vida, especialment després dels viatges americans, va pronunciar a Berlín i a altres ciutats conferències extraordinàries dirigides a un públic de totes les capes socials. Les conferències van assolir una popularitat considerable. Humboldt va fer múltiples activitats per promocionar la ciència i va invertir la seva fortuna personal en viatges i publicacions i a ajudar altres científics joves amb pocs recursos.

L'autor de *Kosmos*, que va viure a cavall dels segles XVIII i XIX, encarnava a la perfecció l'esperit de la Il·lustració del Segle de les Llums i, al mateix temps, l'esperit romàntic de la centúria següent. Per Humboldt eren indissociables els fenòmens naturals i els humans, de la mateixa manera que ho eren allò natural i allò espiritual o el saber científic i l'humanístic.

La seva obra científica i literària es retroalimenta de la filosofia de Goethe. Humboldt coneixia destacats personatges de la ciència, com ara el mateix Goethe, Gay Lussac, Laplace, Delambre, Berthollet, Cuvier o Ritter, i va compartir-hi coneixements. Compromès amb el liberalisme progressista, Humboldt, el prototip del científic burgès, va rebutjar l'esclavitud i va defensar amb fervor els drets humans.

Humboldt va néixer a Berlín el 14 de setembre de 1769 en una família de la noblesa prussiana. Després de rebre una educació molt completa en tots els àmbits del coneixement per part de professors privats, va començar a viatjar per Europa. Pel març de 1799 va arribar a Espanya per obtenir l'autorització del rei Carles IV per viatjar a les colònies d'Amèrica. Finalitzats els llargs periples, el 1827 va tornar a Berlín, on el rei de Prússia el va nomenar conseller personal. El tsar de Rússia el va convidar a visitar el país i, amb 60 anys, va emprendre encara una nova expedició: la travessia de Rússia, per Sibèria, fins a la frontera xinesa. Alexander von Humboldt va morir el 6 de maig de 1859. S'apagava aleshores una de les ments més polifacètiques de la ciència i la divulgació alemanyes de totes les èpoques.

Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821 – 1894), físic, matemàtic, fisiòleg, psicòleg, meteoròleg i divulgador alemany sovint conegut senzillament com Helmholtz, està considerat un dels grans científics alemanys del segle XIX. Helmholtz va introduir de forma definitiva a la física la llei de la conservació de l'energia, descoberta per Robert Meyer. També va presentar treballs importants sobre la primera llei de la termodinàmica i va preveure l'estructura atòmica de l'electricitat. Helmholtz defensava que la calor i l'electricitat eren intercanviables i formes d'una mateixa cosa: l'energia. Aquesta energia prenia un valor fix i constant en la natura i sempre es conservava, malgrat que es manifestés de maneres diferents.

Aquest científic alemany va descobrir l'oftalmoscopi, instrument que permet examinar l'interior de l'ull, així com l'oftalmòmetre i el ressonador. Helmholtz va aclarir el funcionament de l'oïda mitjana i va contribuir a la fisiologia de la conducció nerviosa. Apassionat de la música, va escriure nombrosos tractats d'acústica.

Científic i humanista al mateix temps, Hermann von Helmholtz va ser un personatge absolutament interdisciplinari. A banda de les aportacions en física i fisiologia, estava molt interessat per la filosofia. En aquest sentit, convé destacar el text divulgador *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*. Va ser un brillant divulgador de les disciplines que va estudiar, en obres com *L'òptica i la pintura*, *L'harmonia musical* i *Conferències científiques populars (Popular scientific lectures)*. En una d'aquestes conferències fou el primer a abordar la idea de les representacions en tres dimensions.

La seva obra principal fou *Handbuch der Physiologischen Optik* (1866). Aquest text va ser, durant la segona meitat del segle XIX, la referència fonamental en el camp de l'òptica fisiològica, amb teories empíriques sobre la visió espacial i el color. Molts dels plantejaments que recull el llibre han constituït els punts de partida metodològics de la psicologia de la percepció. Helmholtz, que va influir notablement en la generació de físics alemanys de la República de Weimar, va ser el mentor de Max Planck, el pare de la física quàntica.

Helmholtz va estudiar biologia i va exercir de metge a Potsdam, ciutat on havia nascut. Va ser oficial de l'exèrcit, professor d'anatomia, fisiologia i física a Bonn i a Berlín, i va treballar al Museu d'Anatomia de Berlín. Va morir a l'actual capital alemanya l'any 1894.

El físic austríac Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) és el gran teòric de la cinètica dels gasos. Boltzmann va posar les bases de la mecànica estadística, quan va establir la llei d'equipartició de l'energia i la llei de distribució de Maxwell-Boltzmann. El científic vienès va suposar encertadament que les lleis i propietats de la termodinàmica eren el resultat del comportament d'un elevat nombre de molècules i que, per tant, podien ser interpretades per la mecànica estadística. El seu treball, reconegut unànimement amb posterioritat a la seva mort, va convertir-se en l'únic mètode capaç d'explicar amb èxit el moviment brownià.

Bon coneixedor de la ciència de l'època, va defensar brillantment les seves idees sobre l'atomisme i va polemitzar sobre qüestions que després es convertiren en temes destacats de la filosofia de la ciència. Boltzmann va contribuir a la divulgació amb conferències de gran popularitat, especialment les celebrades a l'Acadèmia Imperial de la Ciència de Viena. Algunes d'aquestes conferències i altres escrits de caire humanístic s'agrupen en les següents obres: *Escrits de mecànica i termodinàmica*, *Lectures on gas theory* o *Theoretical physics and philosophical problems: selected writings*.

La vida de Boltzmann està molt vinculada a la capital austríaca, encara que va passar llargues temporades fora de la ciutat. A la Viena del segle XIX va florir la cultura en el sentit més ampli del terme. La ciència i les humanitats caminaven plegades: la música es renovava de la mà de Mahler, Schönberg i Johann Strauss fill, al mateix temps que Freud creava la psicoanàlisi i els seus alumnes la desenvolupaven.

Després d'estudiar a la Universitat de Viena, per la qual es va doctorar l'any 1866, Boltzmann va ser professor de física i matemàtiques a Viena, Graz, Munic i Leipzig. Aquest físic austríac va suïcidar-se l'any 1906, decebut perquè les seves idees no eren acceptades.⁴

3.4 ALBERT EINSTEIN, UN *REVOLUCIONARI* DE LA CIÈNCIA I LA RETÒRICA

Albert Einstein (1879 – 1955) és un dels mites de la ciència i de la divulgació científica del segle XX. Einstein representa una de les grans excepcions europees d'un segle dominat per la divulgació d'origen nord-americà. Físic de formació profundament centreeuropea, aquest divulgador universal va tenir tres nacionalitats al llarg

4. Es poden ampliar detalls de la vida i obra de l'autor a les següents obres: BLACKMORE, J. (ed). *Ludwig Boltzmann: his later life and philosophy, 1900-1906*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995; BRODA, E. *Ludwig Boltzmann: Mensch, Physiker, Philosoph*. Berlín: Franz Deuticke, 1955; JUNGnickel, C.; MCCORMACH, R. *Intellectual Mastery of Nature*. Chicago: University of Chicago Press, 1986.

de la seva vida: l'alemanya, la suïssa i la nord-americana. Dotat d'una intel·ligència extraordinària, Einstein va ser un científic, un divulgador, un filòsof i, sobretot, un enamorat de la vida i del coneixement. Aquest físic va posar tot l'esforç i tot el talent a entendre el món i va deixar una teoria, la de la relativitat, que va revolucionar la física i va suposar una revisió radical dels conceptes més fonamentals: l'espai, el temps i l'univers. Com va dir Max Planck, Einstein va encetar una «nova forma de pensar» que canviaria la física i la ciència per sempre més.

La multidisciplinària obra científica d'Einstein és extraordinàriament extensa i impossible de resumir en poques ratlles. Tal vegada, les dues contribucions fonamentals a la ciència van ser la teoria de la relativitat, coneguda universalment i «la peça mestra a la qual va dedicar tota la vida», i l'edificació de la física dels quants (1905-1924) (SANZ, 2000).

La teoria de la relativitat suposa un canvi diametral respecte a la mecànica clàssica imperant a final del segle XIX sota els dissenys de les lleis de Newton. El 1905 va ser l'*annus mirabilis* d'Einstein. En aquell any un desconegut va publicar tres articles en revistes de física, tres dels quals de gran importància,⁵ que van esdevenir el punt de partida de la teoria de la relativitat. Aquesta teoria, desenvolupada amb una elevada abstracció matemàtica, inaccessible per a no especialistes, diu, en termes amplis, que les lleis generals són de tal manera que la seva forma no depèn de l'elecció del sistema de coordenades.

Algunes de les implicacions per a la física i la ciència en general d'aquesta teoria són: modifica els conceptes d'espai i temps i, d'altra banda, abandona el concepte tradicional de massa i energia, alhora que estableix el principi de conservació de la matèria-energia. Amb la teoria einsteniana, també canvien el concepte de llum i la concepció general de l'Univers. De fet, Einstein va establir les bases de la cosmologia moderna gràcies a «la remarcable profunditat de la seva concepció de l'Univers» (ELIZALDE, 2000).

Les idees d'Einstein han estat aplicades materialment a dispositius i processos tècnics, com ara la fotoemissió, la fibra òptica, el làser, els rellotges de precisió i el sistema de localització GPS (SANZ, 2000; CHINEA, 2000).

Les aportacions que va fer a la mecànica quàntica es consideren menys exclusives. Einstein va preocupar-se de la mecànica quàntica des del començament de la seva carrera investigadora. El físic alemany en va criticar la forma de representació, ja que la considerava «parcial i insatisfactòria», i es va oposar al caràcter estadístic, amb la cèlebre frase «Déu no juga als daus». Einstein va fracassar en l'intent d'elaborar una teoria universal dels camps físics, que va mantenir, malgrat tot, fins al darrer dels seus dies.

5. Els articles versen sobre els camps del moviment brownià, l'efecte fotoelèctric i la relativitat especial.

Obra divulgadora

L'obra de divulgació fonamental d'Einstein va ser *Sobre la teoria de la relativitat especial i general* (1917), de la qual van aparèixer catorze edicions abans de 1923. Al prefaci del text, l'autor advertia que havia posat tot l'esforç «per presentar les idees principals de la manera més clara i simple possible, respectant en general l'ordre i el context en què van ser realment concebudes» (EINSTEIN, 2000: 7).

A *Sobre la teoria de la relativitat especial i general*, que serà estudiada posteriorment en aquest capítol en l'apartat d'estil, van seguir monografies com *El significat de la relativitat* (1921) o *L'evolució de la física* (1938), aquesta última escrita conjuntament amb Leopold Infeld. *La meua visió del món* (1934) o *Les meues idees i opinions* (1954) agrupen textos sobre matèries diverses que deixen veure l'Einstein ciutadà o l'Einstein persona pública. Aquest investigador universal va publicar textos periodístics divulgadors excel·lents en els diaris alemanys de més tirada i, a partir de 1919, en diaris de tot el món. Einstein va ser un dels primers científics d'adonar-se del potencial de la ràdio o, com diu Roqué, potser fou al revés, «la ràdio i la premsa van adonar-se del gran potencial que tenia Einstein com a comunicador».

La gènesi de l'Einstein divulgador es produeix entre 1905 i 1915, període de germinació també de la teoria de la relativitat. Einstein va ser conscient, des del primer moment, que si la gent del carrer no l'entenia, el seu treball no serviria de res. Einstein divulgava, però, també amb una altra finalitat: li preocupava molt que les seves idees fossin malenteses. Volia divulgar ell abans que ho fessin altres i ho fessin malament.

El 1919 hi ha un abans i un després en l'Einstein divulgador. L'aparició de l'article «La meua teoria» al diari londinenc *The Times* va provocar «la projecció d'Einstein a escala planetària» (ROQUÉ, 2002). L'article apareixia pocs dies després que una expedició britànica confirmés, mitjançant determinades mesures de la curvatura dels raigs solars, les teories d'Einstein. A partir d'aquell dia de 1919, en un moment difícil políticament a Europa, quedava clar que un alemany havia destronat un anglès, Newton, com a màxima autoritat de la física.

La popularitat d'Einstein va créixer exponencialment a tot el món. Des d'aquell 1919, Einstein va assumir un altre rol dintre de la ciència. Va passar a ser el pare d'un nou saber teòric i l'encarregat de donar-lo a conèixer, defensar-lo i desenvolupar-lo. A partir de 1919, Einstein va esdevenir una figura mediàtica com no s'havia vist mai. Va néixer llavors un segon Einstein: l'Einstein conferenciant, l'Einstein comunicador, també un excel·lent divulgador científic.

El mite Einstein es va alimentar per una relació curiosa i contradictòria entre complexitat i simplicitat. Mentre que el físic insistia i demostrava que l'essència de les seves teories era bàsicament la simplicitat lògica, explicable a partir de la mateixa natura, els conciutadans consideraven que les teories eren extremament complexes. El públic motivat per la teòrica simplicitat s'esforçava a aprendre-les i Einstein era cridat pertot arreu per impartir conferències magistrals.

Einstein va viure de l'ensenyament fins que va poder viure de les conferències i de la fama. Les seves habilitats comunicatives van quedar patents tant a les aules com en les innumbrables conferències que va pronunciar per tot el planeta. El món el va veure com el posseïdor d'un coneixement incompres per molts que oferia grans possibilitats per a un desenvolupament de la ciència i la tècnica. Irònic, clar i perspicaç, Einstein tenia un sentit de l'humor extraordinari i mai no va tenir pudor de dir allò que pensava obertament. Deia que no posseïa «ni una capacitat ni un saber particulars, sinó només la passió de la investigació» (SANZ, 2000).

Els seus alumnes el van descriure «com descuidat en la manera de vestir, però amb un especial estil pedagògic que els deixava encantats». Quan parlava, «feia l'efecte de descobrir allò que exposava, involucrant l'auditori en el descobriment». Les classes es perllongaven a vegades amb discussions en el cafè més proper. Einstein «no només va ensenyar ciència, sinó també coherència» (SANZ, 2000).

Estil

L'Einstein divulgador està tan proper a l'Einstein científic que es confonen. I es confonen en gran mesura pel poc temps que va transcórrer entre els descobriments i la seva difusió. D'altra banda, és sorprenent la unitat d'estil entre l'obra científica i l'obra divulgadora. L'estil del científic en les obres pròpiament científiques ja era expressament simple, fins i tot, «ingenu» (ROQUÉ, 2002).

Albert Einstein va encetar una retòrica revolucionària de la ciència des dels primers articles fonamentals de 1905. L'article «Sobre l'electrodinàmica dels cossos en moviment» és sorprenent perquè no conté referències, no té cites d'autoritat i les poques notes a peu de pàgina són de caràcter explicatiu. El seu estil és senzill, i gran part de l'article pot seguir-se sense tenir un coneixement tècnic avançat (INFELD, 1950: 23).

Els tres articles més importants de 1905 van ser escrits d'aquesta manera sorprenent. Einstein no va emprar en cap moment «la retòrica oficial de la ciència», va rebutjar reforçar la seva obra amb cites pomposes, va mantenir sempre «una identitat de pensador independent» i va empènyer el lector «a repensar supòsits comunament acceptats» (LOCKE, 1997: 144). L'estratègia retòrica de cada text és la mateixa: començar amb un conflicte aparentment irresoluble i, després, amb l'ajuda d'una nova teoria, la teoria de la relativitat, solucionar el problema de la manera més inesperada, la qual, per si mateixa, implica un replantejament fonamental dels nostres conceptes.

El text científic d'Einstein s'aproxima tot sovint al que seria «una xerrada sobre física», sense tecnicismes ni cites, mantenint un suspens considerable fins a obtenir una teoria, en paraules del mateix físic alemany, «simple i consistent» (LOCKE, 1997: 145).

Einstein sempre té cura de presentar les seves idees «en la seqüència i connexió amb què van originar-se en realitat». Einstein dramatitza, parla de la relativitat com

una teoria simple i consistent que «entra en lliça» i cavalca al rescat del conflicte plantejat —conflicte en el sentit del drama grec, com passa en el cas de Darwin— per donar explicacions a problemes aparentment irresolubles. Einstein delimita, dramatitza i localitza el conflicte. Una nova teoria d'aplicabilitat universal, la teoria de la relativitat, el solucionarà (LOCKE, 1997: 146).

Una de les tècniques divulgadores més característiques de la seva prosa són els anomenats experiments mentals o experiments de pensament, en els quals Einstein fa imaginar al lector situacions concretes que es poden resoldre per lògica o amb sentit comú. Encara que el públic no sabés res de física, podia intuir la solució del problema. Sovint feia imaginar al lector que era la primera persona que pensava un determinat problema i, aleshores, el raonament esdevenia assequible perquè partia de zero. Amb aquesta estratègia, el lector o l'espectador de les seves conferències podia seguir-lo amb major facilitat. Molts dels experiments de pensament, plantejats en termes extremament simples, estan basats en rellotges de mà, una de les «dèries» explicatives de l'autor.

Un d'aquests experiments de pensament és especialment memorable. Es tracta del conegut relat de l'home en la cambra per l'espai exterior. Semblant a l'home de Galileu en la cabina del vaixell que no podia dir si el vaixell es movia o no, l'home d'Einstein es troba en una cambra amb un ganxo a dalt, mitjançant el qual la cambra és arrossegada amb una acceleració constant. Els observadors que són fora de la cambra amb la pròpia estructura de referència veuen allò que està passant. Però, com són les coses per a l'home de la cambra des del propi sistema de referència? L'home arriba a la conclusió que la cambra i ell estan en un camp de gravetat constant en relació amb el temps (EINSTEIN, 1961: 47). La qüestió és que el punt de vista de l'home i el dels observadors de fora són igualment admissibles, és a dir, pot donar-se acceleració sense gravetat o gravetat sense acceleració, com es vulgui.

Un altre tret peculiar d'Einstein és la voluntat de comunicar emocions. Volia que aquells que el llegien o l'escoltaven fossin partícips dels camins de la investigació, de l'emoció d'un descobriment, de l'emoció que produïa un encert en una hipòtesi de treball:

No escassegen els autors capaços de presentar amb claredat una teoria actual, però quasi sempre s'ofereix al lector un producte acabat, cosa que li impedeix sentir l'emoció de la investigació i el descobriment, el curs viu del pensament, comprendre amb claredat les circumstàncies que van determinar que es preferís un camí a qualsevol altre. La lectura d'aquest llibre, contràriament, permetrà al lector seguir el desenvolupament del pensament.

Einstein va aplicar aquest principi a alguns dels seus textos, com «Consideracions cosmològiques sobre la teoria de la relativitat general», on apareix aquesta anotació: «Ara conduiré el lector pel camí indirecte i aspre que jo mateix he recorregut, perquè és la meua única esperança que el resultat final pugui interessar-li» (EINSTEIN, 2000).

En aquest camí indirecte i aspre, Einstein feia habitualment una aturada en exemples molt ben triats, estratègia també visible en la seva obra purament científica. Per analitzar els conceptes físics de temps i d'espai, busca sempre un exemple proper, com s'observa en la següent definició de simultaneïtat: «Si, per exemple, dic “el tren arriba aquí a les set en punt”, vull dir quelcom com això: La situació de l'agulla petita del meu rellotge a les set i l'arribada del tren són esdeveniments simultanis» (EINSTEIN, 1961: 38-39).

L'autor, com s'ha assenyalat, trenca la veu habitual de la ciència i parla directament amb el lector: «En els vostres dies escolars, la majoria dels que va llegir aquest llibre us va familiaritzar amb la noble construcció de la geometria euclidiana.» És un to d'un pacient «explicador de contes per a nens», amb una pretensió de fer-ho tot perfectament clar i eminentment comprensible. Ell mateix ho reconeix així: «He tractat deliberadament els fonaments empírics de manera maternal, perquè els lectors no familiaritzats amb la física no se sentin com el caminant al qual els arbres no deixen veure el bosc» (EINSTEIN, 1961: VI).

Einstein no és la veu anònima i sense agent de la prosa científica convencional. En el seu lloc, apareix la veu real d'un escriptor: un agent que ha entrat en el camp del discurs per explicar allò que està fent i per què ho fa. Allò que està fent, és clar, és canviar la concepció del lector sobre com funciona el món. I no pot aconseguir aquest propòsit revolucionari amb les afirmacions monòtones de la ciència normal, amb la premissa implícita que ell i els seus lectors comparteixen un coneixement comú. Més aviat ha de conduir el lector a un viatge de descobriments per una terra nova i inesperada (LOCKE, 1997: 151).

Segons el professor Gerald Holton, una de les primeres influències d'Einstein va venir de part d'Ernst Mach, filòsof i físic amb imatge de «lluitador aïllat», que possiblement va captivar el jove Einstein quan llegia els seus llibres. Així mateix, el va influir August Föppl, físic menor però autor de textos bàsics per a científics i enginyers. En Föppl s'observen el to de guia pacient i el mateix tipus de periodització de l'exposició (LOCKE, 1997: 152).

Alguns autors han vist la influència de Galileu en la retòrica d'Einstein (LOCKE, 1997: 153). Com que Einstein havia escrit una introducció a l'edició contemporània del *Diàleg* de Galileu, estava «sens dubte familiaritzat també amb el text de Galileu, i és possible que aquest exercís també la seva influència sobre la retòrica que va fer servir per fer comprensibles les seves idees revolucionàries» (LOCKE, 1997: 153).

Com havia fet Galileu, totes les tècniques emprades pel divulgador alemany —el model conflicte/resolució, les analogies, els experiments de pensament, el to maternal— serveixen a «un propòsit únic: portar el lector fins al món radicalment nou ideat per Einstein» (LOCKE, 1997: 153).

Vida

Aquest científic inigualable va néixer a Ulm (Alemanya) el 1879, en una família burgesa de comerciants jueus. De l'entorn familiar, el seu oncle Jakob i un estudiant de medicina que freqüentava la casa familiar van esperonar-lo a estimar les ciències i els llibres. Des de ben petit va destacar en les matemàtiques. La seva formació superior va començar al Politècnic de Zuric, on va escriure, el 1905, els citats tres grans articles que enceten la seva carrera científica.

El 1903 es va casar amb Mileva Maric, amb qui va poder compartir inquietuds científiques. El matrimoni, però, es va trencar el 1919. En el moment de la ruptura, Einstein ja feia cinc anys que s'havia establert a Berlín. Havia acceptat una plaça de professor sense obligacions docents a la ciutat berlinesa, la *meca* de la física del moment. Aquests cinc anys a Berlín van ser els més fecunds de la vida científica del físic alemany. L'any 1921 va rebre el premi Nobel de física, per les investigacions de 1905. Des de 1919, Einstein era universalment famós i viatjava per tot el món. El 1923 va visitar Espanya enmig d'una gran expectació i va impartir conferències, per aquest ordre, a Barcelona, Saragossa i Madrid. Einstein va viure un primer quart de segle difícil a Alemanya, agreujat pel fet de ser jueu. El seu rebuig cap a l'Alemanya de Hitler, escollit a les urnes, es va materialitzar amb la fugida del país l'any 1933. Es va instal·lar a Princeton (Estats Units), on el 1940 va jurar la nacionalitat nord-americana.

Des del punt de vista polític, Einstein es declarava demòcrata pacifista, era favorable al desarmament nuclear i tenia un sentiment profundament cosmopolita, perquè es considerava, per damunt de tot, un ciutadà del món. Violinista i amant de la música, va ser també un afeccionat a la navegació i al muntanyisme. Einstein va morir a Princeton el 18 d'abril de 1955. Tres anys abans, havia rebutjat una proposta per presidir l'estat d'Israel.

El 1933, quan Einstein va posar els peus als Estats Units fugint de Hitler, es produïa un canvi important: un dels més grans divulgadors de l'Europa continental arribava a Amèrica, el continent que ja havia començat a manar en la missió de divulgar la ciència al món. Einstein ha de ser entès, des d'aquest punt de vista, com el darrer gran divulgador d'origen i formació continental europea. El seu viatge a Princeton significa el crepuscle d'una rica tradició divulgadora continental europea, iniciada per Galileu amb el *Diàleg*.

3.5 WERNER KARL HEISENBERG, LA CERTESA DE LA DIVULGACIÓ ALEMANYA

El físic i divulgador alemany Werner Karl Heisenberg (1901 – 1976) és l'autor d'aportacions excepcionals a la teoria de l'estructura atòmica i pare del principi

d'incertesa, que ha exercit una profunda influència en la física i la filosofia del segle XX. El principi d'incertesa diu que determinats parells de variables físiques d'una partícula no poden calcular-se simultàniament amb total precisió. Aquest principi va ser clau en el desenvolupament de la mecànica quàntica. Heisenberg fou guardonat el 1932 amb el premi Nobel de física. A banda de bon científic, Heisenberg va escriure alguns dels millors textos divulgadors de la generació de científics alemanys de la República de Weimar.

Les arrels de les preocupacions literàries i divulgadores de Heisenberg es troben en el període d'estudi a l'institut de secundària de Munic. Durant aquells anys, els principals temes d'estudi eren les llengües clàssiques —latí i grec—, disciplines en les quals Heisenberg va obtenir les qualificacions més altes. Aquesta preparació humanística es va reflectir en la forma d'afrontar els problemes físics i les implicacions filosòfiques de la nova mecànica quàntica (BAIG, 2000).

Heisenberg sempre va assenyalar la importància que va tenir en el desenvolupament del seu pensament com a físic la formació rebuda en aquell institut de Munic, ja que va proporcionar-li «aptitud per a la meditació» a través de la lectura dels filòsofs grecs. «Gràcies a aquestes lectures —dirà en el llibre *Das Naturbild der heutigen Physik*— vaig comprendre amb molta més claredat els conceptes fonamentals de la teoria atòmica» (SPIELBERG, 1998).

El millor text divulgador de Heisenberg és, tal vegada, el llibre de memòries *Der Teil und das Ganze* (1969), on fa un repàs exhaustiu a la seva vida científica amb una qualitat redaccional notable. *Der Teil und das Ganze* és una obra on l'autor reflexiona sobre la moral, la religió i les situacions que va viure a l'Alemanya de la Segona Guerra Mundial. El text posa de manifest el profund sentit humanista dels físics atòmics del segle XX. Heisenberg rebla el clau en la idea que un científic és un ésser integral i, per tant, no es pot parlar del component humanista dels científics naturals, ja que «un científic és per naturalesa un humanista» (BARRERA, 2002). *Der Teil und das Ganze* és un dels llibres «més representatius de l'escola alemanya» perquè explica «perfectament» els canvis que van portar «de la física clàssica a la física moderna» (BAIG, 2000).

A *La imatge de la naturalesa en la física actual*, Heisenberg explora la relació entre la física i la filosofia i aporta interessants punts de vista respecte a les connexions entre l'educació humanística, la ciència natural i la cultura occidental. La seva preocupació humanística es va posar en relleu semblantment en l'obra *Física i filosofia* (1958), que estudia les relacions entre la física i la filosofia a partir de les novetats que aporta la mecànica quàntica.

Més enllà de la física: trobades i converses (1971) és un text on el científic alemany reivindica el paper dels diàlegs entre científics per tal d'arribar a resultats. «La ciència està arrelada en converses. La cooperació de diverses persones pot culminar en resultats científics de gran importància [...] Aquestes converses literalment van originar moltes de les teories que eventualment donarien fama a aquests homes [Einstein, Bohr, entre altres]», afirma Heisenberg al llibre.

Altres obres que cal destacar són *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheori* (1930), *Cosmic Radiation* (1946) i *Introduction to the Unified Theory of Elementary Particles* (1967). Heisenberg també va excel·lir de docent i conferenciant. Durant l'any 1929 va viatjar als Estats Units, al Japó i a l'Índia per impartir conferències sobre física atòmica.⁶

Nascut a Würzburg (Alemanya), Heisenberg va estudiar secundària a Munic, ciutat clau en la seva formació. Posteriorment, el 1922, va visitar la Universitat de Göttingen per assistir a algunes conferències de Niels Bohr, i ser ajudant del físic alemany Max Born. Pel maig de 1926, Heisenberg va ser designat professor de física teòrica a Copenhaguen, on va treballar amb Niels Bohr. «Vaig aprendre optimisme de Sommerfeld, matemàtiques a Göttingen i física amb Bohr», va dir en una ocasió.⁷ Heisenberg, que sempre va estar molt relacionat amb els millors científics alemanys, també coneixia Einstein.

El 1927 ja era professor titular de càtedra a la Universitat de Leipzig, localitat on va impartir la primera conferència pel febrer de 1928. Va romandre a Leipzig fins a 1941, quan va ser nomenat director de l'Institut de Física Kaiser Wilhelm a Berlín —centre que el 1946 va passar a anomenar-se Institut Max Planck de Física. A partir d'aleshores, va ser professor de les Universitats de Berlín (1941-1945), Göttingen (1946-1958) i Munic (1958-1976).

Heisenberg va encapçalar la investigació científica del projecte de la bomba atòmica alemanya durant la Segona Guerra Mundial. En el curs de l'enfrontament i durant mig any, Heisenberg i altres científics alemanys van ser detinguts i confinats a Farm Hall, un edifici de la ciutat britànica de Godmanchester, a prop de Cambridge. Els serveis d'intel·ligència aliats van espiar-los i les seves converses foren gravades i comunicades puntualment al general Groves, director del projecte Manhattan —el projecte atòmic nord-americà. Acabat el confinament, Heisenberg, un destacat patriota, va tornar a Alemanya i es va ocupar de la reconstrucció de la ciència alemanya. No es va voler moure mai d'Alemanya, malgrat les nombroses propostes que va rebre per abandonar el país (BAIG, 2000).

6. La biografia de Heisenberg més completa escrita fins al moment és: David C. CASSIDY. *Uncertainty, the life and science of Werner Heisenberg*. Nova York: W. H. Freeman and Company, 1992.

7. Frase recollida en la biografia de la pàgina web: «Werner Karl Heisenberg», al lloc web *Astrocosmo*, Colòmbia, 2002. <http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-w_heisenber.htm> [Consulta: 14 novembre 2003].

3.6 ERWIN SCHRÖDINGER, LA CONNEXIÓ DE LA FÍSICA I LA BIOLOGIA

Erwin Schrödinger (1887 – 1961), físic i divulgador austríac, va sorprendre la comunitat científica quan va desenvolupar una rigorosa descripció matemàtica de les ones estacionàries discretes que descriuen la distribució dels electrons dintre de l'àtom. Schrödinger va demostrar que la seva teoria, publicada el 1926, era l'equivalent en matemàtiques a les teories de mecànica matricial del físic alemany Werner Heisenberg, presentades l'any anterior i, conjuntament, representaven la base de la mecànica quàntica. Schrödinger va compartir el premi Nobel de física de 1933 amb el britànic Paul A. M. Dirac, per les contribucions al desenvolupament de la mecànica quàntica. També va realitzar recerques importants sobre els espectres atòmics, la termodinàmica estadística i la mecànica ondulatoria.

En el vessant de divulgador, Schrödinger va deixar llibres excel·lents sobre física i biologia, entre els quals sobresurt el genial *Què és la vida?* (1944), un text ple d'intuïcions que va exercir una destacada influència en la ciència del segle XX.

Schrödinger s'oposava a les especialitzacions del saber i era, com tots els científics de l'escola alemanya d'aquesta època, un ferm defensor de la unitat del coneixement humà. El divulgador austríac afirmava que un nou coneixement especialitzat, si es considera aïllat de la resta de coneixements, no té cap valor. Només pren valor en la síntesi amb tots els altres coneixements humans.

Segons Schrödinger, el tema de l'home havia de ser l'home, ja que la ciència era una part integrant del treball humà col·lectiu. Aquest austríac universal estava en contra de «l'especialista bàrbar» que no s'interessa, ignora o menysprea els esforços per integrar el coneixement en una cultura humana global.

L'interès del científic vienès per les humanitats data dels seus anys a l'escola i a l'institut, on no solament va formar-se en les disciplines científiques, sinó que també era un entusiasta de la gramàtica antiga i de la bellesa de la poesia alemanya. Schrödinger va escriure i publicar un llibre de poemes i un altre d'assaigs sobre els clàssics grecs, que podia llegir en grec (LOZANO MEJÍA, s. a.).

Magnífic conferenciant, Schrödinger era també un professor excepcionalment ben considerat, sovint es presentava a les classes amb camisa i sabates esportives, cosa molt estranya a l'època, però que accentuava la proximitat amb els alumnes. No separava l'activitat docent de l'activitat com a investigador. De fet, els seus treballs més famosos, els realitzats per determinar l'equació que avui porta el seu nom, «van ser resultat de l'esforç per explicar als estudiants que assistien al seminari de física de l'Institut de Zuric les idees que, des de finals de 1923 i durant 1924, havia publicat el físic Louis de Broglie» (LOZANO MEJÍA, s. a.).

Convençut defensor de la divulgació, el mestre austríac assenyalava la difusió dels coneixements com el motor de la ciència. Sostenia que els resultats de la ciència havien sorgit de les grans síntesis científiques i de la seva difusió entre amplis grups de persones de nivells mitjans d'educació (LOZANO MEJÍA, s. a.).

Durant la seva estada a Dublín, Schrödinger va escriure el llibre *What is life?* (1944), que va motivar un gran nombre de físics, després de la Segona Guerra Mundial, a orientar-se cap a l'estudi de la biologia molecular. El text, aparentment aliè a la seva especialitat, va tenir la «la doble virtut d'interessar els científics i el gran públic» (CALVO HERNANDO, 2000).

Què és la vida? va impressionar personalitats científiques importants, com ara Francis Crick, un dels descobridors de l'estructura en doble hèlix de l'ADN l'any 1953. Crick sempre ha reconegut que va deixar la física per dedicar-se a la biologia quan va llegir el llibre d'Erwin Schrödinger. Aquest text de Schrödinger, un dels millors textos de divulgació científica de totes les èpoques, marca d'alguna manera un canvi de sentit en la primacia de la ciència mundial. Si la primera meitat del segle XX va estar dominada per la física de l'àtom, la teoria de la relativitat, la mecànica quàntica i la bomba atòmica, la segona meitat estaria dominada per la biologia molecular, la genètica i la bioquímica.

El llibre *Què és la vida?* i els altres treballs de difusió de Schrödinger estan escrits amb molt bon estil literari i contenen, a més d'informació científica, moltes reflexions de caràcter cultural, filosòfic i epistemològic. Schrödinger estava molt preocupat pel valor de la ciència, el mètode científic i els problemes filosòfics de la matèria, la causalitat, el determinisme i la llibertat de l'ésser humà. La seva lectura, amena i interessant, provoca el lector i el convida a reflexionar, a meditar sobre la ciència, la filosofia i la vida. Altres textos d'aquesta mena són *Ciència i humanisme* (1951), *La naturalesa i els grecs* (1954), *Ment i matèria* (1956) i *La meua concepció del món* (1962).

En l'obra *La meua concepció del món*, Schrödinger deixa un resum interessant del seu pensament filosòfic i humanista i les concepcions d'ètica i moral. L'autor conclou que l'ètica ha estat consubstancial al desenvolupament de l'espècie i ha evolucionat en paral·lel a l'ésser humà i, com la ciència natural, ha tingut revolucions i canvis de paradigma (BARRERA, 2002).

Schrödinger va escriure també *Collected Papers on Wave Mechanics* (1928), *Modern Atomic Theory* (1934), *Statistical Thermodynamics* (1945) i *Expanding Universes* (1956).

Nascut a la capital austríaca, Schrödinger va estudiar a la Universitat de Viena. Fou professor de física a les Universitats de Berlín i Stuttgart (Alemanya), Breslau (Polònia), Zuric (Suïssa), Oxford (Regne Unit), on es va traslladar amb l'arribada al poder dels nazis, i Graz (Àustria). Des de 1940 fins a la jubilació, el 1955, va ser director de l'escola de física teòrica de l'Institut d'Estudis Avançats de Dublín (República d'Irlanda). A la capital irlandesa, va escriure *Què és la vida?*, un llibre sense el qual la ciència i la divulgació del segle XX haurien estat d'una altra manera.

3.7 MAX PLANCK, EL PARE DE LA FÍSICA QUÀNTICA

El físic i divulgador alemany Max Planck (1858 – 1947) és el descobridor de la física quàntica. El món quàntic descrit per Planck l'any 1900 —juntament amb la teoria de la relativitat, formulada per Einstein una mica més tard (1905)— va generar la major revolució dels fonaments de la física des dels temps de Newton (ASOREY, BERNABÉU i HOOFT, 2000). Planck va rebre el premi Nobel de física l'any 1918.

Aquest físic germànic va ser el primer d'adonar-se, a final del segle XIX, que la radiació d'un cos negre (un sistema ideal capaç d'absorbir tota la radiació que li arriba) podia explicar-se si es considerava que l'energia electromagnètica era absorbida o irradiada únicament en forma discreta (a mode de quants o paquets d'energia) i no contínua, com es pensava fins al moment. Les tesis de Planck implicaven que l'energia no era divisible infinitament i, com la matèria, estava feta de partícules, a les quals va anomenar *quants*. Avançant en el desenvolupament d'aquesta teoria, va descobrir una constant de naturalesa universal que es coneix com la *constant de Planck* (h). També va establir la llei de Planck, que diu que l'energia de cada quant és igual a la freqüència de la radiació multiplicada per aquesta constant universal h .

Els descobriments de Planck, que foren verificats posteriorment per altres científics, van promoure el naixement d'un camp totalment nou en la física, la mecànica quàntica, i van trencar de manera dràstica els principis vigents de la física clàssica. Les idees de Planck van proporcionar les bases per a la investigació en el camp de l'energia atòmica, entre molts altres.

Planck va tenir sempre un esperit divulgador molt acusat en les seves obres. El premi Nobel de 1918 ha de ser tingut com un dels divulgadors més importants de la teoria de la relativitat i de la teoria quàntica. Planck defensava que era impossible «fer un tall net entre ciència, religió i art», ja que «la totalitat mai no és simplement igual a la suma de les parts». El llibre de memòries *Wissenschaftlicheselbstbiografie* (1949) és possiblement el seu millor text des d'aquest punt de vista ja que recull, a més de la pròpia vida, algunes de les idees cabdals del seu pensament i aborda els diferents problemes que comporta la física teòrica. El text esdevé, més aviat, una mena de biografia de la física moderna plena d'humilitat i saber. També explica el contacte que va tenir amb els seus mestres i com li van despertar la vocació científica. En aquest text, l'autor raona l'anomenat *principi de Planck*, un adagi peculiar que ha tingut un cert èxit: «Una veritat científica no triomfa quan convenç els seus oponents i els fa veure la llum, sinó que triomfa quan els seus oponents moren i una nova generació neix ja familiaritzada amb aquella veritat».

A survey of physical theory és una obra clàssica de la física del segle XX, on Planck explora les idees bàsiques de la física i explica els camins que va seguir per arribar

a formular la teoria quàntica. Entre els llibres més importants convé citar *Introducció a la física teòrica* (en 5 volums, 1932-1933), *Tractat de termodinàmica, Filosofia de la física* (1936), *On va la ciència?* (1932), *Eight lectures on theoretical physics* i *El coneixement del món físic*.

Tot i néixer a Kiel (al nord d'Alemanya), l'educació bàsica de Planck va ser a Munic. En el llibre *Autobiografia científica*, Planck dedica unes emotives paraules a «l'excel·lent instrucció que va rebre durant molts anys al Maximilian Gymnasium, a Munic, del professor de matemàtiques, Herman Müller» (SPIELBERG, 1998). Les primeres inclinacions intel·lectuals de Planck no es van orientar cap a la ciència, sinó a la filologia i a la música. De tota manera, quan va ingressar el 1874 a la Universitat de Munic, va deixar la seva passió pels romàntics alemanys com Brahms, Schubert i Schumann per introduir-se en els complexos camins que li van obrir els professors Hermann von Helmholtz i Gustav Robert Kirchhoff, els quals van realitzar investigacions que Planck va utilitzar per a les seves recerques.

Docent a les Universitats de Munic i Kiel, el 1889 fou nomenat professor titular d'una de les càtedres de física de la Universitat de Berlín, càrrec que no va deixar fins a jubilar-se, el 1927. A Berlín, el temple de la física moderna, aquest alemany universal va desenvolupar el gruix del seu treball científic. La seva plaça va ocupar-la, posteriorment, Erwin Schrödinger. Planck era tingut per un home d'idees summament conservadores. Amant de la música, fou un gran pianista; de vegades tocava amb Einstein, que l'acompanyava amb el violí. Planck va morir a Göttingen l'any 1947 i la constant que porta el seu nom apareix gravada sobre la làpida on fou enterrat: $h = 6,62 \times 10^{-27}$ erg s (BERNABÉU, 2000).

3.8 NIELS BOHR, CIENTÍFIC EMINENT I PROMOTOR DE LA DIVULGACIÓ

Niels Bohr (1885 – 1962) és un físic i divulgador danès recordat principalment pel seu model atòmic, resultat de la genial intuïció de combinar les incipients idees quàntiques de Planck i Einstein amb el model atòmic de Rutherford. Bohr va obtenir el premi Nobel de física l'any 1922.

La contribució més important de Bohr va ser el desenvolupament del model atòmic. Bohr deia que els electrons, que estan en òrbita al voltant del nucli, no cauen en espiral com preveia la teoria electromagnètica, sinó que romanen en òrbites estables. Les òrbites tenen uns determinats nivells d'energia que corresponen a uns valors concrets, sempre múltiples enters d'una quantitat mínima: el quant d'energia. Bohr va estar present en tot el procés d'elaboració i interpretació de la física quàntica (la coneguda com a *interpretació de Copenhaguen*). En aquest procés

van ser fonamentals les converses i discussions que va mantenir amb Einstein en el congrés Solvay de 1927 (BAIG i SANZ, 2000).

Dues aportacions cabdals més de Bohr van ser una proposta de teoria pel nucli de l'àtom i el principi de complementarietat. El físic danès va concebre el nucli atòmic com una gota líquida, model que va servir de suport teòric als treballs d'Otto Hahn i Lise Meitner per descobrir la fissió nuclear. El principi de complementarietat diu que, quan una partícula (electró o fotó) es comporta com una ona, no pot comportar-se simultàniament com un corpuscle, i a la inversa, però les dues descripcions resulten necessàries (BAIG i SANZ, 2000).

Bohr, que alguns consideren el segon científic més important del segle XX després d'Einstein (BAIG i SANZ, 2000), va atraure a treballar en el seu Institut de Física Teòrica de Copenhaguen durant períodes més o menys llargs els millors físics teòrics del moment. Va ser un incansable impulsor de debats i discussions entre els científics alemanys, que van enriquir la física i la divulgació de la ciència. En aquest sentit, aquest danès ha de ser tingut per un dels més grans promotors de la ciència europea moderna i un catalitzador necessari per a l'intercanvi d'informació entre els físics i divulgadors alemanys del primer terç del segle XX. Especialment important va ser la tasca de Bohr durant els anys de la República de Weimar, ja que els científics alemanys estaven aïllats de la resta de la comunitat internacional a causa del boicot sofert després de la Primera Guerra Mundial. Gràcies a Bohr, Copenhaguen, la capital danesa, va ser el port franc intel·lectual que va permetre connectar la ciència alemanya amb el món.

Com la majoria de científics germànics amb qui va tractar, Bohr era un humanista. Les preocupacions ètiques i filosòfiques, coincidint amb la revolució que vivia la física, van quedar reflectides en diferents obres de caire divulgador. A banda de físic, Bohr va ser un excel·lent filòsof de la natura i va saber explicar les seves teories amb un llenguatge assequible per al públic no especialitzat.⁸

Els textos divulgadors fonamentals de Bohr són *La teoria atòmica i la descripció de la naturalesa*, on descriu els seus pensaments sobre la constitució de l'àtom, els espectres atòmics i les aportacions a la taula periòdica dels elements químics, *Física atòmica i coneixement humà* i *Nous assajos sobre física atòmica i coneixement humà*.

Com afirma Baig, les obres de Bohr pretenen explicar el món que sorgeix després de les idees revolucionàries introduïdes per la nova física. Bohr volia conciliar la filosofia tradicional amb la nova manera de pensar dels físics que havien abandonat la causalitat. Bohr era molt expressiu en els textos i, tal com feia Einstein, es valia dels experiments mentals o experiments imaginaris per fer-se entendre. «És molt recordat per l'experiment imaginari que va fer servir en la construcció del seu model

8. Textos interessants sobre Bohr i la seva època són: J. M. SÁNCHEZ RON [et al.]. *Homenaje a Niels Bohr*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: Arbor, 1985; Henry J. FOLSE. *The philosophy of Niels Bohr: the framework of complementarity*. Amsterdam: North-Holland, 1985; Abraham PAIS. *Niels Bohr's Times*. Oxford: Oxford University Press, 1991; Leopoldo GARCÍA-COLÍN. *Niels Bohr: científico, filósofo, humanista*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica, 1986.

atòmic», diu Baig. El model de Bohr és una idealització d'una cosa ben coneguda per tothom, el sistema planetari, en el qual els planetes s'assimilen als electrons i el sol, al nucli. En el model, els electrons descriuran, com els planetes, òrbites estables, que només abandonaran en forma de salt després de l'emissió o l'absorció d'energia. Aquella imatge, vigent avui, quedarà per a la història de la divulgació de la ciència del segle XX, com hi ha quedat la doble hèlix de l'estructura de l'ADN.

Malgrat estar sempre rodejat de científics alemanys, la vida de Bohr està indiscutiblement lligada a la ciutat de Copenhaguen, la seva ciutat natal. Bohr va col·locar Copenhaguen, una localitat amb poca tradició científica, al capdavant de la recerca europea en física teòrica. Després d'estudiar a la capital danesa, Bohr va treballar a Manchester amb Ernest Rutherford, que poc temps abans havia descobert l'estructura atòmica constituïda per un nucli al centre i partícules carregades (els electrons) dibuixant òrbites al voltant del nucli. Les autoritats de Dinamarca li van oferir, el 1916, una càtedra i la promesa de construir un institut d'investigació propi. L'Institut de Física Teòrica es va fer realitat dos anys després gràcies a donatius, principalment de la companyia de cerveses Carlsberg. Bohr fou nomenat director, càrrec que no va deixar fins a la mort.

Bohr va exiliar-se per un període de tres anys durant la Segona Guerra Mundial, quan els nazis van envair Dinamarca. En aquests anys, va ajudar els Estats Units a desenvolupar la bomba atòmica, tot i que va ser un reconegut pacifista fins a la mort. De seguida, va tornar a Copenhaguen, a l'Institut de Física Teòrica, per continuar amb les activitats pròpies del centre, un dels llocs clau de la física i la divulgació científica del segle XX.

3.9 ALTRES DIVULGADORS ALEMANYS

Pascual Jordan (1902 – 1980) és un científic i divulgador alemany assenyalat com un dels fundadors de la física quàntica, juntament amb Planck, Heisenberg i Born. Jordan va publicar nombrosos llibres i assaigs de física teòrica, biofísica i astrofísica amb la voluntat de popularitzar la ciència en general i les noves lleis de la física en particular. Entre els seus textos més famosos destaquen *Elementare Quantenmechanik* (1929), *Anschauliche Quantentheorie* (1936) i *Die Physik des 20 Jahrhunderts* (1936).

Aquest darrer és, probablement, el seu llibre divulgador més conegut i va ajudar a difondre millor les aportacions d'Einstein, Bohr, Hertz o Franck. Si avui és un autor menystingut en comparació amb els divulgadors alemanys contemporanis, és, segurament, perquè no va ser tan conegut com a científic. Jordan, «un divulgador excel·lent» en paraules de Baig, és el més destacat del nombrós grup de

divulgadors alemanys «menys famosos», però que van fer un paper popularitzador extraordinari.

En aquest grup de notables secundaris, Roqué destaca altres personatges molt importants com professors de secundària, escriptors i editors de llibres de text o manuals de física, que, de la mateixa manera que Jordan, van ser «essencials» per a la difusió de les idees de la nova física.

Nascut a Hanover, Jordan va estudiar física, matemàtiques i zoologia a Göttingen, on va ser habilitat com a professor el 1926. Jordan va cooperar amb els nazis amb la ferma intenció de reduir el radicalisme del règim, sense aconseguir-ho. Aquest científic, que no va marxar mai d'Alemanya, va ser professor de física teòrica a les Universitats de Rostock, Berlín i Hamburg. Mai no es va poder treure de sobre l'etiqueta d'home profundament nacionalista i de dretes, massa proper al nazisme.

Max Born (1882 – 1970) és un físic i divulgador alemany nacionalitzat britànic que va oferir contribucions fonamentals a la mecànica quàntica. Born va aprofundir en el tractament matemàtic de la física quàntica i va permetre la interpretació probabilística de la funció d'ona. Per aquestes aportacions a la física teòrica, Born va rebre el premi Nobel de física de 1954, compartit amb el físic alemany Walter Bothe.

Les seves obres de divulgació més importants són *Einstein's Theory of Relativity* (1920) i *Atomic Physics* (1935). El llibre sobre les teories d'Einstein, tal vegada el seu text més reconegut, va gaudir d'una gran acceptació i va ajudar el gran públic a comprendre millor el significat i l'abast dels pensaments del científic alemany. També va escriure els textos divulgadors *Ciència i consciència a l'era atòmica*, *La responsabilitat del científic*, *Natural Philosophy of Cause and Chance* i *L'univers inquiet*.

Nascut a la ciutat alemanya de Breslau (a l'actual Polònia), Born va estudiar a les Universitats de Breslau, Zuric, Heidelberg i Göttingen. Fou professor a Berlín i a Frankfurt i va dirigir l'Institut de Física Teòrica de Göttingen. Born va emigrar a la Gran Bretanya el 1933 per fugir dels nazis i va fer diferents activitats docents i de recerca a les Universitats de Cambridge i d'Edimburg.⁹ Ja retirat, el 1953 va tornar a Alemanya i va instal·lar-se a prop de Göttingen, on va morir l'any 1970.

9. Es poden ampliar aspectes de la vida científica de Born a J. J. O'CONNOR; E. F. ROBERTSON. «Max Born». Dins: *The MacTutor History of Mathematics Archive*. University of St Andrews, 2003. Disponible en línia a: <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Born.html>> [Consulta: 12 desembre 2003].

4. Tradició anglosaxona

Tradició anglosaxona

- **LIMITACIÓ GEOGRÀFICA:** Gran Bretanya i els Estats Units. Londres actua com a metròpoli de la tradició abans del segle XX. A partir del segle XX, els Estats Units passen a ser el centre de l'escola anglosaxona.
- **LLENGUA:** Anglès.
- **SUBJECTES DIVULGADORS:** Al segle XVIII, és fonamental la figura del conferenciant com a divulgador. Al segle XIX, s'identifica bé un nou subjecte divulgador: el periodista científic. En general, els subjectes divulgadors principals de la tradició són alhora científics punters.
- **LÍDER O MÀXIM EXPONENT DE LA TRADICIÓ:** Darwin és el màxim exponent de la tradició anglosaxona al segle XIX. Faraday, també al XIX, excel·leix en la conferència científica i culmina la rica tradició conferenciant del XVIII. Al segle XX nord-americà, destaca més un conjunt d'autors que no pas un sol nom: George Gamow, Isaac Asimov, Carl Sagan, James Watson o Stephen Jay Gould.
- **ALTRES AUTORS DESTACATS:** Thomas Henry Huxley, James Clerk Maxwell, Lewis Carroll i els periodistes Robert Chambers i Edward Newman, al segle XIX britànic. Herbert George Wells, Rachel Carson, Martin Gardner, Philip Morrison, Edward O. Wilson, Steven Weinberg, Lynn Margulis, Daniel C. Dennett, Timothy Ferris o Lewis Thomas, entre molts altres, al riquíssim segle XX nord-americà.
- **TEXTOS FONAMENTALS DE LA TRADICIÓ:** *The Origin of the Species* (1859), de Charles Darwin, i *The Chemical History of a Candle* (1860), de Michael Faraday, al segle XIX. Al XX, és més difícil resumir la tradició en títols concrets. Algunes obres que van tenir una influència extraordinària van ser *Cosmos*, de Carl Sagan, com a sèrie televisiva i com a llibre, *The Double Helix* (1968), de James Watson, *One Two Three... Infinity: Facts and Speculations of Science* (1947), de George Gamow, i *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History* (1980), de Stephen Jay Gould.
- **ANTECEDENTS I PRECURSORS:** Durant el segle XVIII es dibuixen lentament les línies i els principis bàsics de la tradició.
- **TEMÀTIQUES PRINCIPALS DE DIVULGACIÓ:** Al segle XIX, predomina la física (electricitat i mecànica) i la natura (història natural i darwinisme). A la primera meitat del segle XX, la física atòmica. A la segona meitat del segle XX, la biologia molecular.
- **LIMITACIÓ TEMPORAL:** El període de major esplendor dura dos segles: el XIX i el XX. La importància de la tradició en el context mundial creix a mesura que avancen els anys. Incipient al XVIII, es consolida al XIX i esdevé hegemònica al segle XX i principis del XXI.
- **CONTEXT HISTÒRIC I SOCIAL:** En general, destaca la llarga tradició democràtica, tant de la Gran Bretanya com dels Estats Units. El segle XIX, el segle de l'Imperi Britànic i la daurada època victoriana, és un període d'agi-

tació social i política entre progressistes i conservadors. Gràcies al colonialisme, existeix una gran curiositat a la metròpoli per conèixer els vastos territoris de la corona, així com la seva gent, els animals, la vegetació, etc. Al segle XX, els Estats Units, un país jove, amb riqueses naturals, nascut lliure, republicà, molt favorable a la difusió dels coneixements i a la llibertat de premsa, dominen el món, sobretot després de les seves intervencions crucials en les dues guerres mundials. Amb la debilitat europea, els Estats Units passen a dominar la ciència i la seva difusió, alhora que es beneficien de la fugida de cervells europeus cap al seu territori (Einstein, Gamow, entre d'altres).

- **CONTEXT LITERARI I/O FILOSÒFIC:** La Il·lustració, el moviment cultural fonamental del segle XVIII, té un impacte moderat a la Gran Bretanya. En filosofia, la tradició reposa sobre els corrents empiristes i, en menor mesura, racionalistes. L'empirisme anglès va tenir molt de pes en tot el món occidental. En la primera meitat del segle XIX, fou visible una gran influència de la filosofia de Kant. A mesura que passen els anys, el determinisme en filosofia va arrelant en els cercles erudits, tendència que culmina amb l'acceptació de les teories del determinisme biològic de Darwin (visió mecanicista de la naturalesa). En literatura, el segle XIX és brillantíssim, amb autors del talent de Charles Dickens, Thomas Hardy, Oscar Wilde, Joseph Conrad, Sir Arthur Conan Doyle o Robert Louis Stevenson. El romanticisme anglès és un dels moviments literaris més importants al segle XIX, amb obres estretament relacionades amb la ciència com el *Frankenstein* (1818), de Mary Shelley.
- **CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA TRADICIÓ:** Es prefereix el terme popularització. Proximitat del divulgador respecte de l'objecte a divulgar. La tradició es val d'un llenguatge molt funcional i versàtil, l'anglès. L'escriptura es basa en un estil senzill, pràctic, clar i precís, que ha captivat. El to és molt proper i de fàcil connexió amb el públic. En molts casos, sobretot al segle XIX anglès, el redactat del científic es confon amb el redactat del divulgador. Multiplicitat i diversificació dels canals de divulgació (assaig, novel·la, poesia, conferències, literatura infantil, peces periodístiques, productes audiovisuals). Tant al segle XIX com al XX, els esforços divulgadors compten amb la valuosa aportació d'un periodisme científic poderós i prestigiós. Serà la tradició que més imitadors tindrà al segle XX a tot el món.

4.1 TRADICIÓ ANGLOSAXONA. GENERALITATS

4.1.1 Limitació temporal, geogràfica i lingüística

La tradició anglosaxona de divulgació científica ha arribat al segle XXI consolidada com la més poderosa de les diferents escoles que s'han configurat al llarg dels anys a Occident.

La tradició anglosaxona ha viscut tres moments diferenciats, coincidint amb els tres darrers segles. Al segle XVIII es van establir les arrels de la tradició. El segle XIX serà el de la plena consolidació de l'escola anglosaxona, especialment de la mà de Darwin, un científic que va escriure com un divulgador, i Faraday, un dels conferenciantes més brillants de totes les èpoques. El segle XX significarà l'hegemonia plena dels models anglosaxons, sobretot dels angloamericans. En general, la tradició, des del seu naixement, ha experimentat un creixement gradual i constant que l'ha portada, a poc a poc, a liderar el món en aquesta especialitat. És encara una tradició jove i moderna, en comparació amb les altres grans escoles.

La limitació geogràfica de la tradició depèn de cada període. Al segle XVIII, la tradició està centrada a la Gran Bretanya, amb Londres com a centre neuràlgic. Al segle XIX, en plena època victoriana, els dominis de l'Imperi Britànic arribaran als cinc continents. Londres, la gran metròpoli imperial, exercirà de capital també de la divulgació científica,¹ si bé els Estats Units, ja independents, començaran a guanyar pes com a potència divulgadora incipient. Aquesta tendència es plasmarà definitivament al segle XX, moment en què el domini angloamericà serà generalitzat. Al segle passat, la Gran Bretanya i els Estats Units es van intercanviar els papers, i el centre de la tradició anglosaxona va traslladar-se al continent americà. Era la primera vegada que el lideratge de la divulgació sortia d'Europa. Encara avui, l'antiga metròpoli camina algunes passes per darrere de l'escola divulgadora nord-americana.

Dintre dels Estats Units, no es pot situar una ciutat o una zona que actuï com a centre de la divulgació angloamericana. Més aviat, les ciutats nord-americanes actuen com a pols independents, si bé tenen més importància les grans ciutats de la costa Est, particularment Nova York. És un domini geogràficament multipolar,

1. De la importància de Londres com a metròpoli, en parla aquesta dada: al segle XIX, més de les quatre cinques parts dels periòdics britànics es publicaven a Londres (SHEETS-PYENSON, 1985: 552).

molt centrat en un doble pilar: les universitats, amb unes editorials universitàries fortes, i els mitjans de comunicació, amb la premsa, la ràdio i la televisió donades a la missió de la divulgació.

Durant el segle XX, aquesta tradició anglosaxona no ha quedat només circumscrita als Estats Units. El Regne Unit i, en menor mesura, altres zones anglòfiles, com ara Austràlia, Nova Zelanda o Canadà, han mostrat també bones i nombroses proves de vitalitat en aquest camp.

La llengua de la tradició anglosaxona ha estat únicament l'anglès, que amb el pas dels anys s'ha confirmat com un excel·lent vehicle per a la divulgació. L'anglès, un idioma de gramàtica senzilla i lèxic fàcilment adaptable als canvis, va dominar durant el segle XX la ciència mundial i això va facilitar el consegüent lideratge en la divulgació de les ciències. L'àrea d'influència de l'anglès ha anat més enllà de les fronteres de la pròpia tradició i els models anglosaxons s'han imitat i copiat arreu.

4.1.2 Context històric, literari i filosòfic

La tradició anglosaxona ha evolucionat des del segle XVIII fins avui amb el vent de la història a favor. En general, els territoris principals de l'escola divulgadora, el Regne Unit i els Estats Units, han gaudit d'una llarga tradició democràtica que ha portat la modernitat a totes dues societats. Aquest clima propici ha permès crear societats industrials ben vertebrades, amb àmplies capes mitjanes formades per treballadors potencialment interessats en la divulgació científica.

Malgrat l'agitació social i política entre progressistes i conservadors, el segle XIX va ser un segle de plenitud per a la Gran Bretanya. El gran Imperi Britànic dominava el món i abastava territoris dels cinc continents. La metròpoli es beneficiava de les matèries primeres que arribaven de les colònies d'ultramar, i des de Londres es controlava gran part de l'economia mundial.

Era l'època victoriana, un període de gran vigor social i cultural per a la Gran Bretanya. Els ciutadans de la metròpoli tenien una gran curiositat per conèixer els vastos territoris de la corona, així com la seva gent, els paisatges, els animals, la vegetació, «les sublims meravelles de la natura» (GOLINSKI, 2008). Nombroses expedicions a Àfrica i a Àsia van permetre satisfer aquestes necessitats. En aquest context, existia una demanda de productes de divulgació científica, a través de conferències, llibres o premsa.

En una societat liberal com la britànica, el moviment cultural i social de la Il·lustració no va passar desapercebut. Encara que sense la força que va tenir a França, el moviment social d'origen burgès que propugnava la racionalitat va influir en la vida filosòfica i literària britànica. En filosofia, al Regne Unit es va desenvolupar més el corrent empirista que el racionalista —més propi de l'Europa continental. L'empirisme anglès va donar autors de relleu mundial que es remunten a Francis Bacon (1561 – 1626). Bacon va reformar la metodologia científica vigent, mitjançant

la introducció del mètode logicoinductiu, oposat a la lògica sil·logística aristotèlica. La tradició continua, encara al segle XVII, amb Thomas Hobbes (1588 – 1679) i John Locke (1632 – 1704) i, ja al XVIII, amb George Berkeley (1685 – 1753) i David Hume (1711 – 1776).

Fou molt acusada la influència en la primera meitat del segle XIX de la filosofia del pensador alemany Immanuel Kant (1724 - 1804). Kant va establir els fonaments i els límits de la raó humana, a través d'una brillant síntesi superadora dels dos grans corrents del pensament occidental de la segona meitat del segle XVIII: el racionalisme de la Il·lustració i l'empirisme anglès. El sistema kantià va esdevenir l'expressió més elevada en el terreny de la filosofia del programa mecanicista desenvolupat en la filosofia natural per Newton.

Durant tot el segle XIX, la filosofia, la ciència i la religió interaccionen constantment. Els filòsofs i els científics més avançats sentien la necessitat de trobar una teoria global que expliqués els fenòmens evolutius a través de les lleis naturals, és a dir, amb els criteris científics establerts per la física newtoniana. Les postures contràries al determinisme biològic defensaven que l'ésser humà representava la culminació de la creació. Aquestes posicions eren essencialment teològiques, encara que nombrosos autors, per exemple Adam Sedgwick, van mirar de fonamentar-les en criteris científics.

Des de 1830, les teories evolucionistes van anar guanyant adeptes i els límits del debat científic se superaven contínuament. S'avivaven els corrents deterministes en filosofia i es posaven en dubte els postulats del cristianisme en matèria religiosa. La visió mecanicista de la naturalesa, ja considerada des dels temps de Laplace, rebia una empenta notable el 1844 amb l'obra de Robert Chambers *Vestiges of the Natural History of Creation*, un text de gran popularitat i clars postulats evolucionistes.

L'aparició de la teoria evolucionista, elaborada magistralment per Darwin i publicada el 1859 a *L'origen de les espècies*, va ser interpretada com la culminació del determinisme. A partir de 1875, les tesis darwinistes eren ja majoritàries i s'integraven així de ple en l'engranatge del pensament positivista dominant als cercles intel·lectuals britànics. Pocs anys després, el físic vienès Ludwig Boltzmann, en una cèlebre conferència davant l'Acadèmia Imperial de la Ciència, el 29 de maig de 1886, va expressar molt bé la importància del canvi de pensament en ciència, filosofia i religió: «Si vostès em pregunten per la meua convicció més íntima, si la nostra època es coneixerà com el segle de l'acer, o el segle de l'electricitat o del vapor, els contestaré sense dubtar que serà anomenat el segle de la visió mecanicista de la naturalesa, el segle de Darwin» (BAHAMONDE, 1992).

En literatura, el segle XIX britànic va ser extraordinari. En quasi tots els gèneres, els autors britànics van deixar textos memorables que eren consumits amb avidesa per una societat industrial plenament alfabetitzada i moderna. Charles Dickens (1812 – 1870), Thomas Hardy (1840 – 1928), Oscar Wilde (1854 – 1900), Joseph Conrad (1857 – 1924), Sir Arthur Conan Doyle (1859 – 1930) i Robert Louis Stevenson (1850 – 1894) van ser alguns dels escriptors més representatius de la rica literatura victoriana.

Un dels moviments literaris que més punts de contacte va tenir amb la ciència durant el segle XIX va ser el Romanticisme. *Frankenstein* (1818), de Mary Shelley, va tenir un gran impacte en la societat. A la novel·la de Shelley, fragments de cadàvers humans es convertien en criatures monstruoses, a partir de descàrregues elèctriques —l'electricitat fou un dels temes científics més debatuts del segle XIX. El text s'ha interpretat de moltes maneres. D'una banda, la novel·la avisava dels perills derivats del control de les forces de la natura per part dels científics i, de l'altra, era al mateix temps una al·legoria que esperonava els científics i els ciutadans per canviar el món i millorar la societat (GOLINSKI, 2008). *Frankenstein* i tota la bona literatura anglesa del segle XIX es van rebre a la resta del món occidental amb gran interès i admiració.

El domini britànic al planeta va decaure visiblement a principi del segle XX. Amb el procés descolonitzador començat de manera irreversible, la brillantor de l'època victoriana s'apagava per moments. El procés decadent, que afectava per igual les ciències i les arts, es va certificar amb la Primera Guerra Mundial, que, probablement, els aliats no haurien pogut guanyar sense l'entrada en acció de la més emergent de les seves excolònies: els Estats Units.

El segle XX va ser el segle americà. I ho va ser en molts sentits. Els nord-americans van acabar el segle controlant quasi tots els camps del saber: la recerca bàsica en ciència, la circulació de la informació, l'economia mundial i, entre d'altres, la política internacional. La divulgació científica no es va escapar d'aquest domini aclaparador.

Els Estats Units, un país jove, d'immigració, amb riqueses naturals, nascut lliure, republicà i de gran tradició democràtica, havien tingut sempre una sensibilitat molt especial per la difusió dels coneixements. Com s'afirma a la primera esmena de la Constitució, la llibertat de premsa és un dels pilars del seu sistema democràtic. A diferència d'Europa, on el control audiovisual es troba en mans públiques, el model audiovisual, bàsicament privat, és més flexible i adaptable a les situacions de cada moment.

Els Estats Units dominen el món sobretot a partir de les intervencions crucials en les dues guerres mundials per combatre l'imperialisme i el feixisme alemany. Amb la debilitat europea sorgida de la cruesa dels enfrontaments, els Estats Units passen a ser la potència hegemònica al planeta. La fugida de cervells europeus cap a Amèrica —Einstein, Gamow o Asimov en són algunes mostres que seran importants en la divulgació— aguditza el fenomen.

La Unió Soviètica va ser l'únic país capaç de fer ombra als Estats Units després de la Segona Guerra Mundial. En la darrera dècada del segle XX, però, la fallida de la Unió Soviètica i de tot el bloc oriental va acabar amb l'anomenada *Guerra Freda*. Aleshores, l'hegemonia nord-americana es va fer més evident que mai en tots els terrenys del coneixement humà. Apareixia un sol món, el capitalisme havia triomfat sobre el comunisme i la globalització i el pensament únic s'imposaven de manera implacable.

4.1.3 Autors i temes

Al segle XVIII, la divulgació científica britànica estava encara sota l'impacte de les teories de Newton. El físic anglès no va contribuir directament a la difusió de les idees, ja que escrivia en llatí i evitava al màxim que les seves teories s'escampessin entre la població, però, malgrat tot, la mecànica de Newton i la filosofia i l'ètica derivades del newtonianisme van convertir-se en la matèria fonamental de divulgació durant el segle XVIII al Regne Unit.

Les teories del físic més gran que ha donat la Gran Bretanya van arribar al poble a través de diferents camins. Els llibres, els almanacs, la literatura per a infants, la incipient premsa científica, que es faria forta al segle XIX, i sobretot, les conferències van ser els canals més destacats pels quals la gent del carrer va poder familiaritzar-se amb el principal tema científic del moment. Aquests canals també van servir per apropar al poble altres temes, com ara la geologia i la història de la terra, les «meravelles» de la natura, les novetats tècniques i la figura del científic entès com a heroi (GOLINSKI, 2008).

Tal vegada el subjecte divulgador fonamental del segle XVIII britànic era el conferenciant. Les conferències, moltes de les quals van ser organitzades per les societats científiques que començaven a proliferar, van gaudir al Regne Unit d'una popularitat inusitada. Aquestes conferències van rebre un impuls notable gràcies a un donatiu del físic i químic Robert Boyle en el moment de la seva mort. El gènere va tenir un dels més grans exponents del segle XVIII en la persona de John Theophilus Desaguliers, un britànic d'origen francès.

Els il·lustrats britànics van col·laborar a la divulgació científica per diferents camins. Una de les parts fonamentals del discurs polític dels il·lustrats era la difusió dels coneixements científics entre tots els ciutadans. Tot i que el moviment no va arribar a ser tan influent com a França, la tasca divulgadora dels il·lustrats britànics no és negligible. La primera enciclopèdia moderna va ser dirigida i editada per un anglès, Ephraim Chambers. Chambers va iniciar un camí que culminarien, a l'altra banda del canal de la Mànega, els francesos Diderot i D'Alembert, precisament quan el primer va rebre l'encàrrec de traduir la *Cyclopaedia or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (1728), de Chambers. Els il·lustrats britànics van agrupar-se entorn de la Lunar Society de Birmingham. Un dels membres d'aquesta societat i el líder del grup era Joseph Priestley, el descobridor de l'oxigen. Priestley va ser l'il·lustrat britànic més reconegut i un veritable pioner de la divulgació anglosaxona. Priestley va fugir, cansat de persecucions de les autoritats, als Estats Units. Un altre «llunàtic», Erasmus Darwin, l'avi de Charles Darwin, va divulgar amb gran qualitat conceptes científics complexos a través de la poesia, un canal de divulgació que paral·lelament empraria Goethe en la tradició alemanya.

Serà, però, al segle XIX quan dues de les més grans figures de la divulgació científica anglosaxona, Charles Darwin i Michael Faraday, brillaran amb llum pròpia. Darwin va ser, per damunt de tot, un científic, però la seva habilitat com a escriptor va propiciar que *L'origen de les espècies* esdevingués alhora una obra assequible a

qualsevol ciutadà. Darwin va ser un científic que va escriure com un divulgador. El llibre va provocar un terratrèmol intel·lectual i la seva influència perdura encara avui en el conjunt del pensament occidental. Per tots els racons de la Gran Bretanya, van estendre's còpies del text de Darwin, de tal manera que l'evolució va convertir-se en un dels temes científics fonamentals del segle XIX.

El tema proposat per Darwin tenia tots els ingredients per generar una veritable revolució. D'una banda, el text de Darwin arribava després que l'evolució hagués estat present en l'atmosfera britànica durant tot el segle. En aquest sentit, va ser molt valuós el text d'un altre brillant divulgador i periodista científic britànic, Robert Chambers, que va escriure el *best-seller* titulat *Vestiges of the Natural History of Creation* (1844), una de les obres de divulgació més importants del segle XIX britànic. El text, publicat de manera anònima, va encetar un ric debat i va preparar el terreny per a l'arribada de *L'origen de les espècies*, de Charles Darwin.

Les conferències sobre el darwinisme van proliferar al segle XIX. Fou sobretot el conegut zoòleg i divulgador Thomas H. Huxley qui més es va significar en la defensa de Darwin a través de les conferències. Huxley va protagonitzar, l'any 1860, un memorable debat amb el bisbe anglicà Samuel Wilberforce a l'Associació Britànica per al Progrés de la Ciència (BAAS), que va ajudar a consolidar el darwinisme.

Precisament va ser en el gènere de les conferències en el qual va excel·lir Michael Faraday, l'altre gran divulgador anglosaxó del segle XIX. Científic de primera línia, Faraday va assolir una perfecció mai no vista com a expositor de temes científics a audiències àmplies. Dominador de l'escena en el sentit teatral del terme, les conferències del físic van gaudir d'un èxit sensacional. Faraday va fer un ús magistral del recurs de la ironia i va distingir-se per combinar explicacions teòriques amb experiments i demostracions *in situ* que van captivar els ciutadans que acudien al teatre de la Royal Institution. Algunes d'aquestes magnífiques conferències s'agrupen a *The Chemical History of a Candle* (1860), un llibre que va tenir una acollida excepcional i que no ha parat d'editar-se fins avui. *The Chemical History of a Candle* és una de les obres de divulgació anglosaxones més notables de totes les èpoques. Faraday i el seu llibre més popular culminen la rica tradició de les conferències iniciada al segle XVIII.

Altres conferenciant britànics importants van ser el mestre de Faraday, Humphry Davy, el popular químic John Dalton, el citat Huxley, i altres científics o autodidactes com Lawrence Bragg, Robert Ball i Samuel Taylor Coleridge.

Al segle XIX, s'identifica bé un nou subjecte divulgador: el periodista científic. Robert Chambers i Edward Newman destaquen com a periodistes més significatius del segle XIX britànic. L'inquiet Chambers, l'autor anònim de l'esmentat *Vestiges*,² era l'ànima del magazín *Chambers's Edinburgh Journal*, una publicació influent i ben elaborada. Newman va ser un periodista científic que encarna perfectament el perfil tipus dels periodistes científics britànics. Científic *amateur* i autodidacte,

2. El nom de l'autor no es va saber fins a la dotzena edició, apareguda l'any 1884, tretze anys després de la mort de Chambers.

Newman va editar diversos periòdics de ciències naturals, entre els quals destaquen *Magazine of Natural History*, *Entomologist*, *Zoologist* i *Phytologist*.

A banda dels periòdics de Chambers i Newman, moltes publicacions britàniques van sortir al carrer amb la ciència a les seves pàgines. A principi del segle XIX, *The Edinburgh Review* i *The Quarterly Review*, dues revistes culturals, van abordar amb molta cura les diferents disciplines científiques, com també ho va fer *Philosophical Magazine*, revista científica que ha arribat als nostres dies. Més lloable encara, des de l'òptica divulgadora, va ser la tasca de *Penny Magazine*, una publicació de gran tirada especialment adreçada a la classe treballadora.

El 4 de novembre de 1869 va ser un dia clau per al periodisme científic anglosaxó. Aquell dia naixia una de les publicacions pròpiament científiques més importants del segle XIX britànic i de totes les èpoques: la revista *Nature*. La publicació va començar com un setmanari il·lustrat de ciència i va derivar en la publicació especialitzada que coneixem avui.

Les temàtiques divulgadores fonamentals del segle XIX van ser, tant pel que fa al periodisme com a la resta de canals de la difusió pública de la ciència, la física i les ciències naturals. Ja des del segle XVIII, la física tenia una gran tradició a la Gran Bretanya —Newton, el pare de la física clàssica, era anglès. Un fenomen particular, molt britànic, va ser l'edició de les revistes populars de mecànica, una part de la física amb molts seguidors a les Illes Britàniques. Però, a banda de la mecànica, els temes més comuns de la física del segle XIX van ser l'electricitat i el magnetisme i les seves respectives aplicacions industrials.

La història natural va captivar els anglosaxons durant tot el segle XIX. Si amb els *Vestiges* de Chambers el debat sobre l'evolució prenia carta de naturalesa, amb *L'origen de les espècies* de Darwin la passió pels temes naturals es va desbordar. Les ciències naturals es van tractar als llibres de divulgació des de tots els punts de vista. Es parlava de l'origen de la vida, de l'evolució de les espècies, de la zoologia, dels insectes, de la microbiologia o d'aspectes relacionats amb la medicina.

Segle XX: l'hegemonia nord-americana

La tradició anglosaxona va viure un canvi profund al segle XX. El declivi britànic, ja incipient en la darrera dècada del XIX, va anar acompanyat d'un ascens molt marcat de la divulgació científica procedent de l'altra banda de l'oceà Atlàntic. Els Estats Units van prendre la iniciativa dintre de la tradició i, en paral·lel, l'hegemonia anglosaxona va estendre's a tot el món.

Escriptors i científics nascuts als Estats Units o vinguts de la Gran Bretanya, del centre d'Europa o de l'Europa de l'Est van ser els responsables d'aquesta floració divulgadora, una de les més espectaculars que ha conegut el món en tots els temps. D'alguna manera, la diferent procedència dels divulgadors americans va generar una mena de fusió de diferents tradicions, com l'alemanya, la russa o la francesa, sota un llenguatge comú, l'anglès, i unes formes comunes, les anglosaxones.

Al segle XX nord-americà, destaca més un conjunt d'autors que no pas un sol nom. George Gamow, Carl Sagan i Stephen Jay Gould són potser els tres divulgadors més destacats d'aquest grup.

La paternitat de la tradició nord-americana recau en George Gamow, reconegut físic i apassionat divulgador científic d'origen ucraïnès. En els seus textos, Gamow va intentar explicar els secrets de la física, com ara l'origen de l'Univers i el món de l'àtom. El seu llibre més conegut i més llegit és *One Two Three... Infinity: Facts and Speculations of Science* (1947).

Carl Sagan va saber adaptar com ningú els llenguatges de la divulgació a la televisió. El director i presentador de la popular sèrie *Cosmos* va tenir l'habilitat de captar l'atenció de l'espectador i la destresa de mostrar la ciència amb termes comprensibles. Sagan va convertir, per primera vegada, la ciència en un tema de gran audiència a la televisió —un total de 400 milions de persones a 60 països. *Cosmos*, una adaptació en format de llibre, va ser un *best-seller*, com altres textos divulgadors de l'autor.

A la segona meitat del segle XX, el nord-americà Stephen Jay Gould va ser un continuador de la riquíssima tradició britànica en temes d'història natural i sobre l'evolució. El polèmic Gould, un científic esplèndid, va atrapar el públic amb un llenguatge ple de vida i de color. Els textos de Gould versen sobre zoologia i la teoria de l'evolució. Puntual col·laborador en premsa, un dels seus llibres més celebrats fou *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History* (1980).

Altres autors destacats del gloriós segle XX nord-americà són Isaac Asimov i James Watson. Asimov, d'origen rus, va divulgar de forma compulsiva: quasi 500 obres de divulgació i de ciència-ficció que van llegir-se amb avidesa. El llibre *The Double Helix* (1968), de James Watson, un dels descobridors de l'estructura de l'ADN (àcid desoxiribonucleic), va tenir una extraordinària influència. Watson, *l'enfant terrible* de la divulgació americana, va despullar els científics i va retratar amb precisió les batalles existents en la professió a l'hora de culminar una recerca.

Els mitjans de comunicació nord-americans van abocar-se també durant el segle XX a la missió divulgadora. D'aquesta manera, els periodistes científics van definir-se com a subjectes divulgadors de primera línia, a través de publicacions periòdiques o de programes i informatius de ràdio i televisió.

Pel que fa a la premsa generalista, el diari *The New York Times*, erigit com el millor diari informatiu-interpretatiu del món, va explicar amb sobrietat i rigor els principals episodis científics del segle. El periodista d'aquest periòdic William Laurence va ajudar a entendre els secrets de l'energia atòmica i el seu ús durant la Segona Guerra Mundial.

L'any 1978, John Noble Wilford, un dels periodistes fonamentals de la segona meitat del segle passat i del mateix diari, va rebre l'encàrrec de crear un suplement setmanal de ciència. Batejat amb el nom de «Science Times», el suplement de *The New York Times* ha arribat als nostres dies amb un vigor admirable i ha estat imitat a la majoria de països occidentals.

En un altre producte del grup, el magazín de *The New York Times*, van tenir una excel·lent acollida els articles de ciència del popular divulgador James Gleick, autor també d'alguns *best-sellers* notables. Una de les periodistes que millor va representar aquest periodisme nord-americà modern, fresc, àgil, clar i directe, va ser Sharon Begley. A les planes de la revista setmanal *Newsweek*, i després a *The Wall Street Journal*, les atractives cròniques de Begley van fer que gent que mai no havia llegit ciència s'interessés per aspectes com l'origen de la vida, l'alimentació, la ment humana, la clonació o els processos de l'envelliment.

Al mateix temps, foren cèlebres les columnes divulgadores del metge polifacètic Lewis Thomas a *New England Journal of Medicine* o del mencionat Gould a *US Journal of Natural History*. La revista especialitzada en divulgació, *Scientific American*, va tenir, de manera semblant, un paper clau en la comunicació científica anglosaxona i mundial al llarg del segle XX.

La divulgació anglosaxona en la centúria passada va patir una transformació progressiva de les temàtiques. A la primera meitat del segle XX, la física de l'àtom va ser la gran protagonista dels llibres i dels altres canals de divulgació. A la segona meitat del segle, la biologia molecular li va prendre el relleu. El descobriment de l'estructura en forma de doble hèlix de l'ADN, l'any 1953, va obrir les portes de la ciència cap a un món nou i apassionant. La ciència i la divulgació van trobar en la biologia molecular un terreny verge que, en els inicis del segle XXI, tot just comença a explorar-se.

4.1.4 Característiques de la tradició anglosaxona

El terme popularització

En la tradició anglosaxona es prefereix el terme *popularització* per referir-se a la tasca divulgadora. Aquest terme, que significa fer popular o convertir en popular, resulta del tot pertinent, ja que està exempt de connotacions pejoratives. Això últim passa en el cas de la tradició francesa, que fa servir habitualment el terme *vulgarització* i, en segons quins contextos, l'expressió *fer vulgar* pot tenir un significat inadequat.

El terme anglosaxó, en canvi, remet a un camp semàntic molt més suggestiu, del qual formen part un reguitzell d'expressions com ara literatura popular, festes populars o cançons populars. En el cas anglosaxó, el divulgador és el popularitzador, per expressar-ho amb la paraula exacta: el *popularizer*, en anglès americà, o *populariser*, en anglès britànic, que fa servir la grafia *s* en lloc de la *z*.

Proximitat del divulgador respecte de l'objecte a divulgar

La divulgació anglosaxona, més que qualsevol altra, és una divulgació feta des de dintre de la ciència. Un nombre significatiu de divulgadors anglosaxons són,

al mateix temps, científics de primera línia. Aquest és el cas de Darwin i Faraday, dos dels divulgadors més importants del segle XIX britànic. El mateix passa amb els millors divulgadors nord-americans del segle XX: solen tenir carreres científiques brillants i van viure de forma molt propera els temes de divulgació. George Gamow, James Watson, Carl Sagan o Stephen Jay Gould en són bons exemples.

En aquesta característica hi ha una diferència notable amb la tradició francesa. Mentre que en el cas francès l'obra científica dels divulgadors, si existeix, ocupa un lloc clarament menor que la literària, en el cas anglosaxó l'obra científica de bona part dels divulgadors és certament valuosa. En general, es pot inferir que la divulgació anglosaxona es fa des de l'interior del sistema científic, des dels mateixos centres de recerca, fet que permet que els tòpics científics de cada moment siguin divulgats amb major facilitat.

Els avantatges de l'anglès com a llengua

La tradició anglosaxona es val d'una llengua molt funcional i versàtil, l'anglès. La sintaxi i la gramàtica angleses, a diferència de les llengües llatines, presenten uns avantatges singulars derivats, sobretot, de la seva menor complexitat. Aquest aspecte ha fet que l'anglès fos après amb certa rapidesa al món no anglosaxó, especialment a partir del segle XX.

L'escriptura dels divulgadors anglosaxons es basa en un estil senzill i pràctic, amb poca subordinació. La frase més simple és la que més es valora, característica poc comuna en altres llengües, mentre que la pompositat i l'artificiositat en la construcció de les oracions es considera un defecte. La versatilitat de l'idioma anglès s'ha posat de manifest en la rapidesa en la creació de paraules i en la introducció dels nous termes tècnics, que han assolit una penetració molt viva i eficaç en la societat. La llengua anglesa és plena de termes creats a partir de la simple unió de paraules, fet impensable en la majoria de llengües llatines.

L'anglès, a mesura que avançava el segle XX, ha aconseguit ser la llengua dominant al món, al mateix temps que ha esdevingut el vehicle essencial de la ciència fonamental i aplicada.

To directe i proper

Els divulgadors anglesos i nord-americans han captivat els lectors de tot el món a través d'un to directe i proper. Els popularitzadors científics anglosaxons han sabut establir una connexió fàcil amb el públic, com poques vegades s'havia donat en altres tradicions divulgadores. Aquesta característica està directament relacionada amb l'anterior, ja que l'anglès presenta unes peculiaritats com a llengua que la fan molt adequada per arribar a audiències àmplies amb eficàcia.

Aquest to de gran proximitat, en molts casos, sobretot al segle XIX anglès, ha fet que el redactat del científic es confongués amb el redactat del divulgador. Això va passar, per exemple, amb *L'origen de les espècies*, de Charles Darwin, que va tenir

molt d'èxit tant entre científics com entre ciutadans amb poca preparació tècnica. Passa alguna cosa semblant amb els textos i les conferències de Faraday i amb la majoria dels autors nord-americans del segle XX. Entre aquests últims, Watson i Gould són, tal vegada, els que van assolir un to més directe i proper en les seves obres de divulgació científica.

Multiplicitat i diversificació de canals de divulgació

En la tradició anglosaxona, s'observa, ja des dels inicis, una multiplicitat extraordinària de canals. Els divulgadors han arribat al públic de formes variades i disperses. A banda dels llibres en prosa (assaig i novel·la), l'escola anglosaxona ha sabut combinar satisfactòriament com a canals de divulgació les conferències i els debats, la literatura infantil —amb menció especial per a John Newbery—, la premsa, la poesia científica —amb mestres com Erasmus Darwin—, la televisió —amb sèries brillants com *Cosmos* de Sagan—, la ràdio, el cinema, el teatre o, modernament, Internet.

La tradició anglosaxona és molt rica i innovadora en el gènere de les conferències, una forma de divulgació que va fer fortuna al segle XVIII i va arribar a les màximes cotes amb Thomas Henry Huxley i Michael Faraday al XIX. Les conferències, de vegades convertides en lliçons magistrals o en rics debats públics, van tenir una acceptació extraordinària en la societat anglosaxona i van esdevenir diversions habituals, com ho podien ser les curses de cavalls o la lectura.

Però ha estat especialment a partir del segle XX quan aquesta multiplicitat de canals s'ha fet més evident. A partir del final de la Segona Guerra Mundial, els Estats Units s'han beneficiat del domini que han exercit sobre la circulació de la informació al món, i les possibilitats del cinema, la ràdio, la televisió i Internet han estat explotades al màxim pels divulgadors angloamericans.

Un periodisme fort

L'escola anglosaxona ha entès i ha aprofitat magníficament la força d'un d'aquests canals de divulgació: la premsa. Tant al segle XIX com al XX, la divulgació anglosaxona ha comptat amb la valuosa aportació d'un periodisme poderós, prestigiós i precís. Els anglosaxons s'han distingit sempre per valuoses aportacions a la periodística, algunes de tan conegudes i aplicades com el concepte de *lead*, la piràmide invertida, i l'escrupulosa distinció entre *facts* i *comments* (fets i opinions).

El periodisme anglosaxó ha anat sempre a l'avantguarda del periodisme mundial i ha estat, de llarg, el més imitat arreu. Els diaris més influents del planeta en els segles XIX i XX han estat anglosaxons, i Londres i Nova York han estat les capitals mundials del periodisme científic. Els americans han liderat també les revistes de divulgació científica i les revistes especialitzades en ciència amb gran autoritat, sobretot a partir de la segona meitat del segle XX.

Escola hegemònica i globalitzadora a final del segle XX

La primera tradició que ha estat capaç de globalitzar la divulgació científica al món ha estat l'anglosaxona. Aquesta escola ha assolit, a final del segle XX, l'hegemonia al món com cap altra tradició no ho havia fet abans, fins al punt d'esdevenir una mena d'escola divulgadora d'àmbit mundial.

Els divulgadors anglosaxons, en particular els angloamericans, han trencat fronteres físiques, idiomàtiques i culturals amb molta força. La seva manera de divulgar ha estat extremament permeable i els productes dels millors divulgadors angloamericans —Gamow, Sagan, Gould o Watson— s'han vist i llegit amb avidesa dintre i fora dels territoris de cultura anglosaxona. Els llibres d'aquests autors s'han traduït ràpidament als principals idiomes i han arribat a qualsevol racó del planeta, de la mateixa manera que s'ha pogut llegir una crònica de ciència de *The Times* a l'Índia o un editorial sobre l'ADN de *The New York Times* a Varsòvia.

4.2 LES ARRELS: EL SEGLE XVIII

4.2.1 Les conferències

El segle XVIII britànic és, per damunt de tot, el segle de les conferències. Concretament, ens referim aquí a les conferències científiques públiques no universitàries, una de les formes més típiques de divulgació del Segle de les Llums. Aquestes conferències, que al Regne Unit van arrelar amb molt de vigor, normalment s'agrupaven en sèries, de vegades anomenades *cursos*, que podien consistir en no més de deu o dotze conferències o classes magistrals, o bé podien allargar-se durant dos mesos, o més, a raó d'una conferència diària —completant així un total de 40 a 50 classes (MALET, 2002).

Els conferenciants tenien diferents perfils i podien ser professors d'universitat o acadèmics rellevants, com el cas de John Desaguliers a Londres. La moda de les conferències públiques de filosofia experimental aviat es va estendre a quasi tota la població urbana. A Anglaterra i a Holanda aquest desenvolupament entre les capes mitjanes de la societat va ser més ràpid que a altres països d'Europa com França i Itàlia.

Algunes conferències i cursos eren de gran qualitat, fins a convertir-se en reclams en altres països, fet que possibilitava comptar amb un bon nombre d'estudiants estrangers matriculats cada any. Els cursos no solament s'oferien a la gran ciutat, Londres, sinó que la demanda era suficient per obrir-ne de nous a ciutats importants (Birmingham, Liverpool, Manchester), a les no tan importants (Leicester, Nottingham), i també a balnearis i ciutats de descans (Bath). Moltes d'aquestes

conferències en localitats menors eren pronunciades per professors que estaven «un graó per sota dels professors d'universitat i dels membres de les acadèmies i les societats científiques que tant proliferaven arreu del país» (MALET, 2002).

Alguns conferencians procedien també del món professional, a mesura que s'anaven consolidant els nous oficis que tenien relació directa amb la ciència. Així van aparèixer els artesans, que cada vegada més aplicaven tècniques industrials o instruments científics sofisticats que cridaven l'atenció del gran públic.

El conferenciant podia oferir cursos als més diversos llocs: des de la cort o el palau (urbà o rural) d'algun noble que els feia de mecenes, fins a casa seva mateix o als recintes educatius. Altres ho feien «de forma itinerant per ciutats grans i petites», sovint en cafeteries (*coffee houses*), convertides aleshores «en aules de divulgació científica» (MALET, 2002).

Els instruments científics tenien un paper important en les conferències i es convertien alhora en un atractiu per al públic. El divulgador «demostrava les meravelles de la natura» mitjançant microscopis i telescopis i altres instruments «especialment dissenyats per produir efectes espectaculars i inesperats per a l'observador no educat: guspires elèctriques, efectes magnètics i òptics, pesos que s'equilibraven de forma inesperada o curiositats derivades de les propietats del buit, entre d'altres» (MALET, 2002).

Les conferències i cursos tenien un component d'entreteniment important. Segons Cantor (2003), l'assistència a aquests actes era una activitat «lúdica equiparable a les curses de cavalls o la lectura de novel·les», distraccions de molta popularitat al Regne Unit. Malgrat el seu caràcter desenfadat, seria erroni deduir que les conferències estaven més properes «a l'espectacle del xarlatà que a la classe acadèmica» (MALET, 2002). Una altra finalitat d'aquestes conferències era alertar sobre possibles fraus d'oportunistes. En aquests casos, el divulgador explicava les causes dels «efectes meravellosos de la nova ciència» perquè persones adinerades «no es deixessin enganyar ingènuament per promotors d'aventures tècniques sense fonament».

El tema principal de les conferències de divulgació del segle XVIII a la Gran Bretanya era la física de Newton, com no podia ser d'altra manera en un país que sentia devoció pel científic anglès més popular de totes les èpoques. Els cursos oferien sobretot demostracions experimentals de veritats teòriques establertes per Newton i altres científics. La mecànica, la hidrostàtica o la pneumàtica tenien cabuda en les dissertacions, i les lleis de cadascuna d'aquestes disciplines es demostraven mitjançant tota mena d'objectes i artefactes. En tots els casos, es procurava evitar la incòmoda i complexa presentació matemàtica de les lleis, d'altra banda inaccessible per al públic en general.

Especialment a la «sempre utilitarista Anglaterra», molts dels cursos se centren en les aplicacions i implicacions de la mecànica per al disseny i la millora de les màquines. La divulgació científica va contribuir, així, a preparar la revolució industrial que vindria després (MALET, 2002).

Molts britànics, científics i no científics, en qualitat de conferencians o de públic, cadascun en la mesura de les seves possibilitats, van aconseguir que aquestes

exposicions orals organitzades esdevinguessin una forma de divulgació de gran prestigi i notable èxit. És molt difícil, per tant, destacar alguns noms representatius d'una tradició tan viva i tan dispersa, però tal vegada sembla obligat mencionar tres persones, que representen tres fites inexcusables de les conferències a la Gran Bretanya.

Encara al segle XVII, Robert Boyle va posar la llavor perquè la tradició de les conferències brotés amb força. Boyle, un científic de primera línia, no va destacar per impartir conferències, però va invertir els seus esforços i els seus diners a dinamitzar el gènere. Gràcies a Boyle, van ser possibles les *Boyle Lectures*, una de les fites de la tradició britànica en aquest camp de la divulgació. El segon nom, ja a la primera meitat del segle XVIII, és John Theophilus Desaguliers, probablement el millor conferenciant de la centúria. Desaguliers representa una mena de pioner en la introducció d'experiments i artefactes durant les dissertacions. Finalment, al segle XIX apareix el tercer nom: Michael Faraday va significar la culminació de la tradició, a través d'un ventall de recursos utilitzats amb una eficàcia espectacular. Ningú no va saber atrapar el públic com Faraday amb les seves divertides exposicions. La capacitat divulgadora de Faraday no s'igualaria —o superaria— fins al segle XX, ja en la tradició alemanya, quan un magnífic conferenciant anomenat Einstein va entestar-se a fer comprendre la teoria de la relativitat al món.

Robert Boyle, promotor de conferències científiques

Robert Boyle (1627 – 1691), setè fill del comte de Cork, va ser un dels científics més valorats del segle XVII, segurament, «el més important dels contemporanis de Newton» (GOULD, 2001). Considerat per alguns el pare de la química moderna, va establir l'any 1662 l'important principi fisicoquímic conegut com a *Llei de Boyle* o *de Boyle-Mariotte*, que diu que el volum d'un gas ideal varia inversament amb la pressió a temperatura constant.

Els seus estudis sobre l'aire i el comportament dels gasos es van poder llegir a *New Experiments physico-mechanicall, Touching the Spring of the Air and its Effects* (1660), text que va millorar en edicions posteriors. Boyle va ser el primer de fer una distinció clara entre els àcids, les bases i les sals, i va proposar una primera definició d'element químic a *The Sceptical Chymist* (Londres, 1661).

Robert Boyle va participar en la fundació de la Royal Society i sempre va defensar que tot treball experimental havia de ser publicat amb claredat i rapidesa, perquè altres persones poguessin repetir-lo, confirmar-lo i aprendre'n.

Irlandès de naixement, aviat va viatjar a Alemanya, Suïssa i Itàlia, on va llegir amb gran interès els textos de Galileu. Després va establir-se a Anglaterra, on va desenvolupar la totalitat de la carrera científica. Boyle va fundar el corrent de la teologia natural, molt popular al Regne Unit. Aquest corrent afirmava que l'existència de Déu i els seus atributs de benevolència i omnisciència podien inferir-se de la perfecció de la construcció dels organismes, especialment del seu disseny òptim i de l'harmonia dels ecosistemes (GOULD, 2001).

Boyle va tractar el tema de forma extensa en un llibre publicat el 1688 sota el títol *A Disquisition About the Final Causes of Natural Things, Wherein it is Inquir'd Wheter, and (If at All) With What Causations, a Naturalist Should Admit Them*. Boyle estableix que l'adaptació orgànica és el principal indicatiu natural de l'existència i dels atributs de Déu (GOULD, 2001).

Però, sens dubte, «la iniciativa més famosa dirigida a utilitzar la ciència en benefici del cristianisme» van ser les *Boyle Lectures* o conferències boyleanes. Boyle va llegir en el seu testament, l'any 1691, 50 lliures anuals, una quantitat «important en aquells temps», per a la realització de conferències (MALET, 2002).

Les *Boyle Lectures* s'emmarquen de ple en el corrent de la teologia natural, ja que havien de demostrar «la veritat de la religió cristiana contra els arguments d'ateus, deistes, jueus...», a partir dels arguments que proporcionava l'estudi experimental de la naturalesa.

Alguns dels primers conferenciants que van complir l'encàrrec de Boyle van ser Richard Bentley, William Derham i Samuel Clarke. Per exemple, William Derham va pronunciar la sèrie *Astro-Theology: or a Demonstration of the being and attributes of God, from a survey of the heavens*, que més endavant (1715) es va publicar en forma de llibre amb el mateix títol.

Richard Bentley va ser potser el més conegut d'aquests conferenciants. Bentley va mantenir una correspondència interessant amb el mateix Newton per preparar les conferències. Bentley va suggerir que «la força de la gravetat, pel seu caràcter misteriós i per la impossibilitat d'explicar la transmissió a distància en el buit, podia ser el mitjà pel qual Déu injectava força en l'Univers i el mantenia en equilibri i en funcionament». Newton mai no va desmentir aquesta interpretació i, «fins i tot, va alabar-la en privat» (MALET, 2002).

Les *Boyle Lectures* van suposar un pas endavant notable en la divulgació de les ciències i van situar la tradició britànica al capdavant del gènere de les conferències a Europa. En aquest context propici, faria fortuna un científic britànic vingut del continent: John Theophilus Desaguliers.

John Theophilus Desaguliers i les conferències populars del segle XVIII

El físic anglès d'origen francès John Theophilus Desaguliers (1683 – 1744) va ser un dels primers divulgadors científics al Regne Unit i un dels més notables popularitzadors de la física de Newton, del qual era amic. A partir de 1713, Desaguliers va començar a impartir unes conferències populars a Londres que van tenir un ressò considerable entre persones de «totes les classes socials i professions» (CANTOR, 2003). Incansable dissenyador d'instruments de tota mena, Desaguliers va ser un dels primers conferenciants a introduir demostracions experimentals als seus discursos. Les seves conferències més celebrades van versar sobre la filosofia experimental, l'electricitat dels cossos, la mecànica, la hidrostàtica, l'òptica i l'astronomia. Desaguliers pretenia que l'espectador compregués les principals lleis d'aquestes branques de la ciència a través de «curiosos experiments», segons va escriure ell mateix.

Gran defensor de les concepcions físiques formulades per Newton, Desaguliers, que havia estudiat a Oxford, va portar a terme molts experiments elèctrics. Es tracta del primer autor que va fer servir els termes *conductor* i *aïllant* per designar, respectivament, els cossos que permeten el pas del corrent elèctric, i els que oposen elevada resistència al pas d'aquest corrent.

Membre de la Royal Society anglesa, Desaguliers va publicar un llibre que recollia un cicle de conferències sobre filosofia experimental: *A Course of Experimental Philosophy* (Londres, 1734). Entre les contribucions de Desaguliers a la divulgació de les ciències, destaca igualment la invenció del planetari, com a forma de representació dels cels amb finalitats didàctiques.

Home polifacètic,³ va escriure un poema al·legòric molt significatiu que va titular *The Newtonian System of the World, the Best Model of Government, an Allegorical Poem* (Westminster, 1728), en el qual aquest anglès nascut a Le Rochelle equipara el sistema newtonià a un «model de govern». Desaguliers, una barreja perfecta de l'home de ciències i el de lletres, va escriure la traducció anglesa de la coneguda obra en llatí de William James Gravesande *Mathematical elements of natural philosophy confirm'd by experiments: or an introduction to Sir Isaac Newton's philosophy*, i la traducció del text d'hidrostàtica de Mariotte Edme *The Motion Of Water And Other Fluids: Being a Treatise of Hydrostatics*.

La tasca com a divulgador-conferenciant de Desaguliers va tenir continuadors brillants al llarg del segle XVIII, però sobretot va ser al XIX quan el gènere de les conferències científiques va arribar al seu zenit, de la mà de l'eminent Michael Faraday.

4.2.2 Els il·lustrats britànics

4.2.2.1 Joseph Priestley, el més important dels il·lustrats britànics

Joseph Priestley (1733 – 1804) està considerat el més important dels il·lustrats britànics i un dels pioners en la divulgació de les ciències al Regne Unit. Priestley, que va tenir una vida molt agitada, va destacar com a químic, físic, revolucionari i divulgador.

Portaveu de les noves idees que va portar el Segle de les Llums, Priestley va fer dues aportacions fonamentals a la ciència, una en el terreny de la física i una altra en el de la química. D'una banda, va descobrir que el carbó de llenya era un conductor d'electricitat. De l'altra, després de nombrosos experiments, l'any 1774, amb independència dels treballs de Carl Wilhelm Scheele, va descobrir l'oxigen, tal vegada la seva contribució al coneixement més coneguda. També va descriure la funció de l'oxigen en la combustió i en la respiració, i va aïllar i explicar les propietats d'altres gasos, com l'amoníac, el clorhídric, l'òxid nítrós, el diòxid de

3. Fou també un dels fundadors de la maçoneria.

sobre i el monòxid de carbó. Priestley va desenvolupar nous procediments i nous aparells per a la determinació i caracterització dels gasos, el seu principal objecte d'estudi i la seva gran passió.

Priestley, com a bon il·lustrat, va tenir una preocupació constant per la divulgació de les ciències. El descobridor de l'oxigen va ser un admirador dels moviments revolucionaris francesos. Priestley formava part dels anomenats *jacobins*⁴ anglesos, un grup d'intel·lectuals radicals, integrat, entre altres, pel poeta i artista William Blake (1757 – 1827), el poeta William Wordsworth (1770 – 1850), el filòsof i polític Thomas Paine (1737 – 1809), i el pintor i escriptor d'origen suís Henry Fuseli (1741 – 1825).⁵

Coincidint amb una època de gran floració de societats científiques, Priestley va fundar la Lunar Society de Birmingham, entitat de clara «inspiració il·lustrada» (DOMÍNGUEZ, 2000). La Lunar Society de Birmingham era una societat de científics i erudits, on es «discutien idees científiques, progressistes i innovadores» (DOMÍNGUEZ, 2000). La societat es reunia una vegada al mes, coincidint amb els dies de lluna plena, motiu pel qual els seus membres eren coneguts popularment com els «llunàtics». Grup actiu i de notable influència, els «llunàtics» van abocar-se en tot moment a la difusió dels coneixements científics i tècnics en totes les capes de la població. A la Lunar Society de Birmingham, hi van pertànyer personatges heterogenis, tots ments lliures i fèrtils que van destacar en el seu sector o ofici —la societat estava oberta a professionals i artesans. El quartet que portava les regnes de la societat estava format pel mateix Priestley, Matthew Boulton, James Watt i Erasmus Darwin. Altres llunàtics brillants foren el científic i polític Benjamin Franklin i el terrisser Josiah Wedgwood.

A banda de les trobades a la societat, Priestley va tenir temps per escriure obres de divulgació notables. El seu text científic més important és *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* (1774-1786). Aquesta obra és tinguda com una de les fonamentals de la química del segle XVIII.

Escriptor inquiet, Priestley havia publicat anteriorment *Rudiments de la gramàtica anglesa* (1761) i *Història de l'electricitat* (1767), aquest últim amb una intenció clarament divulgadora. Determinista en filosofia, Priestley va estar sempre en conflicte amb les creences religioses. Priestley és autor de la coneguda obra *Disquisitions Relating to Matter and Spirit* (1777), on defensa les seves posicions materialistes. El seu llibre *Història de les corrupcions del cristianisme* (1782) va ser cremat oficialment el 1785.

Nascut a Fieldhead (Yorkshire, Anglaterra), Priestley va representar i defensar «com ningú els ideals de la ciència pública de la Il·lustració» (GOLINSKI, 2008). Aquest «llunàtic» convençut va insistir que la difusió del coneixement havia de fer avançar la societat cap al que es coneixia com a «popular enlightenment»

4. El terme *jacobí* era una còpia del grup més radical de la política francesa.

5. També va ser molt influent l'il·lustrat britànic William Godwin (1756 – 1836), agitador polític, novel·lista i pare de Mary Shelley.

[il·lustració popular], extirpant «tot error i prejudici» i posant fi a «tota autoritat il·lícita i usurpada».

La vida de Priestley a la Gran Bretanya es va moure a mig camí entre la ciència i la religió. Després de cursar estudis a l'Acadèmia Daventry, va entrar de ple en la vida eclesiàstica. Com a religiós, va ser ordenat el 1762 i va ser ministre de l'Església a Nantwich (Cheshire), Leeds (Yorkshire) i Birmingham (West Midlands). Va exercir de tutor a l'Acadèmia Warrington a Lancashire i, més endavant, de bibliotecari. Va ser escollit membre de l'Acadèmia Francesa de les Ciències el 1772. A causa del seu suport declarat a la Revolució Francesa, una multitud li va cremar la casa l'any 1791. El 1794 es va traslladar a Londres i, poc després, va emigrar als Estats Units, cansat de les persecucions a les quals era sotmès per les autoritats. Quan va fugir a Amèrica, el defensor més vigorós del concepte de ciència pública com a motor de progrés i font de llum per al poble va ser silenciats per sempre més. Priestley va morir a Northumberland, el 6 de febrer de 1804.

4.2.2.2 Ephraim Chambers, el Diderot anglès

Famós enciclopedista, Ephraim Chambers (1680 – 1740) va ser el Diderot anglès, o potser millor: Diderot va ser el Chambers francès. Chambers és l'autor de la primera enciclopèdia moderna⁶ del món occidental: la *Cyclopaedia or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (1728).

Chambers va dedicar-se molts anys a la recerca de dades amb l'ambició de publicar una obra completa que agrupés les ciències i les arts conegudes fins al moment. La voluntat de l'autor era estendre aquests coneixements exhaustius pel món anglosaxó i per tot Europa. La primera edició de l'enciclopèdia de Chambers, publicada a Londres el 1728, recollia una emotiva nota d'agraïment als col·legues que havien col·laborat en la producció de l'obra i havien comprès la importància del «monumental» treball.

La *Cyclopaedia* va aparèixer a Dublín l'any 1740 i va ser traduïda a les principals llengües d'Europa (per exemple, a l'italià el 1741). Diderot va ser convidat per l'editor Le Breton, l'any 1747, a editar-ne una traducció francesa, però va transformar la idea inicial en la seva coneguda obra mestra: l'*Encyclopédie*. La traducció al francès la va acabar fent John Mills. L'èxit del text de Chambers va ser considerable al Regne Unit i es va anar reeditant per subscripció (HONEYBONE, 1998).

L'obra té dos volums i parteix del desig expressat per Chambers en el prefaci de mantenir l'ordre alfabètic de les entrades per tal de disposar les múltiples matèries de forma que no constituïssin «un confús conjunt de parts incoherents sinó un tot consistent» (CHAMBERS, 1728: Prefaci).

6. Es considera enciclopèdia moderna aquella que està escrita en llengua vulgar (no en llatí) i que té les entrades ordenades alfabèticament (POMBO).

La solució adoptada per Chambers a l'hora de sistematitzar i relacionar internament els conceptes era original i va ser adoptada i perfeccionada posteriorment per Diderot i D'Alembert. Chambers va aclarir en el prefaci la seva forma de treballar i va enumerar els processos seguits en l'elaboració de les entrades:

Per a un conjunt de referències, del general al particular, de les premisses a les conclusions, de les causes als efectes i viceversa, del més al menys complex i del menys al més, pot establir-se una comunicació entre les diverses parts de l'obra i, en certa mesura, les diverses entrades poden ser recol·locades en el seu ordre científic natural del qual l'ordre alfabètic les havia retirat (CHAMBERS, 1728: Prefaci).

Només així «pot ser donat el cercle complet, o el corpus del coneixement, amb totes les seves parts i dependències» (CHAMBERS, 1728: Prefaci). Tot i l'originalitat del treball de Chambers, molt reconegut a tot el Regne Unit, l'*Enciclopèdia* de Diderot no va tardar a fer-li ombra, ja que era més completa. Chambers mereix un lloc destacat al segle XVIII britànic —menys brillant que el XVIII francès—, per haver encetat el camí de les enciclopèdies modernes, una de les eines del coneixement humà més valuoses i que més han ajudat a la divulgació científica.

4.2.2.3 Erasmus Darwin o la poesia científica de l'avi de Charles

Poeta anglès i divulgador, Erasmus Darwin (1731 – 1802), avi de Charles Darwin, va emprar els seus poemes per versificar aspectes científics. De fet, com ha afirmat Domínguez (2000), no hi havia experiment, descobriment, llei o hipòtesi que Erasmus Darwin no portés al vers.

Home de gran personalitat i molt conegut en el seu temps, va ser un metge excel·lent que aprofitava les estones lliures per realitzar experiments científics i desenvolupar invents. Erasmus Darwin va ser un amant de la natura, la vida i la ciència que va interessar-se per aspectes tècnics molt variats: des dels gasos i les seves lleis fins a la construcció de canals a Anglaterra, passant per l'estudi de la història natural, tal vegada la seva major passió.

En aquest àmbit, Erasmus Darwin va escriure *Zoonomia* (1794-1796), una obra marcadament evolucionista. Considerat el text fonamental de l'autor, *Zoonomia* conté, a més, una gran quantitat d'informació botànica i una de les millors descripcions de l'època de la fotosíntesi. Erasmus Darwin es mostra partidari en tot moment de les innovacions en la indústria i en qualsevol altre camp, per avançat que fos. Entre d'altres, Erasmus proposa el control biològic dels insectes o les depuradores d'aigües residuals (DOMÍNGUEZ, 2000).

Les teories sobre evolució, per exemple, estan plasmades en el poema *The Temple of Nature* (1802), publicat pòstumament:

Organic life beneath the shoreless waves
Was born and nurs'd in ocean's pearly caves;

First forms minute, unseen by spheric glass,
 Move on the mud, or pierce the watery mass;
 These, as successive generations bloom,
 New powers acquire and larger limbs assume;
 Whence countless groups of vegetation spring,
 And breathing realms of fin and feet and wing.

Erasmus Darwin era carismàtic i brillant. Va pertànyer a la Lunar Society de Birmingham, una societat científica en la qual va coincidir amb altres «llunàtics», com Benjamin Franklin, James Watt, Josiah Wedgwood i especialment amb el ja esmentat Joseph Priestley. Acostumava a llegir els poemes als assistents tan bon punt els tenia enllestits picant l'ullet davant de les idees enginyoses o prohibides i divertint el públic amb entonacions peculiars.

Els poemes de Darwin, plens d'elogis a la natura i al paisatge anglès, es van fer molt famosos i «van influir decisivament en la formació dels poetes romàntics anglesos» (DOMÍNGUEZ, 2000). Una de les característiques més peculiars de la seva poesia era la llargada dels poemes, qualificats sovint d'«enciclopèdics». «Es considera provada la influència estilística» d'Erasmus Darwin en l'obra dels escriptors Wordsworth, Keats, Byron i Coleridge.⁷ Fins i tot Samuel Coleridge va crear el terme *darwinisme*, molt abans que aquest mot prengués el seu significat posterior i actual, per referir-se al món fantàstic que divulgaven les poesies d'Erasmus Darwin (DOMÍNGUEZ, 2000).⁸

4.2.3 Divulgació per a nens: John Newbery

La literatura per a nens d'entre 3 i 15 o 16 anys va posar-se de moda al segle XVIII al Regne Unit. Eren llibres clarament didàctics, pensats per als infants, amb un conjunt de característiques per facilitar la comprensió de les temàtiques: marges amplis, pàgines petites, tipus de lletra grans i simplificats, làmines explicatives, dibuixos d'acompanyament i vocabulari i gramàtica senzills (MALET, 2002).

A partir de 1740, existia ja a la Gran Bretanya un mercat per a moltes classes de literatura infantil. És en aquests anys que l'empresa editorial que dirigia John Newbery (1713–1767) es consolidà plenament (TOPHAM, 2000: 582). L'editorial va vendre durant tot el segle XVIII grans quantitats de llibres infantils. El 1761 aquesta editorial va publicar un llibre sobre Newton, el tema principal del moment, atribuït a Tom Telescope, «probablement un pseudònim del mateix Newbery» (MALET, 2002), amb el llarguíssim títol que val la pena de citar complet: *The Newtonian system*

7. «Historic Figures. Erasmus Darwin» [en línia]. Londres: British Broadcasting Corporation. Broadcasting House, Portland Place, 2002-2003. <http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/darwin_erasmus.shtml> [Consulta: 20 gener 2004].

8. «Sobre l'avi de Charles Darwin, encara no s'ha escrit una biografia digna de la seva voluminosa personalitat» (DOMÍNGUEZ, 2000).

of philosophy adapted to the capacities of young gentlemen and ladies, and familiarized and made entertaining by objects with which they are intimately acquainted : being the substance of six lectures read to the Lilliputian society, by Tom Telescope, A.M. and collected and methodized for the benefit of the youth of these kingdoms / by their old friend Mr. Newbery... who has also added variety of cooper-plate cuts, to illustrate and confirm the doctrines advanced.

El llibre va tenir una acollida espectacular: se'n van vendre entre 25.000 i 30.000 exemplars entre 1760 i 1800. El text anava dirigit a nens d'entre 12 i 15 anys i representa un dels exemples més rellevants d'aquesta mena de publicació, que va existir a tot el món en el Segle de les Llums (MALET, 2002).

Les 126 pàgines de l'obra contenen molta informació, explicada amb exemples i làmines, sobre diversos tòpics científics: la matèria i el moviment, l'univers, l'atmosfera, els fenòmens meteorològics, la geologia (muntanyes, volcans, terratrèmols, rius i oceans), el món animal i vegetal i l'ésser humà. El text inculca alguns principis morals prou avançats per a l'època. Es critiquen el maltractament i la crueltat innecessària amb els animals, així com la indiferència davant el dolor humà i el tràfic d'esclaus (MALET, 2002).

Altres llibres notables d'aquesta literatura infantil són l'anònim *A museum for young gentlemen and ladies* (15 edicions anteriors a 1800) i *Història natural d'ocells i animals* (1776), de Samuel Ward.

Es calcula que, cap al 1800, a Anglaterra el nombre de títols científics dirigits a nens no baixava de trenta i tots, d'una manera o altra, incorporaven la filosofia i els ideals de la Il·lustració. Alguns van vendre entre 10.000 i 15.000 exemplars i podien arribar a treure nombroses edicions.

A partir de 1750, va aparèixer un altre article que ajudarà a comprendre la ciència als infants: la joguina científica. La joguina va contribuir a la divulgació amb diferents variants. Aviat es van fer populars els jocs de taula sobre coneixements, per exemple *Pleasures of Astronomy*. De la mateixa manera, van sorgir models d'instruments i màquines que permetien reproduir situacions científiques habituals de la vida quotidiana, i començaven a ser freqüents els microscopis, els telescopis i miniatures diverses, sobretot d'animals (MALET, 2002).

4.3 LA PLENITUD: EL SEGLE XIX BRITÀNIC

4.3.1 Michael Faraday, el més gran conferenciant

El físic i químic britànic Michael Faraday (1791 – 1867), un dels fundadors de l'electroquímica i de l'electromagnetisme, ha estat un dels més grans conferenciantes de tots els temps. Faraday representa el zenit de la rica tradició britànica en les

conferències de divulgació científica (CANTOR, 2003). Per molts, Faraday és també el més gran experimentador que ha existit mai.

La trajectòria científica de Faraday és brillantíssima. En química, va descobrir dos nous clorurs de carboni i va aïllar el benzè, l'any 1825. El conegut químic Humphry Davy havia demostrat, l'any 1807, que els metalls sodi i potassi podien precipitar des dels seus compostos si s'hi feia passar un corrent elèctric. Faraday va aprofundir en aquesta línia de recerca fins a establir les lleis de l'electròlisi, fenomen pel qual es pot separar una substància química a partir de l'aplicació d'un corrent elèctric.

Per l'agost de 1831 aquest químic i físic va descobrir la inducció electromagnètica, quan va observar que, movent un imant a través d'una bobina de fil de coure, s'originava un corrent elèctric que fluïa pel mateix fil. Aquesta recerca va canviar el curs de la història, ja que el motor i el generador elèctrics es basen en el descobriment de Faraday. Per descriure allò que investigava, Faraday va haver d'inventar paraules noves com electròlisi, electròlit, ió, ànode o càtode, totes vigents avui. En honor seu, la unitat de capacítància s'anomena *farad* (F).

El Faraday conferenciant

Els inicis de Faraday com a conferenciant estan molt lligats a l'esmentat Humphry Davy i a la Royal Institution de Londres. Faraday va assistir a diverses conferències de Davy i va parlar molta atenció als continguts i a la manera com transmetia els coneixements. Molt aviat, va enviar a Davy les notes que havia pres en aquestes conferències i li va demanar feina. Poc després, Faraday, amb 21 anys, va esdevenir l'assistent de Davy al laboratori de la Royal Institution de Londres. Humphry Davy, el mestre de Faraday, va ser un dels grans dinamitzadors del gènere de les conferències a principi del segle XIX.

A més de ser-ne el mestre com a conferenciant, Davy va exercir una gran influència sobre el pensament de Faraday. Durant tres mesos, Faraday es va dedicar a aprendre les tècniques i les estratègies per impartir una bona conferència. En la formació del Faraday conferenciant, va ser igualment important un curs d'oratória impartit per Benjamin Humphrey Smart, l'any 1818.

El lloc de contacte entre Davy i Faraday va ser la Royal Institution. Fundada el 1799, aquesta entitat londinenca no va tardar a organitzar conferències i va construir un teatre especialment per a aquesta mena d'actes, amb una taula per a experiments i un conjunt de files per als espectadors disposades en forma de semicercle (JAMES, 2002: 225).

Faraday va ser un estudiós de les conferències des de quasi tots els angles. El físic i químic britànic va escriure fins i tot sobre com havien de ser la ventilació, la il·luminació, l'entrada i la sortida del recinte on tenien lloc les conferències. En aquest sentit, afirmava que era preferible la llum natural a l'artificial (llums d'oli) i els espais ben ventilats, ja que «la manca de ventilació» causa «la manca d'atenció» del públic.

Els aparells i el material il·lustratiu del conferenciant eren necessaris, segons deia Faraday, per guanyar l'atenció de l'ull (JAMES, 2002: 226). Altres idees de Faraday eren ajustar les conferències al nivell de coneixement dels espectadors, no donar mai l'esquena al públic i no fer cap descans ni pausa durant l'explicació. El ritme no havia de ser ràpid i atrafegat, ja que faria els conceptes intel·ligibles, sinó més aviat lent per tal que l'audiència assimilés les idees amb claredat.

Pel que fa a la durada màxima, una hora era, segons Faraday, temps més que suficient per a qualsevol conferència. El pare de l'electroquímica va jugar un paper principal en la resolució d'una de les crisis en les conferències de la Royal Institution causada per la disminució brusca en el nombre d'assistents, motivada per determinades absències de ponents significants. El mateix Faraday va cobrir algunes d'aquestes baixes i va assolir un èxit aclaparador (JAMES, 2002: 227).

Una de les persones que més va ajudar Faraday en els inicis fou el seu amic i company de la City Philosophical Society Edward Magrath. Magrath va assistir a diverses conferències de Faraday i anotava els errors que cometia. Un altre assistent, Charles Anderson, li mostrava cartells amb missatges del tipus «lent» o «temps», perquè Faraday disposés de tota la informació per saber si s'ajustava a les normes que ell mateix s'imposava (JAMES, 2002: 227).

Experiments i demostracions

Les conferències de Faraday eren plenes d'experiments i demostracions, alguns dels quals feia molt de temps que estaven en preparació. Per Faraday, aquests experiments van ser «una part integral de la comunicació científica» (JAMES, 2002: 227). Un dels principis fonamentals de Faraday en aquest sentit va ser: «No parlis mai de ciència, simplement mostra-la» (JAMES, 2002: 227).

El científic britànic feia que l'audiència comprengués els conceptes a través de la persuasió, a través d'una atmosfera quasi «màgica». La gent se n'anava creient que realment sabia molt més del que realment sabia. Faraday convertia la ciència en un entreteniment i dominava les tècniques pròpies del teatre per crear suspens.

Faraday també va introduir novetats significatives en els programes de cursos i conferències de la Royal Institution. Les *Friday Evening Discourses* i les *Christmas Lectures*, aquestes últimes adreçades a la gent jove, van ser dues sèries de conferències ideades per ell que van tenir molt bona acollida.

Les conferències eren un lloc idoni per anunciar descobriments científics recents. Per exemple, Faraday va indicar i explicar l'existència del procés fotogràfic desenvolupat per William Henry Fox Talbot durant una conferència de 1839.

A les conferències de Faraday, hi assistien centenars —de vegades milers— de persones, i van anar-hi tota mena de personalitats britàniques, entre les quals destaquen el Príncep de Gal·les i el Príncep Alfred el 27 de desembre de 1855.

Faraday convidava els periodistes a presenciar les conferències i així s'assegurava que en farien una difusió adequada a través de les pàgines dels diaris. Tot plegat feia

que cada vegada fossin més els interessats a assistir-hi, fins al punt de convertir-se en «una activitat tan de moda com anar a l'òpera» (JAMES, 2002: 228).

Aviat Faraday va rebre algunes propostes per publicar en un llibre les conferències que impartia. En un primer moment no va entusiasmar-se amb la idea, a causa de la dificultat de plasmar en un paper els experiments, les demostracions i els girs teatrals de les conferències.

Després d'un intent no gaire reeixit, la insistència de l'editor del *Chemical News*, William Crookes, va portar-lo a treure al carrer un recull de les millors conferències sota el títol *The Chemical History of a Candle* (1860). El llibre va esdevenir un *best-seller* que va merèixer un reconeixement internacional unànime. L'obra va ser traduïda ràpidament a nombrosos idiomes. El text ocupa un lloc d'honor en la història mundial de la divulgació científica per l'aguda voluntat didàctica de l'autor. Faraday va tenir una gran capacitat per comunicar-se a través d'un estil clar, proper i senzill. Per ell, l'objectiu de la divulgació era fascinar el lector amb les meravelles de la ciència (HALSALL, 1998).

Hàbil, original, enginyós i divertit, convertia els actes en animats diàlegs plens d'anècdotes i sortides de to. Una vegada, a la Royal Society de Londres el físic britànic presentava els seus descobriments sobre l'electricitat i el magnetisme, quan algú li va preguntar: «I tot això, de què serveix?» Faraday, visiblement molest, es va limitar a respondre: «I de què serveix un nen?»

Mestre de la ironia, quan el primer ministre anglès li va preguntar quin ús podrien tenir les seves innovacions, relacionades amb l'electromagnetisme, Faraday va contestar que «algun dia seria possible cobrar impostos pel seu funcionament». La resposta va provocar un somriure generalitzat a l'auditori.

Faraday va arribar a crear un estil propi en les conferències. Dues de les claus de l'èxit van ser l'ús d'un llenguatge senzill, molt proper al que es parlava al carrer, i la utilització de demostracions i experiments realitzats *in situ*.

Algunes de les conferències de Faraday dedicades als nens i nenes encara es fan servir avui per explicar la ciència als més joves i s'han convertit en textos clàssics de divulgació al Regne Unit. Fins i tot, algunes es mostren, adaptades als nous temps, a la televisió (CANTOR, 2003).

Vida

Nascut a Newington (Surrey), a prop de Londres, Faraday des de jove va demostrar un interès especial per la física i la química, tot i que no va rebre una educació formal i reglada. Va viatjar per Europa amb Davy, com a ajudant seu, fet que li va permetre conèixer els principals científics del Vell Continent. L'any 1825 ja era director del laboratori de la Royal Institution. Després que Davy es retirés l'any 1827, Faraday va reemplaçar-lo com a professor de química de la Royal Institution.

Faraday va descriure els experiments portats a terme en els camps de l'electricitat i l'electromagnetisme en l'obra de tres volums titulada *Experimental Researches in Electricity* (1839, 1844, 1855). El conjunt del seu treball en química va agrupar-se a *Experimental Researches in Chemistry and Physics* (1858).

La seva activitat de recerca va concloure el 1855, malgrat que va continuar com a conferenciant fins a l'any 1861. El govern britànic va reconèixer la seva contribució a la ciència i a la divulgació i li va atorgar una pensió vitalícia i una casa a Hampton Court. Faraday es va negar, l'any 1853, a participar en els plans militars britànics per desenvolupar gasos tòxics, amb l'objectiu de ser utilitzats en el curs de la guerra de Crimea. L'autor de *The Chemical History of a Candle* va morir l'any 1867.

4.3.2 Charles Darwin, científic genial i millor divulgador

The Origin of the Species (1859) és un llibre científic que va representar una de les proeses intel·lectuals que el gènere humà ha portat a terme (SANDÍN, 2000). Alhora, *L'origen de les espècies* és un dels millors llibres de divulgació de tots els temps. Charles Robert Darwin (1809 - 1882), el pare de la teoria moderna de l'evolució, va argumentar meravellosament que les formes de vida s'havien desenvolupat en un procés lent de selecció natural. Aquelles idees van tenir una influència extraordinària i van repercutir decisivament tant en les ciències de la vida i de la Terra com en el pensament modern en general. El llibre va originar una autèntica revolució científica i intel·lectual. La importància de Darwin com a divulgador rau en el fet que les seves obres, sorprenentment, eren accessibles a tota mena de lectors. El domini de la literatura que va demostrar Darwin, probablement, encara no ha estat superat per cap altre científic.

La teoria darwiniana detalla com la lluita per la supervivència fa progressar les espècies, que tendeixen a incorporar les variacions naturals favorables i a desestimar les que no ho són. El procés selectiu, que té per objectiu adaptar-se al medi, és pausat i gradual, i els canvis es transmeten de generació en generació a través de l'herència, mecanisme que seria explicat satisfactòriament al segle XX amb la genètica moderna. La teoria defensava que tots els organismes relacionats eren descendents d'antecessors comuns.

Darwin va explicar, en *L'origen de les espècies*, la teoria de l'evolució amb el mètode hipoteticodeductiu emprat per Newton. El científic britànic va presentar íntimament associades l'evolució i la selecció natural, de manera que va organitzar la teoria com un tot coherent. Això responia a les exigències d'una llei natural de caràcter universal i s'avenia amb els principis epistemològics d'arrel newtoniana.

Els experts admeten que la idea de l'evolució ja estava a l'aire quan Darwin va publicar-ne la teoria definitiva. Autors com Gillispie (1959) i Glass (1959) han identificat més de trenta naturalistes i filòsofs que van exposar abans que Darwin la idea de l'evolució i/o la selecció natural (SANDÍN, 2000). Però cap no va saber construir una argumentació tan pacient, coherent i elaborada perquè s'imposés amb rotunditat en els cercles científics i socials de tot el món.

Darwin, amb la teoria de l'evolució, completa probablement «la revolució copernicana que va començar als segles XVI i XVII amb els descobriments de Copèrnic, Galileu i Newton» (SANDÍN, 2000). Les idees de Darwin no solament van revolucionar

la biologia, també van afectar altres àrees, com la sociologia (Herbert Spencer), l'antropologia (Lewis Henry Morgan), l'economia (Karl Marx, Thorstein Veblen), la política (Walter Bagehot), la literatura de ficció (Joseph Conrad, Jack London, Jules Verne, H. G. Wells), la poesia (Robert Browning, Alfred Tennyson, Walt Whitman), la lingüística (William Dwight Whitney), la filosofia (Charles Pierce, John Dewey, Henri Bergson) i la psicologia (William James, Sigmund Freud) (TAMAYO).

Obra i estil

A banda de *L'origen de les espècies* (1859), el llibre que el va consagrar, Darwin va publicar també altres obres. Especialment important va ser *Zoology of the Beagle* (1840), que el va donar a conèixer al gran públic, ja que va ser un autèntic *best-seller*. *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (1868), *Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (1871) i *The Expression of the Emotions in the Animals and Man* (1872) són tres textos que ampliaven aspectes que s'havien apuntat a *L'origen de les espècies*. Darwin va deixar escrita una autobiografia i altre material interessant, com ara cartes a col·legues o documents científics, que completen la seva obra.

L'origen de les espècies és el darrer gran treball científic que està a l'abast de qualsevol persona que no tingui coneixements especialitzats. La simplicitat i la claredat de l'exposició fan que el gran públic pugui comprendre'l sense gaires dificultats. *L'origen de les espècies* ha sobreviscut fins a convertir-se en un clàssic i ja no és llegit «estrictament com a document científic, sinó que, més aviat, ha adquirit un estatus especial com a literatura, un estatus que suposadament el separa de les obres científiques ordinàries i funcionals» (LOCKE, 1997:10).

Darwin tenia un domini aclaparador de la retòrica. Sabia arrancar i mantenir l'atenció del lector des del principi fins al final, amb argumentacions construïdes amb una gran riquesa de recursos, entre els quals destaquen les comparacions enginyoses. La forma d'escriure es fonamenta en una explicació pacient, progressiva i lenta (LASZLO, 1993: 23). El pare de la teoria evolutiva considerava òbvia una idea que després molts científics van oblidar: els treballs dels científics estaven destinats al poble.

El naturalista britànic sabia que escriure era una activitat separada de l'activitat científica pròpiament dita, que requeria un esforç addicional. No valia escriure de qualsevol manera, ni fer-ho com els molts científics que concebien els textos com a mers registres on s'acumulava la informació. «La vida d'un naturalista seria una vida feliç si només hagués d'observar i mai no hagués d'escriure», va dir Darwin.

Darwin disposava de vastes quantitats de material d'investigació, però va preferir prendre's el seu temps en escriure *L'origen de les espècies*. Es calcula que va tardar un any sencer a redactar la seva obra mestra per «explicar la selecció natural en termes retòricament apassionants» (LOCKE, 1997: 133).

Aquesta retòrica va fer de *L'origen de les espècies* un document revolucionari i eficaç que és capaç d'interessar encara qualsevol lector d'avui, sigui o no sigui especialitzat. Darwin va trencar la vella idea que el text científic no havia de transmetre

emocions, i expressa a *L'origen de les espècies* els seus sentiments, particularment el seu «sentiment de l'organisme», «el seu amor cap a la natura», «l'amor del científic pel seu objecte d'estudi». «Aquí hi ha una formiga; de sobte te n'enamores», va escriure en un moment determinat (LOCKE, 1997: 114).

Una de les coses que fan agradable el text és l'ús constant de personificacions (LOCKE, 1997: 110). Darwin tracta la natura sota un prisma antropomòrfic, de manera que la personifica constantment. Són sorprenents les personificacions de plantes i insectes (LOCKE, 1997: 110-111). En unes poques frases memorables descriu un avet escocès nan, esclafat repetidament pels ramats bovins. Els vint-i-sis anells de creixement de l'avet nan mostren que «durant molts anys havia intentat aixecar el cap sobre els troncs del bruc, i no ho havia aconseguit» (LOCKE, 1997: 110-111).

Les formigues, uns dels seus animals favorits, són també l'objecte de nombroses personificacions. En *L'origen de les espècies* apareixen formigues «carregades amb un botí», formigues que estan «desesperades», formigues que «surten victorioses del darrer combat», formigues que són «feroçment segrestades i transportades» per altres que l'autor qualifica de «tiranes» (DARWIN, 1959: 399-401). Les personificacions ajuden a intensificar la immediatesa de la narració. Beer sosté que aquestes personificacions pretenen apropar les criatures personificades a l'home i, d'aquesta manera, atrapar l'home en la xarxa de l'evolució (LOCKE, 1997: 113).

L'origen de les espècies és ple de tècniques narratives pròpies de les argumentacions: cites d'autoritat, exemples a través d'experiments realitzats o demostracions a partir de les pròpies troballes de Darwin en la natura. Al final, com assenyala Hyman (1962: 35), queda un aire de testimoni personal: «Jo era allà», «jo ho vaig veure», «això em va passar». El llibre és d'alguna manera —i d'aquí la proximitat que el text desprèn— el recull de les experiències que Darwin volia compartir amb el lector.

L'origen de les espècies es disposa d'acord amb el model clàssic d'argumentació completa, amb exordi, narració, exposició, partició, confirmació, refutació, digressió i peroració (LOCKE, 1997: 123-125). Com tota argumentació, pretén clarament persuadir i, en conseqüència, la retòrica com a tal hi juga un paper fonamental. La peroració final culmina amb l'elaboració de la cèlebre metàfora darwiniana de l'«embrollat marge», un símbol de les interrelacions complexes que observa entre la comunitat de criatures vives. La darrera frase, altament recarregada, invoca Newton i el Creador i proclama la «grandesa de la seva visió de la vida» (LOCKE, 1997: 125).

Els textos de Darwin són anormalment expressius, amb elements propis, segons com, del teatre o de la poesia. En aquest sentit, Hyman (1962: 34), seguint les pautes del New Criticism, caracteritza *L'origen de les espècies* com a objecte artístic: «Una obra literària, amb l'estructura del drama tràgic⁹ i la textura de la poesia.»

9. Drama en el sentit del drama tràgic grec. La batalla per la natura (l'*agon* grec o conflicte) que acaba amb la supervivència dels més preparats (l'*epifania* grega o aparició joiosa del protagonista resuscitat).

L'obra de Darwin ha estat molt estudiada des d'un punt de vista literari durant el segle XX.¹⁰ Tres de les raons que ajuden a explicar aquest gran interès són: la qualitat de Darwin com a escriptor, l'accessibilitat dels seus textos principals i la importància de la revolució darwiniana en el pensament victorià i en el pensament modern. (LOCKE, 1997: 39). Alguns estudis han documentat la influència específica de Wordsworth sobre Darwin (GAULL, 1979).

Vida

Nascut a Shrewshury (Shropshire, Anglaterra), la seva família era rica i cultivada. Darwin va estudiar medicina, com el seu pare, a la Universitat d'Edinburg, però, desil·lusionat, aviat va traslladar-se a la Universitat de Cambridge per preparar-se per entrar a l'Església anglicana. Ja graduat, el seu interès estava més en la natura que en la religió. Amb 22 anys, va ser convidat a integrar-se sense sou en una expedició científica al voltant del món a bord del vaixell anglès d'investigació *H.M.S. Beagle*. Al viatge, va tenir l'oportunitat d'observar fòssils, organismes vius i formacions geològiques de diferents continents i illes. De seguida va començar a oposar-se a la teoria prevalent sobre l'origen de les espècies, l'anomenada *teoria de la catàstrofe*, que interpretava el món com una successió de catàstrofes sobtades i descartava tant les mutacions com qualsevol evolució.

Aquelles observacions de camp i la lectura dels assaigs de l'economista britànic Thomas Robert Malthus, que estudiava l'equilibri entre les poblacions humanes a partir de criteris com el menjar, les malalties o les catàstrofes naturals o humanes, li van permetre formular un principi de teoria evolutiva ja el 1838. Durant les dues dècades posteriors, va treballar en la teoria. El 1859, al cap de vint-i-un anys, es van publicar les conclusions completes amb el títol de *L'origen de les espècies*. L'edició es va esgotar el primer dia, i el mateix va passar amb les sis edicions posteriors. Segons Sánchez Ron (2002), el llibre es va esgotar de seguida, «no perquè les masses esperessin la teoria de l'evolució (de fet, no en sabien res), sinó perquè el seu autor era conegut gràcies als llibres de viatges sobre expedicions científiques que havia publicat amb anterioritat (1839-1843).¹¹

«El llibre que va sapsejar el món», com aviat se'l va anomenar, va aixecar gran polseguera en els cercles religiosos, ja que negava la creació del món segons els principis cristians i posava els humans al nivell dels animals. Darwin va dedicar la resta de la seva vida a polir els arguments i a rebatre les copioses objeccions que va rebre. Apreciat pels seus contemporanis, fou membre de la Royal Society i de l'Aca-

10. Les principals obres d'estudi en aquest sentit són (LOCKE, 1997: 38-39): Jacques BARZUN. *Darwin, Marx, Wagner*. Nova York: Doubleday, Anchor Books, 1958; Stanley Edgar HYMAN. *The tangled bank: Darwin, Marx, Frazer and Freud as imaginative writers*. Nova York: Atheneum, 1962; Gillian BEER. *Darwin's plots: Evolutionary narrative in Darwin, George Eliot and nineteenth-century fiction*. Londres: Ark Paperback, 1985; George LEVINE. *Darwin and the novelists: Patterns of science in victorian fiction*. Cambridge: Harvard University Press, 1988.

11. Entre aquestes, l'expedició del *Beagle*.

dèmia Francesca de les Ciències i, com a reconeixement, va ser enterrat a l'abadia de Westminster, a Londres.

4.3.3 El periodisme científic a la Gran Bretanya

Una de les primeres revistes científiques de la Gran Bretanya, i de tot el món, va ser *Philosophical Transactions*. La publicació, concebuda com un recull de memòries i resums de llibres de ciència i altres matèries, va sortir al carrer l'any 1665 per iniciativa del secretari de la Royal Society, Henry Oldenburg. Aquell any 1665 va ser un any especialment important per al periodisme científic, ja que també va començar a editar-se una revista francesa de característiques semblants: *Journal des Savants*.

Philosophical Transactions va acabar sent la revista oficial de la Royal Society i s'ha publicat ininterrompudament fins als nostres dies. Per la revista hi van desfilar els principals científics del moment. Fins i tot Isaac Newton, que era molt repropí a l'hora de publicar els seus treballs, hi va escriure de forma anònima alguns articles (MUÑOZ SANTONJA, 1999). A *Philosophical Transactions*, s'hi van poder llegir les teories més avançades de l'època, fet que va contribuir a donar-li un gran prestigi dintre i fora de les illes Britàniques. La revista va ser, des de ben aviat, imitada i presa com a model per altres societats i associacions científiques d'altres ciutats britàniques i de l'Europa continental.

De tota manera, *Philosophical Transactions* distava encara força de ser una publicació de divulgació científica. Com ha subratllat Cantor (2003), «els lectors de la revista eren bàsicament els membres de la mateixa societat i altres «filòsofs»¹² del país i d'Europa». En aquest sentit, la influent *Philosophical Transactions* ha de ser entesa com una «publicació d'elit per a la comunitat científica britànica i europea» (CANTOR, 2003).

El segle XVIII britànic va servir per desenvolupar la premsa generalista, que esporàdicament i de manera poc organitzada podia incloure textos de ciència. Un bon exemple d'aquest tipus de publicació, i el més popular de tots, va ser *Gentleman's Magazine* (1731), un magazín mensual que era una mena de miscel·lània de temes tan diversos com resums o fragments de llibres recents, cartes sobre diferents aspectes i una llista de naixements, casaments i defuncions. La ciència hi estava disseminada de manera poc sistemàtica: potser una carta sobre història natural o un resum d'un llibre nou sobre geologia (CANTOR, 2003). *Gentleman's Magazine* era dirigit per Edward Cave i venia 15.000 exemplars cap a principi de la dècada de 1740 (HONEYBONE, 1998). Una publicació anàloga pel que fa al tractament de la ciència va ser *London Magazine*, el gran competidor de *Gentleman's Magazine* en els anys centrals del segle XVIII. Ja amb periodicitat anual, és obligat mencionar *Ladies Diary* (1704), editat per Thomas Sompson entre 1752 i 1760, una de les mostres més reeixides de la premsa

12. Filòsof, i més en concret *filòsof natural*, era el terme que s'aplicava a l'època per referir-se als científics.

per a dones, tan típica dels segles XVIII i XIX als països més avançats d'Europa. D'altra banda, la publicació *Gentleman's Diary or the Mathematical Repository*, editada per Thomas Feat (1708 – 1780), és assenyalada sovint com una de les revistes de l'època que van apropar especialment les matemàtiques a la societat.

Totes aquestes publicacions contenien qüestions i problemes matemàtics, explicacions detallades sobre qüestions científiques i cartes i articles que propiciaven els debats sobre filosofia natural (HONEYBONE, 1998). Els diaris i les revistes del segle XVIII, com també els llibres, eren encara productes cars. Per tant, no estaven a l'abast de tothom, cosa que dificultava la popularització de les ciències a gran escala (CANTOR, 2003).

El boom del segle XIX

El gran salt endavant de la premsa britànica en general, i de la premsa científica en particular, es va fer al segle XIX. Durant aquell segle, les publicacions científiques van proliferar extraordinàriament. Segons John North, autor del catàleg *Waterloo Directory of English Newspapers and Periodicals, 1800-1900*, més de 125.000 publicacions van sortir al carrer durant l'època victoriana al Regne Unit. Malgrat que molts títols van tenir una vida efímera, altres van tenir una acollida excel·lent i van atraure un nombre considerable de lectors.

Exceptuant alguns llibres molt puntuals,¹³ la ciència arribava al ciutadà sobretot a través de les publicacions periòdiques. Al segle XIX, la circulació de revistes i diaris va ser molt superior i molt més influent que la que van tenir els llibres (DONN VANN i VANARSDEL, 1994; BROCK, 1994).

A final del segle XIX, en plena època d'or de la premsa periòdica, la societat debatia sobre un fenomen que ja tenia una gran repercussió i una força inusitada. La premsa, asseguraven alguns estudiosos, alteraria costums i tradicions. Fins i tot hi havia qui vaticinava que «les publicacions periòdiques semblaven destinades a reemplaçar els llibres completament» (PATTISON, 1877).

Un exemple excel·lent i ben estudiat de la força de la premsa va ser la penetració del darwinisme en la societat. Tot i que la primera edició de *The Origin of Species* (1859) va vendre 1.250 exemplars, la veritable difusió de les idees de Charles Darwin va ser possible gràcies a la premsa (ELLEGARD, 1990).

Característiques de la premsa del segle XIX

Mosaic de temàtiques

Moltes de les publicacions del segle XIX són una mena de mosaic de temes en el qual la ciència és només una part del tot. Aquesta juxtaposició física de peces

13. El llibre de George Combe *The Constitution of Man* (1828), per exemple, va ser una d'aquestes excepcions: va vendre 80.000 exemplars en els primers 20 anys des de la seva aparició.

(articles, cartes, il·lustracions...) sobre temes molt variats en una mateixa publicació tenia diverses conseqüències. D'una banda, amb aquest sistema de presentació s'afavoria una més gran obertura de mires dels lectors, que continuament anaven rebent missatges periodístics molt contraposats. D'altra banda, la ciència tenia l'oportunitat de jugar amb igualtat de condicions amb altres matèries que monopolitzaven les publicacions i, d'aquesta manera, guanyar lectors.

El debat i la controvèrsia

Una característica essencial per entendre el vigor de la premsa científica britànica del segle XIX va ser la contínua presència de debats i controvèrsies a les seves pàgines. Cada article o carta que apareixia en contestava un altre d'anterior o era susceptible de ser contestat amb posterioritat. La polèmica, especialment amb les atrevides teories evolucionistes de Darwin, va ser un dels motors més visibles de la divulgació de les ciències. El lingüista Mikhaïl Bakhtin ha proposat el concepte de *dialogism* per referir-se a aquesta característica, ja que, en efecte, es crea una mena de diàleg generalitzat a través de les pàgines de les publicacions. D'aquesta manera, la premsa va ser l'altaveu més eficaç en la difusió de les principals controvèrsies científiques del segle XIX.

La ciència ha d'adaptar-se a cada tipus de publicació

Els escrits de ciència havien d'adaptar-se als codis específics de la publicació en la qual apareixien. Aquests codis eren col·lectius per a tots els que hi presentaven textos. Això vol dir que l'article científic havia d'ajustar-se al to, a l'estil, al format, a la ideologia religiosa i a la posició política pròpia de la publicació. Aquest fet generava situacions de censura —no es publicava allò que contravenia els principis de la publicació— i d'autocensura —el mateix autor evitava temes que no s'ajustessin als principis de la publicació.

Diversificació del lector: el text havia de ser assequible a qualsevol lector

Una característica comuna a tota mena de publicacions del segle XIX va ser la voluntat de difondre's entre capes molt àmplies de la població britànica. Exceptuant unes quantes revistes científiques destinades només a especialistes, la resta de publicacions volien arribar a un gran nombre de lectors. Per aconseguir-ho, els textos havien d'estar escrits de tal manera que fossin accessibles a tota mena de públics.

Tòpics científics

Les principals temàtiques de les revistes divulgadores van ser: (1) la mecànica, amb nombroses revistes de gran tradició al Regne Unit sobre aquesta matèria; (2) la natura o la història natural, sobretot a partir de l'eclosió de la teoria evolucionista de Darwin; (3) l'«*useful knowledge*» (coneixement útil), que va donar lloc a diferents revistes a la Gran Bretanya i habituals també a França, on tenen l'origen; i

(4) la ciència en general, amb títols com ara *Magazine of Science* o *Magazine of Popular Science* (SHEETS-PYENSON, 1985: 551).

Principals publicacions

Al començament del gloriós segle XIX, les revistes *The Edinburgh Review* i *The Quarterly Review* van representar una innovació significativa. Totes dues eren revistes molt ben fetes, que contenien textos de gran nivell intel·lectual. La ciència, sense ser el tema principal, hi apareixia sovint, sempre amb un notable rigor. *The Edinburgh Review*, fundada el 1802, va ser el producte d'un grup d'estudiants ambiciosos *whig* de la Universitat d'Edimburg. *The Quarterly Review* era una publicació similar, però des d'una perspectiva *tory* (CANTOR, 2003).

Els darrers anys del segle XVIII i els primers del XIX van comportar igualment una major especialització de la ciència, i es van formar societats específiques per a una sola disciplina. Quan es creava una societat, després de poc temps apareixia una revista de la societat. De tota manera, segons Cantor (2003), aquestes revistes només les llegia «la gent que participava en la ciència» i no pas la gent del carrer. En aquest context se situen dues revistes històriques que han tingut llarga vida: *Botanical Magazine* (1787-), una revista especialitzada en botànica que encara es publica, i *Philosophical Magazine* (1798-), una revista de gran importància al segle XIX, que va anar especialitzant-se cada vegada més en física, fins a ser, encara ara, una publicació de referència en aquesta disciplina. A les pàgines de *Philosophical Magazine*, hi han escrit els millors físics del segle XX.

A partir de la dècada de 1820, les revistes de ciència van començar a prendre un to més popular (SHEETS-PYENSON, 1985: 551). Un dels millors exemples d'aquesta incipient mena de revistes va ser *The Penny Magazine*, publicada cada dissabte durant la dècada de 1830 i dirigida especialment a la classe treballadora. Promoguda per la Society for the Diffusion of Useful Knowledge i editada primerament per Charles Knight, *The Penny Magazine* va servir per aportar informació científica útil a les capes mitjanes de la població. Per als seus lectors, la revista, que tenia vuit pàgines i va arribar a distribuir més de 200.000 exemplars (TOPHAM, 2000: 576), va ser una font d'informació en temes d'interès general, la majoria sobre ciència, com ara sèries sobre animals i ocells de la Gran Bretanya o informacions sobre processos industrials. En una ocasió, Susan Darwin va escriure en una carta al seu germà Charles que *The Penny Magazine* era el vehicle perfecte per aprendre «petites nocions» de geologia (TOPHAM, 2000: 568). La gran competidora d'aquesta publicació va ser *Saturday Magazine*, promogut per la Society for Promoting Christian Knowledge, també adreçat als treballadors, però des d'una òptica més religiosa. En el quadre que segueix apareixen altres títols de revistes de caire popular pròpies d'aquesta època editades a Londres. A Escòcia des de 1832, i aviat a tot el Regne Unit, va fer fortuna el magazín *Chambers's Edinburgh Journal*. El periòdic, que no versava exclusivament sobre ciència, era obra de Robert Chambers, un dels periodistes científics i divulgadors més representatius del segle.

Sens dubte, una de les publicacions pròpiament científiques més importants del segle XIX britànic va ser la revista *Nature* (CANTOR, 2003). *Nature* va néixer el 4 de novembre de 1869, fundada per l'astrònom Norman Lockyer i l'editor McMillan. *Nature* va començar com un setmanari il·lustrat i va fer-se cèlebre des de bon principi per dos fets: per l'alta qualitat dels continguts i perquè estava oberta a no especialistes (RASMUSSEN, 2003). Aquesta coneguda publicació s'ha convertit avui en una de les revistes especialitzades en ciència de referència més importants del món (SHEETS-PYENSON, 1985). *Nature*, a banda de representar un exemple extraordinari de longevitat periodística, és ara mateix una de les revistes més influents en la circulació de la informació científica i els seus *press release* determinen en molts casos l'agenda i els continguts de ciència de la premsa generalista d'arreu del planeta (SEMIR, RIBAS i REVUELTA, 1998).

**Revistes populars londinenques més importants del segle XIX,
agrupades per temes¹⁴**

Mecànica

- *Mechanics' Magazine* (1823-1858)
- *English Mechanic* (després va anomenar-se *English Mechanic and Mirror of Science and Art* i *English Mechanic and World of Science*) (1865-1895)

Ciència en general

- *Newton's London Journal of Arts and Science* (anteriorment amb altres noms) (1828-1867, en diferents etapes)
- *Nature* (1869-)
- *Popular Science Review* (1862-)

Història natural

- *Magazine of Natural History* (1828-1840)
- *Phytologist* (1842-1863)
- *Zoologist* (1843-)
- *The Geological Magazine* (1864-)
- *Entomologist* (1840-)
- *Hardwicke's Science Gossip* (després anomenada simplement *Science-Gossip* (1865-)

A tot el Regne Unit, sobretot a Escòcia i a Anglaterra, les publicacions de medicina han tingut una llarga i reconeguda tradició. Diverses d'aquestes revistes van néixer a la primera meitat del segle XIX i estaven adreçades, ja des de bon principi,

14. Aquest quadre resumeix l'annex que apareix a S. SHEETS-PYENSON. «Popular science periodicals in Paris and London: the emergence of a low scientific culture, 1820-1875». *Annals of Science*, 42 (6) (1985), p. 549-572.

a un públic molt especialitzat: els metges i els diferents professionals de la medicina. *The Lancet* (1823-) és una de les publicacions sobre temes mèdics més prestigioses del món, encara avui, i ha recollit els avenços mèdics més importants dels darrers 180 anys. Un treball semblant, l'ha fet el *British Medical Journal*, que va ser fundat l'any 1840 i ha arribat als nostres dies. La revista *British and Foreign Medical Review* (1836-1847) fou capdavantera al Regne Unit en temes mèdics en els onze anys que va sortir al carrer.

Altres revistes no específicament de ciència, però en les quals aquest tipus d'informacions tenien un tractament molt acurat, van ser influents en la segona meitat del segle XIX al Regne Unit. Publicacions com *Fortnightly*, *Contemporary* i *Nineteenth Century* van jugar un paper rellevant en la popularització dels coneixements científics i tècnics en l'època victoriana.

Ja al segle XX, els britànics han gaudit d'una revista de divulgació d'abast mundial similar a l'americana *Scientific American*. Des de 1956, *New Scientist*, revista innovadora, seriosa i d'entreteniment, divulga la ciència i la tecnologia a tot el món, a través d'una xarxa eficaç de corresponsals.

No es podria cloure aquest capítol sense fer referència als diaris generalistes britànics. La premsa seriosa del país ha estat sempre una de les més avançades del món i s'ha imitat arreu. Els diaris informatius-interpretatius britànics, de format llençol i sobris en la presentació, han assolit un prestigi innegable perquè han sabut distingir entre *facts and comments*, entre fets i opinions.

Tal vegada *The Times* (1785-) és el màxim representant d'aquest conjunt de diaris que, dia rere dia, van aportar el granet de sorra a la divulgació de la ciència al Regne Unit. Els principals temes científics del moment van aplegar-se amb precisió i rigor a les planes de *The Times*, el diari britànic més emblemàtic. *The Times*, periòdic independent d'ideologia conservadora, va ser el gran exponent periodístic de l'època victoriana, amb el permís de *The Daily Telegraph*, el seu gran competidor. Diari d'actualitat, molt ben informat i dotat de serveis d'informació propis, *The Times* va ser capaç de criticar la política exterior britànica en la guerra de Crimea o de rebutjar els serveis de l'agència de notícies Reuters. Més de dos segles després de la seva fundació, *The Times* gaudeix encara d'una envejable salut de ferro (GUILLAMET, 2003: 35-41, 70-73).

El perfil dels periodistes

Els periodistes científics britànics tenien ocupacions heterogènies. Un gran nombre eren científics *amateurs* o escriptors de ciència *amateurs*. Les credencials o el currículum dels periodistes anglesos no impressionava. Com molt bé es va caricaturar en l'època, la preparació d'alguns periodistes científics era més que deficient (SHEETS-PYENSON, 1985: 560). Només alguns tenien una titulació universitària. El popularitzador anglès rara vegada vivia dels seus articles i els pocs intents dels periodistes per dedicar-se a temps complet a escriure sobre ciència van fracassar.

El periodista anglès era inquiet, compaginava perfectament les activitats divulgadores amb els negocis i les recerques científiques, normalment *amateurs* o vinculades a associacions de científics. Malgrat l'*amateurisme*, el periodista anglès estava molt especialitzat en una estreta franja del saber, en la qual tenia coneixements abundants i sòlids. El tipus de ciència que popularitzava era precisament el que coincidia amb els seus interessos personals o la ciència pròpia de les seves ocupacions o oficis (SHEETS-PYENSON, 1985: 561). L'exemple prototípic d'aquest perfil fou el periodista Edward Newman.

Edward Newman (1801 - 1876) va editar diversos periòdics populars d'història natural. Nascut a Middlesex, el seu pare treballava en una pelletteria i, després de ser educat a l'escola Gloucestershire, es va posar a treballar en el negoci patern. El 1826 Newman va instal·lar-se a Londres, on va muntar el propi negoci. És en aquests anys que Newman va entrar en contacte amb George Luxford, un impressor londinenc. Luxford era l'impressor del *Magazine of Natural History* i Newman va entrar com a soci en el negoci. Al cap de poc temps, Newman es va quedar amb la propietat en solitari de l'empresa i va continuar editant la revista fins que va retirar-se l'any 1870.

Els interessos de Newman per les ciències naturals venien de lluny. L'any 1826 havia fundat l'Entomological Club of London i va contribuir també a la formació de l'Entomological Society, l'any 1833. El mateix any 1833, Newman va entrar a la prestigiosa Linnean Society i després va ser membre de la Zoological Society i de la Royal Microscopical Society. Als anys 30, Newman va encarregar-se d'editar la publicació de l'Entomological Club of London, col·laborava regularment amb el *Magazine of Natural History* i va publicar una monografia sobre entomologia.

La seva gran expansió com a editor va produir-se, però, quan ja es dedicava a l'ofici d'impressor. Aleshores apareix el Newman més actiu des d'un punt de vista periodístic. El 1840 va crear la revista *Entomologist*; uns anys després va ser l'editor de *Phytologist*, una aventura personal que no va tenir sortida comercial, i el 1843 va fundar *Zoologist*. Newman escrivia simultàniament articles per a les tres publicacions i tenia temps per escriure llibres populars d'entomologia, ornitologia i botànica. El llibre *History of British Ferns* va aconseguir un èxit remarcable, ja que se'n van fer quatre edicions des de 1840 fins a 1865.

Newman va fer investigacions científiques dignes de ser citades. El Royal Society Catalogue recull fins a 131 treballs de recerca de Newman, la major part dels quals en entomologia, tot i que era una mena de naturalista tot terreny que treballava en cada branca de cada matèria de la història natural.

Newman exemplifica bé el model del periodista científic anglès, desvinculat de la universitat, sense estudis superiors, inquiet, hàbil en els negocis, autor d'una o més recerques de certa importància i que solia ser un científic *amateur* especialitzat en una matèria més o menys concreta, vingut de la base i destinat a divulgar també entre la base.

Aquest perfil britànic té diferències significatives amb el perfil prototípic dels periodistes científics francesos del mateix segle. En el quadre següent, s'assenyalen les principals diferències entre totes dues tradicions.

Diferències en el perfil dels periodistes científics francesos i britànics del segle XIX¹⁵

Periodistes científics francesos	Periodistes científics britànics
El periodista era un científic professional, que acostumava a estar al final de la seva carrera com a investigador o professor.	El periodista era un científic <i>amateur</i> , sense estudis universitaris. Sovint era un autodidacta molt especialitzat en una disciplina.
Era nascut a províncies i havia emigrat a la gran ciutat, París.	Era nascut a Londres o als voltants de la metròpoli.
Es dedicava al periodisme a temps complet i tenia poc temps per a cap més activitat.	Es dedicava al periodisme, entre moltes altres activitats. Feia recerca en el seu temps lliure.
El <i>vulgarisateur</i> francès tenia plena consciència d'estar fent divulgació científica en els seus textos periodístics.	No tenia tanta consciència d'estar fent divulgació. Era un científic de base que escrivia per a col·legues i aficionats.
Havia llançat la seva carrera periodística com a columnista, cronista o col·laborador en els diaris parisenços.	Arribava al periodisme com a afeccionat a la ciència o per alguna activitat professional relacionada (ofici tècnic).
Un dels exemples prototípics d'aquest perfil és Louis Figuier (1819 – 1894).	Un dels exemples prototípics d'aquest perfil és Edward Newman (1801 – 1876).

4.3.4 Robert Chambers, periodista científic i autor de *Vestiges*

Figura singular del seu temps, Robert Chambers (1802 – 1871) va ser un periodista, escriptor i editor britànic que va tenir un triple paper en la divulgació científica britànica del segle XIX. Chambers va exercir el periodisme científic amb dinamisme i perspicàcia, va engegar i fer créixer una editorial de gran importància al Regne Unit molt sensible amb els llibres de temes tècnics i va escriure l'obra *Vestiges of the Natural History of Creation* (1844), un dels tres llibres de ciència més llegits del segle XIX a la Gran Bretanya.¹⁶ Enigmàtic, agosarat, polèmic i influent, *Vestiges* ocupa un lloc d'honor en els textos anglosaxons de divulgació de les ciències de qualsevol època.

15. Quadre elaborat a partir de les informacions recollides a S. SHEETS-PYENSON. «Popular science periodicals in Paris and London: the emergence of a low scientific culture, 1820-1875». *Annals of Science*, 42 (6) (1985), p. 549-572.

16. Els altres dos llibres són *L'origen de les espècies*, de Darwin, i *The Constitution of Man*, de George Combe.

Chambers respon bé al perfil dels periodistes científics anglesos del segle XIX. L'autor de *Vestiges* no tenia estudis universitaris. No era un científic de primera línia, sinó més aviat un científic *amateur* ple de talent. Tenia una gran visió pels negocis. Era «un científic menor però no un científic negligible» que tenia temps per fer recerca —va signar 14 treballs d'investigació sobre geologia entre 1843 i 1864 (MILLHAUSER, 1959: 168).

Chambers escrivia i publicava el conegut magazín *Chambers's Edinburgh Journal*, la seva obra periodística cabdal. La revista de Chambers va ser un dels intents més reeixits d'aportar coneixements científics a les classes mitjanes del Regne Unit. El *Chambers's Edinburgh Journal* tenia vuit pàgines, costava 1,5 penics i sortia al carrer setmanalment. La publicació, nascuda el 1832, va arribar a una circulació d'aproximadament 60.000 exemplars durant els primers deu anys de vida i era un dels setmanaris més populars del Regne Unit. Hi col·laborava activament el germà gran de Chambers, William.

La revista, en paraules del mateix editor, tenia el «simple objectiu» d'aportar als lectors «un menú d'instrucció mental saludable, útil, i agradable». El públic del magazín era molt ampli: com va citar expressament Chambers, els articles anaven dirigits també «als obrers més pobres del país» (LYNCH, 2000).

Molts dels articles de la revista eren de temàtica científica. Chambers resumia les troballes més interessants del moment i permetia accedir a idees que, fins al moment, només eren disponibles per als emergents professionals de la ciència. Es tractava d'una publicació plural i oberta, on hi tenia cabuda la ja vella teologia natural de William Paley, basada en la meravellosa providència divina, i altres teories molt més avançades. Quasi tots els temes científics del segle XIX van aparèixer a la publicació de Chambers.

A les seves pàgines es van debatre les teories de Lamarck, l'evolucionisme, la professionalització del científic i la creixent i preocupant especialització científica (SECORD, 1989: 178). La biologia i la geologia eren les matèries més tractades a la revista entre 1832 i 1859, amb un predomini clar de la primera. Per cada quatre textos de biologia n'apareixia un de geologia, segons Lynch (2000).

Abans de dedicar-se al periodisme, Robert Chambers ja havia demostrat una passió inusual pels llibres i una habilitat comercial notable. Després que fes fallida el negoci del seu pare, Robert i el seu germà gran, William, van començar a vendre llibres en una parada als carrers d'Edimburg. Ràpidament, els germans van saber expandir el negoci i, anys més tard, «W. & R. Chambers» va esdevenir una de les editorials de més èxit de la Gran Bretanya. L'editorial imprimia llibres de temàtiques generals i tenia interès especial pels aspectes relacionats amb la divulgació de la ciència i la cultura.

Chambers va ser un periodista amb un gran sentit de l'oportunitat. El seu olfacte periodístic va portar-lo a treure al carrer de forma anònima allò que la gent comuna tenia ganes de conèixer i cap científic no s'atrevia a publicar per por a les represàlies d'altres científics o dels poders fàctics del país. El 1844 es va publicar a Anglaterra una obra de 400 pàgines d'autor anònim denominada *Vestiges of the Natural History of Creation*. El llibre va causar un terrabastall en la societat victoriana.

Vestiges va provocar una de les polèmiques científiques més grans del segle XIX, fet que va determinar que es vengués molt bé. Chambers en va distribuir més de 23.000 exemplars en 16 anys, corresponents a més d'onze edicions (SECORD, 1994: XXVI).

El text presentava una història de la Terra entenedora, des de la formació del sistema solar fins als orígens de la humanitat, i explicava els processos de desenvolupament de les plantes i de la vida animal. L'obra, de manifesta tendència evolucionista, s'adheria a la visió cosmològica de Laplace, de manera que l'origen dels organismes s'havia de sotmetre a la regularitat de les lleis naturals, descobertes o encara sense descobrir. L'autor argumentava aquests principis a partir dels resultats del registre fòssil, que evidenciaven l'evolució dels éssers vius des de les formes més primitives fins a les més avançades, com ara l'home.

El llibre va tenir un gran èxit entre el públic general, no científic, però també es va comentar detalladament en revistes científiques importants. El text va generar múltiples debats, entre els quals van destacar els que tenien a veure amb la validesa de les teories evolucionistes, la separació entre ciència i pseudociència i els efectes de la popularització de les idees científiques (LYNCH, 2000).

L'obra va tenir lectors il·lustres reconeguts com la mateixa reina Victòria, el polític Abraham Lincoln o el filòsof Arthur Schopenhauer. *Vestiges* va provocar una reacció contrària forta de la comunitat científica, que va manifestar-se aviat en els escrits antievolucionistes d'Adam Sedgwick, William Whewell i Thomas Henry Huxley, tot i que aquest darrer, posteriorment, seria defensor de la teoria darwinista.

Charles Darwin va arribar a reconèixer que *Vestiges* va ser important per preparar molta gent a acceptar la seva teoria de l'evolució. El llibre, per alguns autors, és una mena de precursor de *The Origin of Species* (1859). Sigui com sigui, el cert és que durant les dècades de 1840 i 1850, *Vestiges* era l'únic llibre sobre l'evolució amb el qual els lectors anglesos estaven familiaritzats (OTERO CARVAJAL).

Un dels fets més sorprenents i estudiats del *best-seller* de Robert Chambers ha estat l'anonímia del text. L'autor escocès va preferir no signar el llibre per una raó pragmàtica. Chambers va pensar que la polèmica que comportarien les idees de l'obra li danyaria el negoci de publicacions. El nom de l'autor no es va saber fins a la dotzena edició, apareguda l'any 1884, tretze anys després de la mort de Chambers.

Tot i això, alguns autors consideren que era possible intuir que Chambers estava darrere de *Vestiges*, ja que els articles científics del *Chambers's Edinburgh Journal* contenien exactament «el mateix tipus d'errors científics i raonaments imperfectes que es van trobar després a les pàgines del *best-seller*» (SCHWARTZ, 1999: 357). Tot allò que envolta *Vestiges*, el seu autor i la seva recepció esdevé encara avui «un dels contes més intriguants de la història de la ciència» (LYNCH, 2000).

4.3.5 Thomas Henry Huxley i altres divulgadors del segle XIX

Thomas Henry Huxley (1825 – 1895) va ser un destacat zoòleg i un notable divulgador científic de l'època victoriana. Autor d'importants estudis sobre vertebrats, invertebrats marins i fòssils, Huxley va especialitzar-se en els animals de la superfície dels mars tropicals i va fer recerques sobre la morfologia dels mol·luscs cefalòpodes. A partir de l'estudi de les meduses, va ajudar a establir la classe zoològica dels hidrozous i va observar semblances entre algunes fases del creixement d'aquesta classe animal i els primers estadis embrionaris dels animals superiors, fet que concordava amb un origen comú de totes les espècies.

Va ser un fervent defensor de l'evolució i del transformisme, una teoria biològica segons la qual els éssers vius s'han transformat durant el curs dels diferents temps geològics i de la qual Lamarck i Darwin també van ser partidaris. És molt coneguda la seva frase, respecte al mètode científic, que alerta sobre les temptacions de l'investigador en el curs del seu treball: «La gran tragèdia de la ciència és l'assassinat d'una bella hipòtesi a mans d'un fet lleig.» Com les de Darwin, algunes de les seves recerques van ser producte d'un acurat treball de camp a bord de vaixells. Després d'estudiar medicina, va exercir de metge a la marina anglesa; concretament, Huxley va viatjar al voltant del món durant quatre anys al vaixell *H. M. S. Rattlesnake*, on treballava com a cirurgià ajudant.

Huxley va tenir una participació constant en la vida pública. El seu paper com a divulgador va tenir múltiples vessants. Aquest científic anglès va divulgar com a escriptor de llibres notables, com a conferenciant, especialment en defensa de la teoria de l'evolució, com a col·laborador en premsa i com a docent, ja que va ser un dels pioners en l'ensenyament pràctic de la biologia.

Thomas Henry Huxley va escriure sobre matèries molt diverses. Era un científic amb la ment oberta a les disciplines que fan frontera amb les lletres, com l'educació científica, la filosofia o l'ètica, i s'interessava, en particular, per les implicacions de la teoria evolutiva en aquestes dues darreres matèries. L'obra d'aquest zoòleg i escriptor britànic està formada, entre d'altres, pels següents textos: *Evidence on Man's Place in Nature* (1863), *Classification of Animals* (1864), *Lay Sermons* (1870), *David Hume* (1879), *Collected Essays* (1893-1894) i *Scientific Memoirs* (1898-1903).

El text més famós de Huxley va ser *Evidence on Man's Place in Nature*, de vegades conegut simplement com *Man's Place in Nature*. Aquest llibre, publicat només cinc anys després de *L'origen de les espècies* de Darwin, va servir per revisar de manera entenedora tots els coneixements del moment sobre els primats, la paleontologia i l'etologia humana. L'obra va ser el primer intent d'aplicar explícitament el concepte d'evolució als humans. Darwin havia evitat mencionar l'evolució humana.

En tots els escrits, Huxley mostra un estil molt ben adaptat als seus propòsits. Clar, convincent, enèrgic i lliure de manierisme, Huxley va escriure en un anglès perfecte que ha deixat frases memorables. Va ser un mestre en l'escriptura de l'anglès amb els propòsits de l'exposició i la controvèrsia. Huxley va exercir, a més, una poderosa influència intel·lectual sobre quasi totes les classes de la seva generació.

Agnòstic declarat, Huxley va ser anomenat el «bulldog» de Darwin, ja que va participar activament en la defensa de l'autor de *L'origen de les espècies*. De fet, Huxley fou el principal valedor de la teoria de Darwin a Anglaterra. A la premsa, per exemple, Huxley va respondre amb contundència quan Darwin va ser atacat pel juliol de 1871. El biòleg catòlic Goerge Mivart va escriure a la revista *Quarterly Review* un article contrari a les posicions defensades per Darwin al llibre *Descent of Man*. Amb el consentiment del mateix Darwin, Huxley va contestar amb l'article titulat «Mr Darwin's Critics», que va aparèixer en el número de novembre de la revista *Contemporary Review*.

Però, sobretot, la defensa més efectiva de Darwin que va fer Huxley va ser a través del gènere de les conferències. Plenes d'enginy, les conferències sobre l'evolució dels organismes que Huxley va pronunciar des de 1860 fins que va morir van tenir un gran ressò dintre i fora dels cercles científics. Huxley va contribuir decisivament a fer que els científics i el públic en general acceptessin la teoria de l'evolució. Les conferències, en les quals acostumava a utilitzar el guix i la pissarra, presentaven una característica singular: la dramatització. En el decurs d'aquesta dramatització, ell esdevenia una mena d'advocat i convertia el públic en un jurat que havia de prendre una decisió sobre el cas (KNIGHT, 2002: 222). El cas podia ser, per exemple, si l'home i el cocodril provenien d'un origen comú. Després d'una explicació convincent, pròpia d'un orador excepcional, Huxley solia concloure amb una frase del tipus: «Triïn vostès la seva hipòtesi, jo he triat la meva» (KNIGHT, 2002: 222). D'aquesta manera feia sentir protagonista el públic que assistia a les conferències.

El polèmic debat que va mantenir amb el bisbe anglicà Samuel Wilberforce el 30 de juny de 1860 a l'Associació Britànica per al Progrés de la Ciència (BAAS) forma part de totes les històries de la ciència. La trobada celebrada a Oxford va esdevenir «una de les disputes científiques més controvertides de tots els temps» (RIOL, 2002). Charles Darwin havia publicat *L'origen de les espècies* i la BAAS va organitzar un debat sobre l'evolució, que va superar totes les expectatives d'assistència de públic. La tesi de l'absent Darwin va ser defensada pel més brillant zoòleg d'Anglaterra, el jove de 34 anys Thomas Henry Huxley. El defensor de l'ortodòxia va ser el bisbe d'Oxford Samuel Wilberforce, arquetip del bisbe conservador de l'època victoriana (GILLEY, 1981). El públic, unes 700 persones, va omplir de gom a gom la sala on es feia el debat amb partidaris dels dos bàndols (BROOKE, 2001).

En un moment del debat el bisbe va cometre el fatal error de preguntar-li a Huxley «si venia de la mona per línia paterna o materna». Huxley va contestar: «Si la qüestió és si prefereixo tenir per avi una trista mona o un home magníficament dotat per la naturalesa i de gran influència que empra aquestes facultats i aquesta influència amb el simple propòsit d'introduir quelcom ridícul en una discussió científica seriosa, sens dubte, afirmo la meua preferència per la mona.»¹⁷ Les paraules de Huxley, elegants i solemnes, amb prou feines van poder ser replicades pel bisbe,

17. La versió exacta d'aquesta frase varia lleugerament segons les fonts consultades.

i el zoòleg va erigir-se en guanyador del debat. Els detalls de l'enfrontament es van conèixer aviat per tot Anglaterra i, després, per la resta del món.

El resultat del debat va significar un cop d'efecte popular molt important per a la teoria de l'evolució, gràcies a la claredat i contundència dels arguments a favor que va verbalitzar-hi Huxley. La gran utilitat, des del punt de vista divulgador, d'aquella i d'altres conferències de l'Associació Britànica per al Progrés de la Ciència (BAAS) va ser «precisament el seu caràcter públic i la projecció que tenien en els periòdics de l'època, especialment sensibles a la informació científica» (RIOL, 2002).

La BAAS i Huxley, probablement, van fer més «per la divulgació de la teoria de l'evolució amb aquest debat que no pas el conjunt de totes les crítiques elitistes favorables a l'obra de Darwin aparegudes fins a aquell moment» (RIOL, 2000).

Huxley, membre de la Royal Society, va fundar una important dinastia de científics i pensadors anglesos. El seu fill Leonard va ser un celebrat biògraf i un «home de lletres». El fill gran de Leonard, Julian, va ser un dels divulgadors científics més notables de principi del segle XX i el fill de Julian, Francis, un notable antropòleg. Un altre dels fills de Leonard, Andrew (més tard Sir Andrew Huxley), va ser també un científic eminent que va compartir el premi Nobel de medicina de 1963 per un treball sobre els impulsos nerviosos i les contraccions dels músculs. Aldous Huxley, germà de Julian i autor del llibre *Brave New World*, va ser un destacat novel·lista, guionista i assagista.

La nissaga dels Huxley, i en particular Thomas Henry Huxley, va demostrar que les ciències i les lletres poden caminar plegades per produir, indistintament, descobriments tècnics excepcionals o textos excel·lents.

4.3.5.1 Altres divulgadors del segle XIX

James Clerk Maxwell

James Clerk Maxwell (1831 – 1879) és un dels físics britànics més importants del segle XIX. Maxwell va explicar satisfactòriament les propietats de l'electromagnetisme i va elaborar la teoria cinètica dels gasos, en què se n'exposen les propietats físiques i la naturalesa. També va contribuir decisivament a justificar els principis de la termodinàmica i el mecanisme de visió dels colors. Maxwell no solament va ser un dels «investigadors científics més grans que han existit, sinó que, a més, va ser un excel·lent professor i un important divulgador de la ciència» (LOZANO MEJÍA, s. a.).

Maxwell va ser professor de física a la Universitat d'Aberdeen, a Escòcia, i a Cambridge, on va supervisar la construcció del Laboratori Cavendish. Maxwell va ampliar els estudis de Michael Faraday sobre els camps electromagnètics, va demostrar la relació matemàtica entre els camps elèctrics i magnètics, i va provar que la llum és una ona electromagnètica.

La seva obra més important és *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873). En aquest text, l'autor descriu per primera vegada la naturalesa dels camps electromagnètics en termes d'espai i temps. Maxwell va escriure, posteriorment, *Theory of Heat* (1877)

i *Matter and Motion* (1876), probablement el seu text divulgador més conegut. La unitat de flux magnètic es va anomenar *maxwell* (Mx) en honor seu.

El vessant divulgador de Maxwell és divers. En primer lloc, els seus textos científics eren molt clars i estaven excepcionalment escrits. López Beltrán (2001) l'assenyala, juntament amb Herschel, Helmholtz, Darwin, De Candolle, Huxley o Bernard, com un dels autors del segle XIX —de qualsevol tradició— davant els textos dels quals encara avui es pot exclamar «que ben escrit que està!».

En segon lloc, Maxwell es va fer molt popular com a redactor de termes científics per a l'*Encyclopaedia Britannica* (9a edició, 1875), una de les millors enciclopèdies de tots els temps. El pare de les ones electromagnètiques va ser l'autor de nombroses entrades per a aquesta prestigiosa enciclopèdia.¹⁸ Maxwell va excel·lir, tanmateix, en el gènere de les conferències. Algunes conferències del físic britànic són especialment recordades, entre les quals destaca *Molècules* (1873), que va assolir «una enorme difusió».¹⁹

Lewis Carroll

Charles Lutwidge Dodgson (1832 – 1898) va ser un divulgador subtil, quasi imperceptible. Més conegut amb el pseudònim de Lewis Carroll, aquest matemàtic i escriptor anglès és famós universalment perquè és l'autor d'*Alice's Adventures in Wonderland* (1865).

Mestre de la literatura infantil, Carroll va publicar també *Through the Looking Glass* (1871), una continuació de la primera obra, i va ser l'autor de nombrosos textos científics de lògica i matemàtiques, com el destacat *Tractat elemental dels determinants* (1867).

La divulgació científica sempre es troba subjacent en els seus llibres per a infants (LASZLO, 1993: 25). Carroll tenia una capacitat comunicativa extraordinària i escrivia amb un to lúdic característic. Modernament, aquest vessant divulgador ha estat molt estudiat, discutit i valorat. A *Alicia anotada* (1987), Gardner analitza les lliçons divulgadores amagades en els textos originals en forma de metàfores, jocs i situacions curioses. L'explicació que va fer el geni Carroll dels enantiòmers químics a *A través del mirall*, el llibre amb més intenció divulgadora, va ser memorable.

Lewis Carroll, nascut a Daresbury (Anglaterra), era el més gran d'onze germans. Als 18 anys va ingressar a la Universitat d'Oxford. Posteriorment, va ser ordenat diaca de l'Església anglicana i va ensenyar matemàtiques a tres generacions d'estudiants d'Oxford. S'ha documentat que patia insomni crònic i passava nits senceres despert mirant de proposar i desxifrar problemes matemàtics.

Fruit d'aquelles llargues nits són diversos llibres sobre la matèria, com ara el popular *Euclides i els seus rivals moderns* (1879). Carroll va voler cultivar quasi tots els gèneres: va endinsar-se en la poesia, amb *La caça del Snark* (1876), i en la novel·la

18. Maxwell va escriure, per exemple, l'entrada *Àtom* d'aquesta enciclopèdia.

19. Entrevista personal amb Xavier Roqué, 2003.

la, amb *Sylvie and Bruno* (1889-1893). Finalment, va tocar el camp de la fotografia, amb tant d'èxit que és assenyalat com un dels millors fotògrafs de nens de tots els temps. Lewis Carroll va morir a Gilford (Anglaterra), l'any 1898.

George Combe

L'escocès George Combe (1788 – 1858) és un divulgador científic atípic, perquè va alternar la ciència amb la pseudociència, fet que li ha restat credibilitat amb el pas dels anys. Sigui com sigui, Combe és autor d'un dels llibres de ciència més llegits del segle XIX: *The Constitution of Man* (1828).

El llibre de Combe va vendre més de 80.000 exemplars en els primers vint anys des de la seva aparició, una xifra espectacular per l'època. Encara més: les vendes van assolir els 350.000 exemplars si es compta el període comprès entre 1828 i 1900. El text era una barreja singular, on la ciència més estricta convivia amb la pseudociència.

Una de les temàtiques principals del llibre era la frenologia, una pseudociència molt de moda al segle XIX, però que pràcticament no es considera al XX. Les teories de la frenologia afirmaven que era possible adquirir un coneixement de l'ésser humà, especialment del caràcter de cada individu, mitjançant l'estudi acurat de la forma del crani. *The Constitution of Man* és, al mateix temps, un llibre gens menyspreable d'història natural, que argumenta que l'ésser humà està subjecte a les lleis naturals com la resta de la natura. Algunes opinions de Combe sobre molts temes, com ara l'educació, eren avançades i progressistes. L'autor escocès defensava que la formació dels ciutadans havia de ser laica i científica.

En els cercles religiosos i conservadors, el text va ser molt mal rebut, però, en canvi, va gaudir d'un notable reconeixement entre el públic. L'obra de Combe va ser un dels tres grans èxits de vendes del segle XIX en matèria científica, juntament amb *Vestiges*, de Robert Chambers, i *L'origen de les espècies*, de Charles Darwin. George Combe també va escriure *A System of Phrenology* i *Science and Religion*.

La vida i l'obra de Combe van generar molt d'interès durant tot el segle XIX, però la seva influència, des d'aleshores, s'apaga dia a dia.

4.3.6 La decadència britànica del segle XX

Durant el segle XX, els divulgadors britànics van viure a l'ombra dels divulgadors nord-americans, erigits en els nous dominadors de la tradició anglosaxona. Malgrat aquest fet, la centúria passada va deixar alguns autors britànics inoblidables, entre els quals sobresurten Julian Huxley, Bertrand Russell, Arthur Eddington i Francis Crick.

Divulgador de la teoria de l'evolució, Julian Huxley representa la transició entre els vells i els nous temes de divulgació. Russell va fer entrar les matemàtiques a les cases dels britànics. Eddington va fer entendre Einstein i la nova física en un país

que vivia rendit encara a Newton, un anglès únic i universal. Crick, un dels científics més grans del segle XX, va traslladar el centre del debat divulgador des de la física cap a la biologia molecular.

El biòleg britànic Julian S. Huxley (1887 – 1975) és reconegut per la seva obra científica i per la seva obra literària. Nét del zoòleg i divulgador Thomas Henry Huxley i germà d'Aldous Leonard Huxley, va néixer a Londres i va ser educat a Oxford. Com a divulgador, Huxley va ser especialment hàbil a l'hora d'exposar amb claredat els conceptes científics al gran públic. Aquest biòleg i escriptor va ser un dels científics britànics més populars de mitjan segle XX, tant pels seus llibres com perquè era un habitual a la ràdio i a la televisió.

Els temes de divulgació principals de Huxley van ser la teoria de l'evolució, diferents aspectes de zoologia, i les relacions entre filosofia, ciència i religió. La seva obra més destacada és el clàssic divulgador *The Science of Life* (1929), escrit conjuntament amb H. G. Wells i G. P. Wells. Julian S. Huxley va publicar també *The Living Thoughts of Darwin* (1939), *Evolution: The Modern Synthesis* (1942), *Religion Without Revelation* (1927; revisat el 1957), *Essays of a Biologist* (1923), *Touchstone for Ethics* (1947), *Towards a New Humanism* (1957), *New Bottles for New Wine* (1958), *From an Antique Land* (1966), *The Courtship Habits of the Great Crested Grebe* (1968) i *Memories* (2 vol. 1971 i 1974).

Molts dels treballs de Huxley són exemples valuosos «de com es pot escriure un tractat erudit que sigui al mateix temps una història interessant per al profà» (CALVO, 2000). El nét de Thomas Henry Huxley va contribuir també a la divulgació a través de nombroses conferències. Julian S. Huxley va ocupar el càrrec de secretari de la Zoological Society de Londres i va ser el primer director general que va tenir la UNESCO.

Un altre divulgador científic de referència del segle XX britànic va ser el matemàtic i filòsof gal·lès Bertrand Russell (1872 – 1970). Format a Cambridge, Russell va rebre el premi Nobel de literatura l'any 1950. Hereu de l'empirisme anglès, Russell està considerat un autor clau de la filosofia i el pensament occidentals.

El 1901, Russell va descobrir la paradoxa que porta el seu nom, descobrint que va remoure els fonaments de les matemàtiques. A més, aquest polifacètic divulgador va millorar la teoria de conjunts i va formular l'anomenada *teoria dels tipus*. Aquests treballs es recullen a *Principia Mathematica* (1910-1913), on Russell tracta les matemàtiques a partir de la utilització de conceptes lògics. Altres obres de Russell importants són: *The Principles of Mathematics* (1902), *The Analysis of Matter* (1927), *History of Western Philosophy* (1945) i *Human Knowledge: its Scope and Limits* (1948).

Alguns episodis divulgadors de l'obra de Bertrand Russell, com ara les explicacions del concepte de número i de diferents aspectes relacionats amb el cos humà, són memorables. A *Human Knowledge: its Scope and Limits*, per exemple, incideix en detalls tan curiosos com saber en quin moment una ungla que ens tallem deixa de pertànyer al nostre cos o des de quan la carn que mengem comença a pertànyer a nosaltres mateixos (CALVO, 2000). La seva escriptura, plena de sarcasme, és fresca,

provocadora i compromesa. Russell va ser un pacifista convençut i va oposar-se a la utilització de l'armament nuclear.

Arthur Stanley Eddington (1882 - 1944) va ser un altre britànic que va divulgar amb eficàcia durant el segle XX. Eddington va destacar com a astrònom, físic, matemàtic i divulgador. Va proposar teories per a l'estructura interna de les estrelles i va mesurar diferents paràmetres de gran utilitat (com ara la relació massa/lluminositat o la quantitat d'hidrogen). El llibre *Constitution of Stars* (1926) recull aquests descobriments.

Interessat sempre en la teoria de la relativitat, Eddington va revisar els treballs d'Einstein el 1915, per tal d'explicar els moviments anormals de l'òrbita de Mercuri. Va documentar el desplaçament de les estrelles durant els eclipsis de Sol, fet que confirmava la teoria segons la qual la gravetat desviava la llum. Aquests coneixements es troben agrupats en el tractat *Mathematical Theory of Relativity* (1923), considerat pel mateix Einstein la millor exposició de la seva teoria.

Eddington va divulgar diferents temes relacionats amb la física, així com les implicacions filosòfiques que se'n derivaven, i va ser el primer d'exposar en anglès la teoria de la relativitat —el treball original d'Einstein havia estat escrit en alemany. Durant un cert temps es deia que «només dos homes entenien la teoria de la relativitat: Einstein i Eddington» (MARTÍNEZ MORALES, 1984). L'obra divulgadora fonamental de l'autor és *The Expanding Universe* (1933), considerada un clàssic de la ciència i de la divulgació al Regne Unit, que és una brillant presentació de l'astrofísica adreçada al gran públic.

Altres obres científiques que van tenir una certa popularitat són: *The Nature of the Physical World* (1928), *New Pathways of Science* (1935), *The Philosophy of Physical Science* (1939), *Space, time and Gravitation* (1920), *Stars and Atoms* (1927), *The Nature of The Physical World* (1928), *Science and the Unseen World* (1929), *Relativity Theory of Protons and Electrons* (1936) i *Fundamental Theory* (1946). Aquest darrer llibre, que es va publicar pòstumament, volia ser una teoria unificadora per explicar l'Univers. Tot i aquesta intenció, *Fundamental Theory* és considerada «incomprensible per molts autors i, per altres, un senyal del deteriorament mental d'Eddington en els darrers anys de vida» (MARTÍNEZ MORALES, 1984).

Aquest anglès format al Trinity College de Cambridge va treballar a l'Observatori Astronòmic Reial de Greenwich, va ser professor a Cambridge i membre de la Reial Societat d'Astronomia, a banda de ser reconegut per les societats astronòmiques més prestigioses del món (CARVAJAL, 2002).

Dels divulgadors britànics ja nascuts al segle XX, un dels més notables és el bioquímic i físic Francis Harry Compton Crick (1916 - 2004), més conegut com a Francis Crick. Juntament amb James Watson, Crick va realitzar un dels descobriments més importants en la història de la ciència: la determinació, l'any 1953, de l'estructura molecular en forma de doble hèlix de l'àcid desoxirribonucleic (ADN), motiu pel qual va obtenir el premi Nobel de medicina el 1962.

Crick va fer també altres aportacions decisives pel que fa a la relació entre l'ADN i el codi genètic. Aquest britànic universal va establir les bases del codi genètic i va

predir el mecanisme a través del qual se sintetitzaven les proteïnes. En col·laboració amb Vernon Ingram —i després amb Sydney Brenner—, Crick va explicar determinades funcions i processos del material genètic a l'hora de determinar les seqüències dels aminoàcids en les proteïnes.

Francis Crick és autor de diverses obres de divulgació, entre les quals destaca *What Mad Pursuit. A Personal View of Scientific Discovery* (1988), el seu text més llegit i més traduït. Aquest text esdevé un relat sobre els camins que van portar Crick i Watson a descobrir l'estructura de doble hèlix de l'ADN.

Altres obres destacades de l'autor són: *Of Molecules and Men* (1966), on fa un repàs a les implicacions que la revolució bioquímica tindrà en el futur, *Life Itself. Its Origin and Nature* (1981), un llibre de divulgació sobre l'origen de la vida, i *The astonishing hypothesis: Scientific Search for the Soul* (1994), un text que va adquirir gran popularitat.

La voluntat divulgadora de Francis Crick ha quedat manifesta, semblantment, en els seus articles científics. Crick sempre es va mostrar partidari de redactar els textos especialitzats amb la major claredat possible. L'objectiu de Crick era que l'article científic pogués ser llegit per qualsevol persona sense coneixements específics de la matèria. Un exemple magnífic d'aquesta intenció és l'article aparegut el 25 d'abril de 1953 a la revista *Nature*. El text, escrit conjuntament amb James Watson, porta per títol «A structure for deoxyribose nucleic acid», i és un dels paradigmes de l'article científic ben redactat. Crick i Watson van fer confluïr en un mateix article un descobriment científic de primera magnitud i un valuós exemple de bona divulgació.

La vida científica de Francis Crick va tenir un gir espectacular. Com a físic, Crick s'havia incorporat al British Admiralty Research Laboratory amb la tasca de desenvolupar radars i mines magnètiques per a les guerres navals. Poc temps després va llegir el text de divulgació d'Erwin Schrödinger *What is Life?*, on l'autor alemany mostrava la seva fascinació amb la idea d'aplicar la física a l'estudi de la biologia molecular. La idea va entusiasmar també Crick, que va deixar la física i va encaminar la seva carrera cap a la biologia. Després de l'article de 1953 i del premi Nobel, Francis Crick es va convertir en un dels científics més reconeguts arreu del món.

A final del segle XX, han sorgit a la Gran Bretanya nous talents divulgadors que han assolit vendes notables. Dos dels més reconeguts han estat Richard Dawkins i Stephen Hawking.

Richard Dawkins (1941) és un zoòleg que s'ha dedicat, principalment, a estudiar la teoria de l'evolució des dels postulats *darwinistes*. Nascut a Nairobi (Kènia), perquè el seu pare hi havia anat des de la Gran Bretanya durant la Segona Guerra Mundial, va tornar a Anglaterra el 1949. El seu primer llibre, *The Selfish Gene* (1976), va tenir una acollida excel·lent a tot el món. Altres obres importants de l'autor són: *The Blind Watchmaker*, *The Extended Phenotype*, *River Out of Eden*, *Climbing Mount Improbable* i *Unweaving the Rainbow*.

El físic anglès Stephen William Hawking (1942) és autor de llibres de divulgació científica de gran èxit, com ara *Història del temps, del Big Bang als forats negres* (1988)

o *L'univers en una closca de nou* (2000). Hawking, a través dels seus llibres i de les aparicions als mitjans de comunicació, ha adquirit un nivell de popularitat poc habitual en els científics del segle XX.

4.4 L'HEGEMONIA NORD-AMERICANA DEL SEGLE XX

4.4.1 Els Estats Units assoleixen l'hegemonia

Quan l'exèrcit dels Estats Units va trepitjar Europa per ajudar els aliats en la Primera Guerra Mundial, es va escenificar un traspàs de poders. La vella i cansada Europa deixava de manar al món, i la jove i vigorosa Amèrica prenia el relleu. El gegantí Imperi Britànic del segle XIX o el Segle de les Llums de la poderosa França del XVIII eren ja simples records només útils per a disseccionadors de la història. Acabava de néixer el segle americà.

L'antiga colònia britànica esdevindrà aviat una superpotència mundial, condició només discutida per la Unió Soviètica durant la Guerra Freda. A partir de la Primera Guerra Mundial, els Estats Units passen a dominar l'economia, gràcies, en bona part, al dinamisme de l'emprenedora societat nord-americana, sumat a l'ensorrament de les economies europees.

Els americans manaran també en la política internacional, en la producció i circulació de la informació, en la recerca científica i en les tecnologies civils i militars. Investigadors nord-americans, amb l'ajuda de molts talents emigrats d'Europa per raons polítiques o econòmiques, dominaran els tòpics científics fonamentals del segle XX.

La bomba atòmica, la carrera espacial, el *boom* de la informàtica i Internet, i la revolució genètica portaran gravat el segell americà. Els nord-americans llançaran la primera bomba atòmica (1945), arribaran primer a la Lluna (1969), seran els primers a aplicar els protocols d'Internet (1969) i presentaran abans que ningú el projecte Genoma (2001). Ras i curt: encapçalaran la recerca i la resta del món anirà un pas per darrere.

L'acceleració de la ciència americana es produeix més marcadament en la tercera i quarta dècades del segle XX. Aquesta acceleració es veu també en la creixent influència en la recerca internacional. A la figura 1 (HULLEY, 1996) es pot veure l'augment de premis Nobel nord-americans al llarg del segle XX.

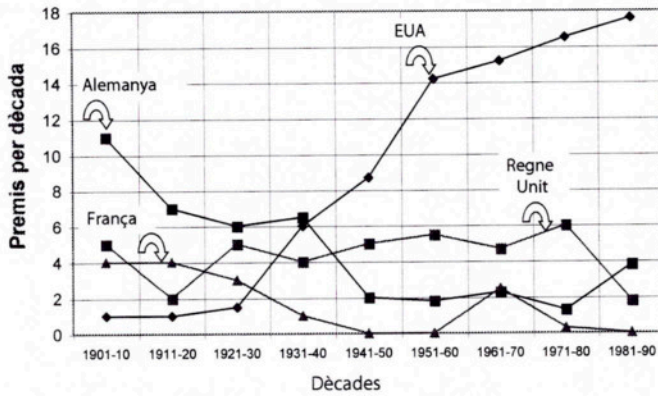


Figura 1. Premis Nobel en ciència del segle XX (per països)

Els premis nord-americans en disciplines científiques experimenten una pujada constant al llarg del segle i es posen, a partir dels anys 40, al davant de les potències europees (sobretot Alemanya i el Regne Unit), dominadores de la ciència bàsica en els primers anys de la centúria.

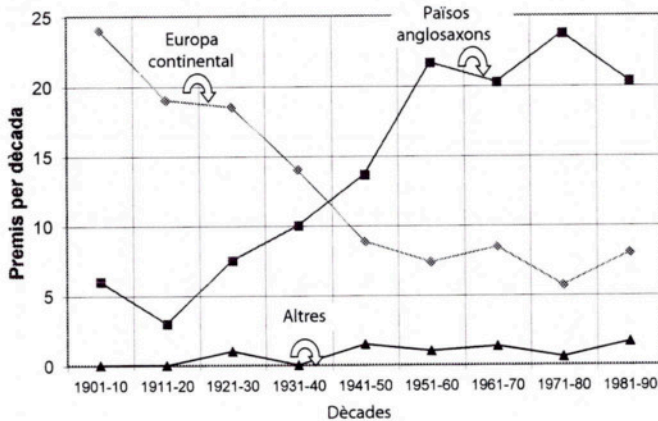


Figura 2. Premis Nobel en ciència del segle XX
(Europa continental vs. Països anglosaxons)

A la figura 2 (HULLEY, 1996), s'observa el mateix fenomen per àrees d'influència al món. Els premis per dècada de l'àmbit de l'Europa continental, que eren

majoritaris en les primeres dècades del segle XX, cedeixen a partir dels anys 40 la primacia en favor dels premis d'origen anglosaxó, gràcies sobretot a la contribució dels científics nord-americans.

L'explosió de la divulgació científica nord-americana

La divulgació científica del segle XX no va ser aliena a la posada de llarg dels Estats Units com a superpotència. Durant el segle XX, el domini anglosaxó, particularment nord-americà, en la divulgació científica va ser ensordidor. El segle passat va ser un període de canvis: van aparèixer nous temes, nous autors i nous canals de divulgació (ràdio, televisió i Internet).

Als Estats Units, les necessitats de difondre la ciència es van accentuar amb la Primera Guerra Mundial. El país va assistir aleshores a una autèntica explosió de la divulgació científica: van sorgir raons noves per divulgar i se'n van refermar de velles (RHEES, 1979; WEIGOLD, 2002; SEMIR i REVUELTA, 2002).

La Primera Guerra Mundial va demostrar que la ciència i la tecnologia eren clau en el desenvolupament dels conflictes armats. Per aquesta raó, es va fundar, l'any 1916, el National Research Council, amb l'objectiu de coordinar, centralitzar i organitzar la recerca estatal relacionada amb la guerra. Científics de diferents camps van unir-se en la tasca col·lectiva d'ajudar a guanyar la guerra. L'any 1918 el National Research Council es convertia en una agència permanent.

D'aquesta manera, la ciència se situava per primera vegada en el primer pla de la vida social i política dels americans. Apareixia, doncs, el que alguns autors, com Ronald Tobey, han anomenat una mena d'«ideologia de la ciència nacional nord-americana». La ciència es lligava també al discurs idealista de Woodrow Wilson, perquè a través de la ciència es podia fer un món millor i portar la democràcia a tots els racons del planeta. Aquest nou concepte de la ciència va afavorir-ne la divulgació.

D'altra banda, el paper de les associacions per a la difusió de la ciència va ser fonamental. En aquest sentit, cal mencionar l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), que en aquells anys va contribuir a la formació i consolidació de la comunitat científica nord-americana. L'AAAS havia estat formada a Filadèlfia l'any 1848 per membres de l'Association of American Geologists and Naturalists, que van dissoldre la seva societat per formar la nova associació. Una dada ajuda a entendre aquest període d'acceleració i de canvi: l'any 1900 l'AAAS només tenia 1.925 afiliats, mentre que el 1914 ja n'hi havia més de 8.000 (RHEES, 1979).

En els mateixos anys, va aparèixer un nou públic davant la creixent presència de la ciència en la vida moderna (la ràdio, el cotxe, l'avió...). La ciència era una nova religió, sorgia el culte a la ciència. Ben aviat, els nous temps es reflectien en els gustos dels pobladors americans. Els periòdics de ciència popular van quadruplicar les vendes des de 1900 fins a 1930, mentre que en el mateix període de temps la circulació de publicacions religioses va caure en una cinquena part (RHEES, 1979).

Un altre dels fets que va beneficiar l'expansió de la divulgació va ser la complexitat que van adquirir algunes disciplines, sobretot la física. La terminologia científica es feia cada vegada més abstracta i la dificultat matemàtica anava en augment. La relativitat i la física moderna, que en aquells anys ja feien fortuna, van crear molts dubtes entre les audiències. Enmig d'un clima de desconcert general, tothom volia saber més de la teoria d'Einstein.

Els científics també tenien les pròpies raons per posar-se a divulgar. Per als científics, divulgar era una forma d'obtenir recursos o, si es vol, una forma de fer-se visibles per justificar les subvencions que rebien o demanaven. Calia divulgar per obtenir patrocinis públics o privats.

La divulgació de la ciència es va convertir també en una eina eficaç contra les pseudociències, que havien agafat molta força coincidint amb el descrèdit que van patir els científics en veure les atrocitats que va causar la Primera Guerra Mundial. La divulgació va ser aleshores una arma de contraatac davant aquest ressorgiment de les pseudociències. Això va obligar molts investigadors a popularitzar el mètode científic i tallar el pas al creixent món irracional.

Gràcies a tot aquest conjunt de situacions, la divulgació nord-americana va viure uns anys d'expansió frondosa que van arribar al zenit amb la Segona Guerra Mundial i que continuen encara ara. Era la gènesi del segle XX nord-americà, un segle fèrtil per a la divulgació de les ciències.

Resum de les raons del *boom* de la divulgació a partir de la Primera Guerra Mundial

- La tecnologia passa a jugar un paper clau en els conflictes bèl·lics.
- L'Estat s'adona de la importància estratègica de la ciència, que passa a centralitzar-se i organitzar-se, fet que en beneficia la difusió.
- La ciència i la tecnologia cada vegada són més presents en la vida quotidiana i ja no resulten estranyes a la societat ni en són alienes.
- Apareix un nou públic, alfabetitzat i amb temps lliure, que està interessat per la ciència i la tecnologia.
- Einstein, la relativitat i la nova física creen un desconcert generalitzat que feia indispensables els divulgadors.
- La divulgació es converteix en una eina per als científics per tal d'obtenir fons públics i privats.
- La divulgació serveix per lluitar contra el creixement de les pseudociències.

Algunes hipòtesis al voltant del domini angloamericà

Alguns investigadors (LASZLO, 1993: 107-108) han fet un intent d'establir les raons del domini anglosaxó, particularment nord-americà, en la divulgació científica al segle XX. El mateix Laszlo n'ha apuntat set causes:

1. La creativitat de la llengua anglesa, clarament més adaptable als neologismes de la ciència que llengües llatines com el francès.
2. La superioritat de la recerca experimental, inductiva, d'origen britànic.
3. L'indiscutible lideratge americà en ciència fonamental.
4. L'existència als Estats Units d'una indústria de la comunicació pròspera, prou forta per implantar-se al món sencer.
5. Els lligams dels científics anglosaxons amb una edició científica poderosa, amb editorials als Estats Units com Academic Press, Wiley, McGraw-Hill, W. H. Freeman, Prentice-Hall, Addison-Wesley i totes les publicacions universitàries.
6. La tradició informativa i divulgadora en una societat igualitària, democràtica i meritocràtica.
7. L'existència de programes de formació contínua des de fa molts anys als Estats Units.

Siguin quines en siguin les causes, aquest domini presenta uns trets característics singulars. Principalment, hom pot resumir en quatre punts els trets més definitoris de la divulgació americana —alguns d'aquests trets són comuns a tota la tradició anglosaxona en general—:

1. Proximitat del divulgador respecte al tema de divulgació. Els grans divulgadors del segle XX han estat a prop dels descobriments més importants i en alguns casos ells mateixos els han protagonitzat —tal com va passar, per exemple, amb Gamow o Watson.
2. Multiplicitat de canals de divulgació (llibres, conferències, productes audiovisuals, diaris i revistes...).
3. Domini dels mèdia.
4. Difusió globalitzada a partir de l'anglès, que ha passat a ser la *lingua franca* de la divulgació (CALSAMIGLIA, 1997).

En qüestió de temàtiques, els divulgadors nord-americans van ocupar-se primerament de tres temàtiques d'arrels físiques: la física de l'àtom i d'una de les seves conseqüències més polèmiques, la bomba atòmica; la carrera espacial, no sense els obstacles a la circulació de la informació que imposava la Guerra Freda; i els estudis, més o menys agosarats, de l'Univers i dels mons extraterrestres, línia divulgadora que d'alguna manera entroncava amb el que havien fet uns quants anys abans autors com Galileu, Fontenelle o Flammarion.

A mesura que avançava el segle, la biologia molecular —i tot el que se'n deriva— va esdevenir l'altre gran tema de divulgació, sobretot des que Watson i Crick van convulsar els cercles científics amb la descoberta de l'estructura de l'ADN (1953). Aquella recerca, una de les cabdals del segle, obria un camí científic vast i complex, encara incipient avui.

La fractura de l'especialització

A banda de l'hegemonia nord-americana, el segle XX va provocar arreu del món una fractura com mai no s'havia vist abans entre els científics i els ciutadans. La ruptura temuda per Diderot en els temps de la Il·lustració entre els científics i el poble es va produir paradoxalment en el moment que semblava més propici per a la divulgació dels coneixements (LÓPEZ BELTRÁN, 2001).

En l'època de la història en la qual les comunicacions de tota mena han estat més avançades, els científics capaços de dominar el llenguatge han passat a ser una minoria preocupant. Cada vegada més atomitzada i especialitzada, la ciència ha tornat a crear barreres amb el poble i els científics han tornat als seus despatxos i laboratoris.

La ciència del segle XX va posar duanes tècniques i lèxiques als estranys. Les comunitats científiques van començar a insistir que el llenguatge comú, natural, resultava molest i innecessari. Si es volien conservar, la veritat, la precisió i l'eficàcia de les descobertes teòriques i experimentals s'havien d'aïllar en una capa densa de tecnicismes. En conclusió: són pocs els científics del segle XX que tenen prou coneixements de gramàtica i retòrica per escriure d'una manera oberta, espontània, no precodificada (LÓPEZ BELTRÁN, 2001).

Els autors que segueixen en els propers capítols són escriptors, periodistes o científics que han excel·lit en la divulgació de les ciències. En aquest recull, necessàriament incomplet, s'ha intentat aplegar els que representen millor la nova forma de divulgació apareguda a l'altra banda de l'Atlàntic.

En els casos en què es tracta de científics, val a dir que són excepcions ben vingudes i genials, però, sobretot, són excepcions. Com s'ha dit, la regla del segle XX ha estat molt diferent a la d'èpoques passades: el segle XX ha conegut un científic aïllat del poble, que no volia comunicar-se i, quan ho feia, estava sorprenentment disposat a abandonar la llengua senzilla del carrer per una altra plena de sofisticacions. De vegades, aquesta regla s'ha portat a l'extrem i s'han donat casos com el de G. Evelyn Hutchinson (1903–1991), home d'idees profundes i originals que «es resistia heroicament a la indignitat que li entenguessin tot allò que deia» (CALVO HERNANDO, 1997: 65).

Els perfils dels d'autors més representatius de l'intens segle XX americà han de començar, per força, amb George Gamow, una de les excepcions més sonades a l'actitud aïllacionista dels científics del segle passat. Pare de divulgadors, Gamow va iniciar una tasca que fou continuada per comunicadors modèlics —Asimov, Watson, Sagan o Gould— del segle passat, el segle més americà, el segle que va tornar a produir la fractura temuda per Diderot.

4.4.2 Principals autors

4.4.2.1 George Gamow, pare de divulgadors

George Gamow (Odessa, actual Ucraïna, 1904 – Boulder, Colorado, 1968) va ser un científic que va destacar en els camps de la física nuclear, l'astrofísica i la biologia, i un divulgador incansable. Aquest investigador nacionalitzat nord-americà va participar en tres dels esdeveniments científics que més van modificar la visió del món al segle XX: el *Big Bang*, la bomba atòmica i el codi genètic. Pare de divulgadors, la seva forma de comunicar, clara, simple i desenfadada, va crear escola.

La principal aportació de Gamow a la ciència va ser la validació d'una hipòtesi en què el nucli atòmic pot ser tractat com petites gotes de líquid fluid. La hipòtesi va conduir a les teories de la fusió i la fissió nuclears, processos clau de tota la física nuclear. Per aquesta raó, va ser cridat a assessorar l'exèrcit nord-americà i va participar en el projecte Manhattan, que tenia per objectiu desenvolupar la bomba atòmica.

En una altra contribució significativa, Gamow va utilitzar la teoria quàntica per explicar com una partícula alfa pot escapar-se d'un nucli atòmic. A més, va proposar, amb Edward Teller, la teoria de la desintegració beta, un procés nuclear en el qual s'emet un electró. Junts van formular la regla de l'emissió beta de Gamow-Teller.

Gamow va reflexionar amb rigor sobre els orígens de l'Univers. Des de bon principi, va donar suport a la teoria d'Abbé Georges Lemaître sobre la gran explosió o *Big Bang*, el model que ha acabat fent fortuna per explicar l'inici del cosmos. El nom de *Big Bang* va ser introduït pel mateix Gamow. El 1948, juntament amb Ralph Alpher, va publicar un dels articles que més fama li va donar, «The origin of chemical elements», en què va proposar el naixement dels elements de la taula periòdica per un procés successiu de captura d'un neutró. En aquest text, s'exposen tres dels principals arguments a favor de la teoria de la gran explosió: l'expansió de l'univers, la distribució actual dels elements químics i la radiació còsmica de fons, comprovada amb posterioritat.

Tot i que els postulats no eren totalment correctes, les idees bàsiques van ser encertades i van apuntar, per primera vegada, les conseqüències observables de l'existència del *Big Bang*. Apassionat per l'astronomia, va treballar, amb F. Noutermans i R. Atkinson, en estudis sobre les reaccions termonuclears en l'interior de les estrelles, amb una fórmula que encara avui es fa servir en les reaccions termonuclears controlades.

Aquest científic multidisciplinari es va interessar, a la dècada dels anys 50, per la biologia cel·lular i l'ADN. Gamow va publicar un treball amb la conclusió que l'ADN servia de model per a la construcció dels aminoàcids de les proteïnes. Encara que no totes les afirmacions eren, de nou, absolutament certes, aquelles aportacions van posar les bases per desxifrar el codi genètic, tal com s'ha fet mig segle després.

Gamow es va fer molt conegut per la intenció didàctica dels seus llibres, quasi sempre dirigits a profans en ciències. En particular, una de les obres bàsiques de

Gamow és la sèrie de llibres protagonitzats pel popular senyor Tompkins. *Mr. Tompkins in Wonderland* (1937) esdevé un suggestiu recorregut pels aspectes fonamentals de la física, a través de les peripècies de l'entranyable aventurer. A aquest llibre va seguir-lo *Mr Tompkins Explores the Atom* (1940), on Gamow divulga amb gran originalitat i enginy sobre els àtoms i les partícules subatòmiques.

A pesar de tenir més de 60 anys, aquestes obres mestres de la divulgació no han perdut validesa, avui. El personatge protagonista, el senyor Tompkins, és un aficionat a la ciència, assisteix a una sèrie de conferències sobre física moderna i és víctima d'una successió de somnis estranys. Tompkins es converteix en un electró lliure, és capturat per un àtom o viatja a un Univers on la velocitat de la llum és de 30 quilòmetres per hora. Gamow, que era un bon caricaturista, acompanya els llibres amb il·lustracions pròpies.

A *One, two, three... Infinity* (1947), un dels seus llibres més coneguts, l'autor presenta diferents propostes sobre l'estructura de l'Univers, des del microcosmos fins al macrocosmos, i estudia amb amenitat l'enigma de l'infinit, al mateix temps que convida a reflexionar sobre els espais de més de tres dimensions.

L'obra de Gamow és d'un volum considerable. Altres títols notables són: *A planet called Earth, A star called the Sun, Thirty Years that Shook Physics, The Great Physicists from Galileo to Einstein, The Creation of the Universe, Gravity, Matter, Earth and Sky* i *My World Line: an Informal Autobiography*.

La forma d'escriure d'aquest divulgador excel·leix per la claredat de les exposicions i un to humorístic que no l'allunya del rigor científic. Els paràgrafs dels seus textos, com afirma Laszlo (1993: 108), tenen una gran vivacitat, són breus i estan escrits amb un estil summament simple. La tasca de Gamow va merèixer diverses distincions. El reconeixement més notable va ser el premi Kalinga, que li va atorgar la UNESCO l'any 1956 per contribuir a fer més popular la ciència.

Nascut a Odessa (Ucraïna) el 1904, el seu nom original era Georgy Antonovich Gamow. L'astronomia va captivar-lo des de molt aviat, quan va rebre del seu pare, professor de secundària, un telescopi el dia que feia 13 anys. El 1922 va ingressar a la Universitat Novorossysky d'Odessa i poc temps després es va traslladar a la Universitat de Sant Petersburg, on va estudiar òptica i cosmologia.

Graduat el 1926, va començar a treballar a la Universitat de Göttingen (Alemanya). Aviat va traslladar-se a l'Institut de Física Teòrica de Copenhaguen, cridat per Niels Bohr. El 1931 va obtenir una plaça de professor a Sant Petersburg. El 1933 va demanar un permís a la Unió Soviètica per assistir a una conferència a Brussel·les amb la seva esposa com a secretària. Durant aquest viatge, la parella va decidir deixar definitivament la Unió Soviètica.

Després de passar un temps a Londres, Gamow va arribar el 1934 als Estats Units i va ser contractat a la Universitat George Washington, de la ciutat de Washington. No va tardar a nacionalitzar-se nord-americà. Va ser membre de les acadèmies de ciències de la Unió Soviètica —fins que va abandonar el país—, de Dinamarca i dels Estats Units. L'any 1956 va entrar a treballar a la Universitat de Colorado, on va ocupar la càtedra de física fins que va morir, el 1968.

4.4.2.2 Isaac Asimov, el divulgador compulsiu

Escriptor, científic i historiador, Isaac Asimov (Petrovichi, Rússia, 1920 – Nova York, 1992) va demostrar una capacitat innata per a la creació literària i la divulgació. Amb quasi 500 obres, va ser un dels escriptors més prolífics del segle XX. Asimov és també l'autor de ciència-ficció més conegut pel públic en general, més enllà dels afeccionats al gènere. La tasca de divulgació no és menys extraordinària: Asimov va publicar més de dos centenars de títols, la producció individual més gran del darrer segle. L'obra d'Asimov, malgrat algunes crítiques, va gaudir d'una gran acceptació a tot el món per l'estil entenedor i proper que va fer servir.

La complexitat de resumir, sistematitzar o classificar l'obra d'aquest químic universal és notable a causa de la vasta producció.²⁰ Inclou des d'estudis científics i assaigs de divulgació sobre diversos camps —biologia, física, astronomia, química o història— fins a una copiosa literatura de ficció. De tota manera, els més de 200 llibres de divulgació d'Asimov poden dividir-se en: obres generals de ciència, col·leccions d'assaigs científics, obres de química, obres de física i obres d'astronomia.

Del conjunt de ciència en general, destaquen els assaigs *Momentos estelares de la ciencia* (*Breakthroughs in science*, 1960), *Grandes ideas de la ciencia* (*Great ideas of science*, 1969), *Introducción a la ciencia* (*Asimov's guide to science*, 1972), *Cien preguntas básicas sobre la ciencia* (*Please explain*, 1973), *Orígenes* (*Beginnings: The story of origins of Mankind, Life, the Earth, the Universe*, 1987), *Cronología de los descubrimientos* (*Asimov's chronology of science and discovery*, 1989) o *La ira de la Tierra* (*Our angry Earth: a ticking time bomb*, 1991).

Nueva guía de la ciencia (*Asimov's new guide to science*, 1984) pot considerar-se una de les obres fonamentals d'aquest grup. L'autor condensa dos volums anteriors de temes de física i biologia en una única gran obra, que esdevé una immensa font de saber. El text és encara una referència excel·lent per obtenir una introducció general als principals coneixements científics de la societat moderna.

Les col·leccions d'assaigs científics més populars són: *Una nueva dimensión* (*Adding a dimension*, 1964), *¿Hay alguien ahí?* (*Is anyone there?*, 1967), *The Stars in their Courses* (1967), *El electrón es zurdo y otros ensayos científicos* (*Extracts of the left hand of the electron*, 1972), *La tragedia de la Luna* (*The tragedy of the Moon*, 1973), *El planeta que no estaba* (*The planet that wasn't*, 1976), *Vida y tiempo* (*Life and time*, 1978), *Pasado, presente y futuro* (*Past, present and future*, 1987), *La relatividad del error* (*The relativity of wrong*, 1988) i, entre d'altres, *La visita del Tiranosaurio* (*The tyrannosaurus prescription and one hundred other science essays*, 1989).

20. El recull d'obres que apareix en aquestes pàgines no pretén ser exhaustiu. S'apunten les fonamentals i les més significatives per la novetat, la temàtica o l'acceptació per part del públic. Atesa la magnitud del treball d'Asimov, i per evitar confusions, es mencionen les obres amb el títol en castellà i en anglès i l'any de publicació de la primera edició. Un catàleg excel·lent de l'obra d'Asimov es pot trobar a <http://www.asimovonline.com/oldsite/asimov_catalogue.html> [Consulta: 1 juny 2002].

En el camp de la química i bioquímica, els principals textos de divulgació de l'escriptor conegut com «el bon doctor» són: *La búsqueda de los elementos* (*The search for the elements*, 1962), *El código genético* (*The genetic code*, 1963), *Breve historia de la química* (*A short history of Chemistry*, 1965), *Los gases nobles* (*The noble gases*, 1966) i *Fotosíntesis* (*Photosynthesis*, 1969). També van ser molt celebrats en el moment de la seva aparició els assaigs *Bioquímica y el metabolismo humano* (*Biochemistry and Human Metabolism*, 1952), en col·laboració amb Walker i Boyd; *Química de la vida: encimas, vitaminas y hormonas* (*The Chemicals of Life: Enzymes, Vitamins, and Hormones*, 1954) i *El mundo del nitrógeno* (*The World of Nitrogen*, 1958).

Pel que fa a la física, convé assenyalar *Entorno al átomo* (*Inside the Atom*, 1956), *Historia de la energía nuclear* (*Worlds within worlds, the history of nuclear energy*, 1972), *Robots* (*Robots, machines in man's image*, 1985) i *Átomo: Viaje a través del cosmos subatómico* (*Atom: Journey across the subatomic cosmos*, 1991).

Algunes de les obres principals sobre astronomia són: *El universo* (*The Universe: from Flat Earth to Quasar*, 1966), *Historia del telescopio* (*Eyes on the Universe: A history of the telescope*, 1975), *Alpha Centauri, la estrella más próxima* (*Alpha Centauri, the nearest star*, 1976), *Marte, el planeta rojo* (*Mars, the red planet*, 1977), *Civilizaciones extraterrestres* (*Extraterrestrial civilizations*, 1979), *El cometa Halley* (*Asimov's guide to Halley's comet*, 1985), *Soles en explosión* (*The exploding suns: The secrets of the supernovas*, 1985) i *Guía de la Tierra y el espacio* (*Isaac Asimov's guide to Earth and space*, 1991).

En l'escriptura de divulgació, Asimov es va distingir sempre per un estil directe i senzill i va utilitzar amb mestratge un fi sentit de l'humor molt característic. La claredat de la seva forma d'escriure va fer-lo assequible al públic en general, fet que explica l'èxit de vendes que va assolir i justifica la monumentalitat de la seva obra. Laszlo (1993: 109) ha definit la prosa d'Asimov amb tres adjectius: «neta», «familiar» i «memorable».

Asimov està considerat un dels pares del gènere de la ciència-ficció. L'estudi dels textos d'aquest camp queda fora dels objectius d'aquest treball, però val la pena de mencionar la sèrie *Fundación* (*Foundation*, iniciada el 1951), sobre l'esclat i la caiguda d'un gran imperi galàctic dominat per lleis deterministes de la «psicohistòria», i els relats sobre els robots, com ara *Yo, Robot* (*I, Robot*, 1950).

Aquest rus nacionalitzat nord-americà va convertir els llibres de robots en un subgènere dintre de la ciència-ficció i va establir les famoses tres lleis de la robòtica:

1. Un robot no ha de danyar un ésser humà o, per inacció, deixar que un ésser humà pateixi danys.
2. Un robot ha d'obeir les ordres que li són donades per un ésser humà, excepte quan aquestes ordres estiguin en oposició amb la primera llei.
3. Un robot ha de protegir la pròpia existència fins on aquesta protecció no estigui en conflicte amb la primera o la segona lleis.

Altres novel·les de gran popularitat són: *Las cavernas de acero* (*The Caves of Steel*, 1954) i *El sol desnudo* (*The Naked Sun*, 1957). Autor d'una versatilitat i fecunditat extraordinàries, Asimov va conrear també la novel·la policíaca.

La història va ser una de les passions d'aquest polifacètic extraordinari. Com no podia ser d'altra manera en un home tan prolífic, va escriure una obra monumental en dotze volums, *Historia Universal* (1965-1975), on repassa les grans civilitzacions des dels grecs fins als Estats Units. Asimov també va estudiar la Bíblia en obres com *Guía de la Biblia* (*Asimov's guide to the Bible*, 1968) i *La historia de Ruth* (*The Story of Ruth*, 1972).

Originari de la regió russa de Smolensk, la família d'Asimov va emigrar als Estats Units quan ell tenia tres anys i van establir-se a la ciutat de Nova York. Amb 15 anys, ja escrivia relats de ciència-ficció i amb 18 va publicar el primer relat. Format en diverses escoles públiques de Nova York, la seva família sempre va voler que es dediqués a la medicina, però la idea no l'atreia. Finalment, es va llicenciar en ciències químiques a la Universitat de Columbia el 1939. Asimov va treballar durant un temps per a la Marina dels Estats Units en uns laboratoris de Filadèlfia, on es va quedar fins al final de la Segona Guerra Mundial.

L'any 1948 es va doctorar en química també a la Universitat de Colúmbia. Des de 1949, Asimov va exercir de professor de bioquímica a la Universitat de Boston, càrrec que va deixar el 1958 per dedicar-se a temps complet a la seva obra. Escriptor compulsu, no va parar mai de produir llibres fins que va morir, el 1992, a Nova York.

4.4.2.3 Carl Sagan, l'art de la divulgació per televisió

Carl Sagan (Nova York, 1934 – Seattle, 1996) va ser un científic rigorós i un divulgador apassionat. Conscient del poder de la televisió, va ser un dels primers investigadors a convertir aquest mitjà en una eina valuosa al servei de la difusió de la ciència. La sèrie *Cosmos*, presentada i dirigida per ell mateix, va captivar el gran públic per la claredat i la senzillesa de les explicacions.

Com a científic, el paper d'aquest investigador nord-americà va ser cabdal en la concepció de l'Univers i en el desenvolupament de la carrera espacial. Sagan va contribuir a l'evolució de la ciència planetària, sobretot en l'estudi de les atmosferes, les superfícies dels planetes, la història de la Terra i l'exobiologia, disciplina que investiga la possible existència de vida extraterrestre. Sagan va estudiar els misteris de les temperatures elevades de Venus, els canvis d'estacions i les tempestes de pols de Mart, i el color vermell de la boirina a Tità.

Paral·lelament, va jugar un paper destacat en les principals expedicions de la NASA als diferents planetes del sistema solar. El 1965 va col·laborar en la missió de la *Mariner 4*, la primera sonda que va arribar a Mart. Més endavant, va participar en el projecte Apolo 11 i en la missió de la sonda *Mariner 9*, dissenyada per orbitar al voltant de Mart. Sagan també va formar part dels projectes Pioneer, Viking, i Voyager i de la missió de la sonda *Galileu*. L'asteroide 2709 Sagan va ser anomenat així en honor seu.

Des dels anys 50, la seva passió va ser la recerca de vida intel·ligent al cosmos i els orígens de la vida. Sagan tenia el convenciment que la troballa d'éssers semblants a l'home fora de la Terra era possible. En diverses ocasions, va afirmar que

desitjava formar part de la primera expedició de reconeixement del sistema solar, «una experiència terriblement excitant».

Sagan va viure amb l'esperança que arribés aquest moment, el gran moment de la història de la humanitat, com a ell li agradava dir:

La importància de la descoberta que hi ha altres éssers que comparteixen aquest univers amb nosaltres seria totalment extraordinària, seria un esdeveniment que faria època en la història humana (QUARLES, 1996).

Carl Sagan va tenir una notable habilitat per comunicar els seus coneixements sobre l'espai a la gent del carrer. Ho va fer des de l'any 1980 a través de la cadena de televisió nord-americana PBS mitjançant la sèrie *Cosmos*, que va suposar un èxit d'audiència espectacular. Es calcula que la van veure més de 400 milions de persones en 60 països a tot el món.

La sèrie, que explora 15.000 milions d'anys d'evolució còsmica, és un fascinant viatge per l'Univers al llarg de tretze capítols. Els temes que tracta són l'evolució de l'Univers, la història de la ciència, les darreres missions als planetes més propers, la possibilitat de vida extraterrestre i els perills que representen per a la Terra les armes nuclears i la destrucció del medi ambient. Guanyadora de tres premis Emmy i un premi Peabody, està considerada la sèrie científica més seguida en la història de la televisió.

Sagan va publicar nombrosos articles científics, molts a la revista *Scientific American*, i quasi una vintena de llibres, el primer dels quals va ser *The Cosmic Connection* (1973). Durant dotze anys, Sagan va ser l'editor en cap d'*Icarus*, la principal revista de recerca planetària.

Amb l'assaig *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence* va guanyar el premi Pulitzer l'any 1978. L'obra escrita *Cosmos* (1980), amb un contingut semblant al de la sèrie televisiva, va tenir una acollida extraordinària i aviat es va convertir en un *best-seller*. *Cosmos* va esdevenir el llibre de ciència més venut de la història (GUERRERO, 1997). A *Cosmos*, Sagan aborda amb un estil brillant i provocatiu el passat, el present i el futur de la ciència, i tracta en particular els aspectes que sempre van captivar-lo: el mètode científic, les particularitats de l'espai, l'origen de l'Univers i la vida intel·ligent fora de la Terra.

Cosmos volia esbrinar el misteri que acompanya la raça humana des del seu naixement com a espècie: «La humanitat és com un nadó abandonat davant d'una portalada, sense cap nota que indiqui qui som, d'on venim, quina és la nostra herència o quins són els nostres antecessors» (GUERRERO, 1997). *Cosmos* mira de respondre aquestes qüestions.

La prosa de Sagan és molt rica en recursos literaris. Dotat d'una imaginació brillant, excel·leix en la metàfora i les comparacions. Laszlo (1993: 111) el considera un mestre a saber trencar el ritme dins el relat i a associar idees difícils d'entendre amb situacions de la vida quotidiana. Sagan sempre va lluitar perquè els textos fossin com més propers al públic millor. El comunicador nord-americà va esforçar-se a

posar remei a l'analfabetisme científic de la societat, que creia el principal enemic del progrés. Sagan va confessar que, de la mateixa manera que una persona enamorada té el desig de proclamar el seu amor als quatre vents, els científics haurien de sentir la necessitat de difondre la seva recerca i els camins que segueix la ciència (GUERRERO, 1997).

Una de les darreres obres d'aquest divulgador va ser *The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark*, en la qual fa una aferrissada crítica de les pseudociències i les religions. En aquest text, Sagan exposa la necessitat dels ciutadans «de posseir uns mínims coneixements científics per poder combatre els dimonis que els assetgen des de molts fronts, com ara les pseudociències» (GUERRERO, 1997). També va cultivar la novel·la amb *Contact*, que es va portar al cinema. Una col·lecció de textos de pensaments sobre la vida i la mort es va publicar pòstumament sota el títol *Billions and billions* (1997).

Home de ment oberta, la trajectòria personal de Carl Sagan està marcada per la inquietud i la il·lusió d'una troballa que mai no va arribar. Nascut al cor de Brooklyn (Nova York) el 1934, als 20 anys es va graduar com a físic i, poc temps després, es va doctorar en astronomia i astrofísica.

Sagan va ser un dels fundadors i el president de The Planetary Society. L'autor de *Cosmos* va obtenir diverses distincions de la NASA pel seu treball com a científic i per «la contribució al servei públic». La National Academy of Sciences li va concedir la Public Welfare Medal, el màxim reconeixement d'aquesta institució. En el text del premi, es fa referència a la capacitat comunicativa de l'autor per l'habilitat de capturar la imaginació del lector i per la destresa d'explicar-se amb termes comprensibles:

Carl Sagan va tenir un èxit enorme en la comunicació de les meravelles i la importància de la ciència. La seva habilitat de capturar la imaginació de milions de persones i d'explicar conceptes difícils amb termes comprensibles és un fet magnífic (THE PLANETARY SOCIETY, 1999).

Sagan va rebre més de vint distincions honorífiques en centres educatius dels Estats Units per la seva contribució a la ciència, a la literatura i a l'educació. Aquest assessor i conseller de la NASA va implicar-se en la lluita contra la contaminació mediambiental, amb la defensa activa de l'eliminació dels CFC (clorofluorocarburs) i altres programes de protecció ecològica.

L'autor de *Cosmos* va ser membre fundador, el 1978, del CSICOP (Committee for the Scientific Investigation of Claims of the Paranormal), una organització internacional que promou la investigació crítica dels anomenats *fenòmens paranormals* i de les pseudociències a partir d'una visió científica «objectiva i raonada» (GUERRERO, 1997). Encara avui es manté la publicació, promoguda per Sagan, *The Skeptical Inquirer*, que té el mateix propòsit.

En morir pel desembre de 1996, als 62 anys, era professor d'astronomia i ciències de l'espai, i director del Laboratori d'Estudis Planetaris a la Cornell University, a

Ithaca, Nova York. Amb la seva mort, la ciència havia perdut «un dels millors comunicadors del segle XX» (GUERRERO, 1997).

Malgrat la malaltia que patia en els darrers anys de vida, sempre va mantenir el somni que el feia viure: viatjar a les estrelles. Dos anys després de desaparèixer, el diari *New York Times* va publicar un article amb un títol ple de significat que valdria avui: «Fins i tot després de mort, la influència de Sagan és encara còsmica.»

4.4.2.4 James Watson, l'enfant terrible

James Watson (Chicago, 1928) ha de ser considerat, per damunt de tot, un dels principals científics del segle XX. Descobridor de l'estructura de l'ADN (àcid desoxiribonucleic), les seves aportacions han obert un camp immens per conèixer la informació genètica dels individus. L'any 1962 va guanyar el premi Nobel de medicina. L'obra divulgadora de Watson, breu, polèmica i valuosa, ha girat al voltant de l'ADN, la genètica i les formes de treballar dels científics.

El paper de Watson com a científic és fonamental en la història de la ciència. El descobriment, l'any 1953, de l'estructura de l'ADN —en forma de doble hèlix amb les bases nitrogenades encarades cap a l'interior— és un dels més importants del segle XX, ja que ha conduït a la identificació i la interpretació del codi genètic humà. El treball de Watson va portar al projecte Genoma, en el qual ell mateix va participar inicialment, i va obrir una àmplia perspectiva per a la guarició de les malalties hereditàries. A aquest bioquímic es deu també el coneixement de l'ARN (àcid ribonucleic), la funció del qual és transmetre el codi ADN a les estructures cel·lulars que creen les proteïnes.

L'obra principal de divulgació de James Watson és *The Double Helix* (*La doble hèlix*, 1968), una publicació que va aixecar un gran interès i una considerable polseguera per determinades afirmacions. *La doble hèlix* és un relat autobiogràfic de les investigacions científiques realitzades per Watson entre els anys 1951 i 1953 amb el britànic Francis Crick. Aquella recerca conclou amb el cabdal descobriment de l'estructura de l'ADN, que els valdrà el Nobel el 1962. La contundència de les impressions personals de Watson sobre els conflictes d'interessos i els recels dels científics involucrats en una recerca va provocar un escàndol considerable.

La doble hèlix ha fet córrer rius de tinta en els cercles científics i divulgadors de tot el món. Jacques Bergier (Odessa, 1912 – París, 1978), enginyer i escriptor francès preocupat per la comunicació científica, va incloure *La doble hèlix* en la llista de «llibres maleïts» per la major part de la comunitat científica internacional.

En el seu llibre [*La doble hèlix*] la classe científica, lluny d'aparèixer com una agrupació d'ànimes nobles en cerca de la veritat, semblava una colla de bandits on cadascú feia víctima el seu veí dels trucs més detestables [...] Llavors els savis van fer circular la consigna de no comentar el llibre. Un científic eminent va declarar a la gran revista anglesa *Nature*: «Li seria més fàcil trobar un clergue disposat a comentar un llibre pornogràfic que un savi que accedís a parlar de *La doble hèlix*» (BERGIER, 1971).

Boicotejat per uns, maleït per altres i adorat per la majoria de divulgadors científics, la vàlua del text de Watson és, en qualsevol cas, extraordinària per conèixer les formes de treballar dels científics i per comprendre l'estructura de l'ADN.

Laszlo (1993: 112) ha assenyalat com a principals qualitats de Watson la capacitat per explicar «la vida científica tal com és». Watson ha aportat a la divulgació l'excel·lència en la utilització de la personalització i la dramatització com a recursos per articular el relat. Pel que fa al seu estil, l'estructuració hàbil de cadascun dels paràgrafs és assenyalada com una altra de les seves virtuts.

En una línia similar, Glover (1998) considera que Watson és un dels grans divulgadors, popularitzadors per dir-ho en termes anglosaxons, de la ciència del segle XX i compara la seva tasca amb la que va fer el britànic Thomas Henry Huxley al segle XIX. Si les estratègies retòriques de Huxley es basaven en l'exposició i l'analogia, Watson ha arribat a les grans audiències a través de la tècnica de la narració i del drama.

Per algunes d'aquestes raons, *La doble hèlix* ha adquirit el rang propi d'un clàssic de la divulgació científica i ha situat el seu autor, malgrat els pocs títols publicats, entre els millors de la tradició anglosaxona.

Watson també ha escrit *Molecular Biology of Gene* (1965), *The DNA Story* (1981, amb J. Tooze), *Molecular Biology of the Cell* (1986, en col·laboració amb altres autors), *Recombinant DNA: A Short Course* (1992, en col·laboració amb altres autors) i *Genes, Girls and Gamow* (2001). Aquest últim és un llibre de memòries en el qual Watson ret homenatge a George Gamow.

El seu darrer llibre, escrit conjuntament amb Andrew Berry, és *DNA: The Secret of Life* (2003). El text ha tornat a provocar certa polèmica, ja que els autors defensen obertament la manipulació genètica amb finalitats terapèutiques. A *DNA: The Secret of Life*, Watson es mostra favorable a modificar l'ésser humà abans de néixer, amb teràpies gèniques en cèl·lules germinals. Si les tècniques es convertissin en fiables, Watson seria partidari d'evitar que continuessin naixent nens i nenes amb determinades malalties, com ara la d'X fràgil o la de Tay-Sachs, o, fins i tot, d'aconseguir que els humans fossin resistents a la sida (ELCACHO, 2003). Aquest últim llibre de divulgació de Watson té un fort component ètic i esdevé el primer relat complet de la revolució genètica des dels temps de Mendel fins als nostres dies.

La vida d'aquest investigador, batejat per alguns crítics com l'*enfant terrible* de la divulgació, transcorre entre Amèrica i Europa. Nascut a Chicago, es va graduar en zoologia a la mateixa ciutat. Més endavant es va traslladar a la Universitat d'Indiana per ampliar els estudis.

Va continuar la seva formació al Vell Continent quan va ingressar al Consell Nacional d'Investigacions de Copenhaguen (Dinamarca). Aviat va començar a estudiar l'estructura dels àcids nucleics, treball que l'acompanyarà la resta de la vida. En aquesta època, va entrar a treballar a la Universitat de Cambridge, i als Laboratoris Cavendish va contactar amb Francis Crick i Maurice Wilkins.

Watson va ser professor de bioquímica i biologia molecular a la Universitat de Harvard. El 1962 va rebre el premi Nobel de fisiologia i medicina juntament amb

Francis Crick i Maurice Wilkins. Altres premis que ha rebut són el John J. Carty Gold Medal of the National Academy of Sciences (1971), el Copley Medal of the British Royal Society (1993), la Lomonosov Medal, Russian Academy of Sciences (1995) i la National Medal of Science (1997). Watson també ha estat distingit honoràriament en almenys 22 universitats de tot el món.²¹

4.4.2.5 Stephen Jay Gould, l'entusiasta rebel

Stephen Jay Gould (Nova York, 1941 – 2002) va ser un científic notable i un divulgador entusiasta sobre la teoria de l'evolució i els aspectes imaginables més variats de zoologia. Autor d'una vintena de llibres, alguns dels quals amb un gran èxit de vendes, va saber connectar amb el públic amb un estil de gran originalitat, ple de color i farcit de petits detalls cridaners.

Com a científic, Gould va contribuir al desenvolupament de la teoria de l'evolució de Darwin. Gould va ser considerat un heretge pels defensors de l'ortodòxia darwinista, perquè es va atrevir a reformular alguns aspectes de la doctrina del pare de la teoria evolutiva. Per aquesta raó, va patir un cert aïllament per part de determinats cercles científics, que no van digerir bé aquestes objeccions.

Les dues esmenes fonamentals de Gould a la teoria són la poca influència del medi ambient en el procés evolutiu —en contra del que creia Darwin— i la gestació sobtada dels episodis de canvi d'una espècie —Darwin els considerava graduals.

Amb aquesta última idea, anomenada «equilibri puntuat», passarà a la història de la ciència. Segons ell, l'evolució es desenvolupa en ràpids brots i no mitjançant una progressió de transformacions continuades.

El Gould divulgador va ensenyar la teoria de l'evolució a milions de persones amb les seves obres. Va escriure assaigs memorables, el més reconegut dels quals és *Reflections in Natural History* (1980), que li va valer el premi del Llibre Americà. Altres treballs destacats són *Dents de gallina i dits de cavall*, *Ciència versus religió*, *La vida meravellosa* i *El somriure del flamenc*.

Una de les darreres obres de Gould va ser *The Structure of Evolutionary Theory* (2002), un tractat de 1.433 pàgines sobre les seves idees definitives respecte a la teoria de l'evolució, on recull tota la vida professional dedicada a la biologia. Gould, que va tardar més de vint anys a completar el text, el va acabar d'escriure ja malalt, poc abans de morir.

També l'any de la seva mort va publicar *I Have Landed: The End of a Beginning in Natural History*, una col·lecció final d'articles per a la revista *US Journal of Natural History*, publicació en la qual va col·laborar amb un text en cada número durant 27 anys. *I Have Landed* és el títol del darrer dels articles i fa referència a les paraules que el seu avi, *Papa Joe*, un immigrant hongarès, va escriure en una nota el dia que va arribar als Estats Units, a Ellis Island (Nova York): «I have landed. September 11, 1901.»

21. Una interessant i recent biografia de James Watson és V. K. McElheny (2003).

L'estil de Gould de seguida es va fer popular per tres raons: era un estil simple, era molt plàstic i feia servir sempre un to familiar, molt proper al lector. Gould no va rebutjar mai la redundància —repetir conceptes clau tot sovint— per facilitar la tasca de comprensió al lector. En ocasions, prenia una posició clarament provocativa en els seus escrits amb l'objectiu d'estimular el lector.

Gould és un clàssic de la divulgació científica anglosaxona del segle XX, valorat especialment per «l'espectacular eficàcia» del seu discurs divulgador (LASZLO, 1993). Defensor de la intencionalitat i la imaginació de l'escriptor, va deixar escrit que la ciència «és una activitat creativa humana i els seus genis actuen més com a artistes que com a processadors d'informació».

Stephen Jay Gould va ensenyar les generalitats a partir d'exemples molt particulars. En els assaigs de divulgació va recórrer a detalls insòlits per introduir de forma amena temes d'elevada complexitat. Feia servir un llenguatge que barrejava les explicacions científiques pròpies d'un professor de Harvard amb les paraules més corrents del carrer o, fins i tot, «amb l'argot dels afeccionats al beisbol» (*El País*, 2002).

Altres vegades arribava a generalitats de gran volada a partir de les petites anècdotes personals que esquitxaven els seus textos. Eren històries i anècdotes sobre la família, la religió o el seu entorn social, que Gould utilitzava com a pretext per introduir-hi idees científiques. L'èxit de Gould va demostrar que la ciència pot ser «comprensible, entretinguda i fins i tot divertida» (PIQUERAS, 2002a).

A *Wonderful Life* (1989), Gould va explicar de forma excepcional els seus principis a l'hora d'escriure un text divulgador:

[...] de la mateixa manera que Galileu quan escrigué les seves obres més importants en forma de diàlegs i en italià, en comptes de fer-ho en forma de tractats i en llatí; de la mateixa manera que Thomas Henry Huxley quan compongué la seva magnífica prosa fugint de l'argot científic; com Darwin féu quan publicà tots els seus llibres per al públic en general; com tots ells, jo també crec que podem tenir un gènere de llibres científics adients i accessibles alhora als professionals i al gran públic. Tots els conceptes científics, amb tota la seva riquesa i ambigüitat, poden presentar-se sense compromís, sense simplificacions que en distorsionin la imatge, i en un llenguatge comprensible per a qualsevol persona intel·ligent.

Gould ha estat per a la biologia «allò que Carl Sagan va ser per a la cosmologia: un excel·lent comunicador que ha aconseguit una gran popularitat fora de l'àmbit acadèmic i de la recerca» (PIQUERAS, 2002b).

Nascut a Nova York l'any 1941, als cinc anys Gould va descobrir la vocació de paleontòleg a partir d'una visita a un museu. Segons l'anècdota que explicava sempre ell mateix, el seu pare, un modest taquígraf de tribunals, el va portar a veure la reconstrucció d'un tiranosaure de vuit metres d'alçada. La impressió soferta va ser tal que Gould va anunciar a tota la família que seria paleontòleg.

Aquest especialista en fòssils va estudiar geologia, zoologia i paleontologia. Posteriorment, amb 26 anys, va exercir de professor a la Universitat de Harvard i va impartir classes de biologia, geologia, zoologia i història de la ciència. També

va destacar per ser un amant de la llengua en general i un gran coneixedor dels idiomes d'arrel llatina en particular. Gould va morir de càncer a Nova York pel maig de 2002.

4.4.3 Altres divulgadors americans del segle XX

En aquest apartat, es proposen dotze autors americans del segle XX que han contribuït a engrandir la tradició anglosaxona de divulgació científica. Aquests dotze divulgadors i divulgadores, que apareixen aquí en un format més breu que els autors vistos fins ara, han escrit algunes de les obres més llegides en el domini dels països anglosaxons i a la resta del món.

Herbert George Wells (1866 – 1946), escriptor i divulgador científic a cavall entre dos segles, va ser un dels primers popularitzadors del gènere de la ciència-ficció, amb títols com *La màquina del temps* (1895), *L'illa del Dr. Moreau* (1896), *L'home invisible* (1897), *La guerra dels mons* (1898)²² i *El primer home a la Lluna* (1901). Wells va ser coautor del llibre, ja convertit en clàssic de la divulgació científica i de la biologia, *The Science of Life* (1929), escrit juntament amb Julian S. Huxley i George Philip Wells, fill de H. G. Wells i dotat d'una sòlida formació universitària en biologia. *The Science of Life* planteja qüestions encara mal resoltes avui: Què és la vida? Quins són els límits de l'espai? Hi ha vida fora de la Terra? Malgrat ser un sol volum, *The Science of Life* està dividit en nou «llibres»: el cos viu, els principals models de la vida, l'incontrovertible fet de l'evolució, el com i el perquè del desenvolupament i de l'evolució, la història i les aventures de la vida, l'espectacle de la vida, salut i malaltia, comportament, sentiment i pensament, i biologia de la raça humana. El llibre va ser oportú perquè els estudis biològics de l'època «només podien trobar-se en revistes i llibres especialitzats, i estaven expressats amb una terminologia que era necessari traduir al llenguatge corrent» (GUERRERO, 2002).

Rachel Carson (1907 – 1964), científica i divulgadora nord-americana, és autora d'una de les obres més influents del segle XX: *Silent Spring* (1962). *Silent Spring* va ser el primer llibre de denúncia pública d'un tema mediambiental: el perill de l'ús de plaguicides sintètics en agricultura. Aquest text és significatiu perquè obre una línia de divulgació científica enfocada cap a la preocupació del medi ambient. El llibre va provocar una gran polèmica i va influir en el president Kennedy, que després de llegir-lo va demanar que es fessin proves sobre els productes químics que s'hi citaven (PIQUERAS, 2002c). Carson ha estat sovint anomenada la mare del moviment mediambiental modern. L'autora de *Silent Spring* va escriure, a més, sobre diversos aspectes relacionats amb la vida sota les aigües marines, tema en el qual era una especialista reconeguda. Els llibres més notables en aquesta línia són *The Sea Around Us* i *The Edge of the Sea*.

22. George Orson Wells (1915 – 1985) va llegir per ràdio aquesta obra l'any 1938 i molta gent va creure'n el contingut, com si la invasió extraterrestre passés de veritat en aquells moments.

Martin Gardner (1914), matemàtic, escriptor i divulgador americà, ha estat columnista de la revista *Scientific American* des de 1956 fins a 1986. El seu llibre de més èxit va ser *The Annotated Alice*, una anàlisi de l'obra de Lewis Carroll *Alice in Wonderland*, ampliada en el llibre *More Annotated Alice*. La major part de la resta dels seus llibres de divulgació tracten de matemàtica recreativa i/o són reculls de les columnes aparegudes a *Scientific American*: *The Scientific American Book of Mathematical Puzzles and Diversions*, *Martin Gardner's Sixth Book of Mathematical Games From Scientific American*, *The Magic Numbers of Dr. Matrix*, *The Incredible Dr. Matrix* i, entre d'altres, *Last Recreations: Hydras, Eggs, and Other Mathematical Mystifications*.

Físic i divulgador a parts iguals, Philip Morrison (1915 – 2005) va participar en la creació de la bomba atòmica (el projecte Manhattan) i va proposar un mètode per comunicar-se amb civilitzacions de fora del sistema solar. Com a comunicador, va escriure nombrosos llibres i va dirigir sèries de televisió, sempre amb un estil molt similar al del seu mestre, George Gamow. La seva vocació divulgadora va començar a la revista *Scientific American*, en la qual va escriure les crítiques de llibres i una columna mensual. La relació amb els mitjans audiovisuals es va produir a través de la cadena pública americana PBS, on va dirigir la sèrie *The Ring of Truth* l'any 1987, que després es va editar com a llibre. Morrison va publicar les obres *Powers of Ten* (en col·laboració amb la seva dona, Phylis Morrison, 1984, i basat en el curtmetratge documental del mateix nom), *Nothing is Too Wonderful to be True* (1995) i *Reason Enough to Hope: America and the World of the 21st Century* (en col·laboració amb Kosta Tsipis, 1998). La força dels seus textos prové del fet que s'agafa a allò que és concret des de l'inici, al mateix temps que defensa que cal explicar els conceptes sempre a partir de la realitat, perquè no semblin idees tretes «d'ordinadors misteriosos o de laboratoris de bata blanca» (LASZLO, 1993: 109). Considerat una de les veus de la consciència social de la ciència del segle XX, aquest físic va oposar-se als usos militars de la tecnologia atòmica. Morrison, un fascinant orador, va aplicar a la divulgació escrita i audiovisual estratègies que prèviament havia emprat com a docent. Va ser professor de física a les Universitats de San Francisco, Illinois i Cornell i a l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

Richard Phillips Feynman (1918 – 1988), físic nord-americà i divulgador de la ciència, va participar en el projecte Manhattan i va guanyar el premi Nobel de física. El seu llibre *El caràcter de la llei física* (1965) és un clàssic de la divulgació científica del segle XX. Els set capítols del llibre recullen les famoses conferències Messenger Lectures que va pronunciar Feynman a la Universitat de Cornell l'any 1964: davant d'un auditori replet d'estudiants, va explicar magistralment què és la física i quines són les seves lleis. Les lliçons van ser enregistrades per la BBC i van servir de base per a la preparació del llibre.

Edward O. Wilson (1929) és un biòleg nord-americà que ha contribuït decisivament a la popularització de la ciència, principalment de la sociobiologia. *On Human Nature* (1978) està considerat un llibre de referència de la divulgació científica del segle XX. Professor d'entomologia a Harvard, ha escrit també *The Ants* (1990) i *Consilience: The Unity of Knowledge* (1998), un complet estudi sobre la

unitat del coneixement en què defensa la convergència entre ciències i humanitats, com en els temps de la Il·lustració. A *Sociobiology: The New Synthesis* (1975), Wilson explica els fonaments de la sociobiologia a través de plantejaments provocadors. Al llibre *The Diversity of Life* (1992), l'autor avisa sobre l'extinció de nombroses espècies de la Terra i les implicacions que aquest fet pot tenir. Les darreres obres del considerat pare de la biodiversitat són: *The Future of Life* (2002), *The Creation: An Appeal to Save Life on Earth* (2006), *Nature Revealed: Selected Writings 1949-2006* i *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (2009). Wilson, entre altres guardons, ha obtingut dues vegades el premi Pulitzer i ha estat un habitual dels mitjans de comunicació escrits i audiovisuals de tot el món, a més d'un incansable conferenciant.

Steven Weinberg (1933) ha destacat primordialment com a científic. A més, aquest premi Nobel de física (1979) ha escrit bons textos divulgadors. Weinberg ha publicat diversos llibres per a audiències no especialitzades, com ara *The First Three Minutes* (1977), la seva obra més traduïda (22 idiomes) i més celebrada internacionalment, on explica els primers moments en la creació de l'Univers. També ha escrit *The Discovery of Subatomic Particles* i *Dreams of a Final Theory*, així com el tractat *Gravitation and Cosmology* i el llibre de text en tres volums *The Quantum Theory of Fields*. Weinberg ha estat professor de física en diferents universitats nord-americanes, en les quals ha fet recerques sobre la teoria dels camps quàntics, la cosmologia i les partícules elementals. És membre de la National Academy of Science, la Royal Society de Londres i, entre d'altres, l'American Academy of Arts and Sciences.

Oliver Sacks (1933) és un neuròleg i escriptor londinenc establert als Estats Units que ha brillat com a divulgador científic. Catedràtic de neurologia clínica a l'Albert Einstein College de Nova York, Sacks ha divulgat la ciència, a través d'obres com *Migranya* (1970), *Desvetllaments* (1973), *Amb una sola cama* (1984), *L'home que va confondre la seva dona amb un barret* (1985), *Veig una veu. Viatge al món dels sords* (1989), *Un antropòleg a Mart. Set relats paradoxals* (1995), *L'illa dels cecs al color* (1997), *Oncle Tungstè* (2001) o *Oaxaca Journal* (2002). La major part d'aquestes obres han estat traduïdes als idiomes fonamentals. És un col·laborador habitual de *The New Yorker* i de *The New York Review of Books*, així com de diverses revistes de medicina. Pertany a l'American Academy of Arts and Letters, l'American Academy of Arts and Sciences, la New York Academy of Sciences. El diari *The New York Times* s'ha referit a ell com «the poet laureate of medicine». El 2002 va rebre el premi Lewis Thomas de la Rockefeller University, que reconeix els científics com a literats.

Lynn Margulis (1938), científica i divulgadora nord-americana, ha escrit *Symbiosis in Cell Evolution* (1981), *Microcosmos* (1986), *What is Life* (1995) i, entre d'altres, *Symbiotic Planet* (1998). Els seus llibres fan introduir el lector al món dels microorganismes, entesos no com a organismes «inferiors i perillosos», sinó com a «grans protagonistes de la biologia i, sense els quals, la vida a la Terra seria impossible» (PIQUERAS, 2002c). Margulis va ser la primera esposa de Carl Sagan.

Daniel C. Dennett (1942), professor d'universitat en el camp de la filosofia, és autor de llibres de divulgació científica sobre la ment humana. Els llibres que més

fama li han donat han estat *Freedom Evolves* (2003) i *Darwin's Dangerous Idea* (1995). La seva primera obra va ser *Content and Consciousness* (1969), a la qual van seguir *Brainstorms* (1978), *Elbow Room* (1984), *The Intentional Stance* (1987), *Consciousness Explained* (1991), *Kinds of Minds* (1996) i *Brainchildren: A Collection of Essays 1984-1996* (1998). Notable conferenciant, l'any 1987 va ser escollit membre de l'American Academy of Arts and Sciences.

Timothy Ferris (1944), periodista i escriptor especialitzat en astronomia, física i història i filosofia de la ciència, és autor de llibres de ciència d'èxit com *Seeing in the Dark: How Amateur Astronomers Are Discovering the Wonders of the Universe*, *The Mind's Sky*, *Coming of Age in the Milky Way*, *The Whole Shebang: A State of the Universe(s) Report*, i *Coming of Age in the Milky Way*. Professor emèrit de periodisme a la Universitat de Califòrnia a Berkeley, ha escrit, entre d'altres, valuosos documentals de divulgació per a la cadena de televisió PBS, com *Creation of the Universe*.

Steven Pinker (1954), canadenc de naixement i ciutadà dels Estats Units, és un dels neurocientífics contemporanis més brillants. Pinker ha escrit els llibres de gran acollida popular *The Language Instinct*, *How the Mind Works*, *Words and Rules: The Ingredients of Language* i *The Blank Slate*. La major part de l'obra de divulgació versa sobre l'estudi de l'evolució del cervell i del llenguatge.

Aquests dotze autors i autores nord-americans han estat capaços de transmetre la ciència a públics heterogenis de forma satisfactòria. Òbviament no han estat els únics ni, potser, tan sols els més destacats, però cadascun i cadascuna han volgut almenys fer confluïr les ciències i les lletres en productes escrits i/o audiovisuals. Gràcies a elles i a ells, la ciència ha entrat a cases on possiblement mai no hauria entrat.

4.4.4 El periodisme científic nord-americà

Els inicis

El periodisme científic nord-americà del segle XX entronca d'alguna manera amb el periodisme científic britànic de l'esplendorós segle XIX. A la premsa, a la ràdio i a la televisió, el públic nord-americà va poder assabentar-se de les novetats científiques del segle passat. Amb la creixent especialització periodística, la figura del periodista científic es va consolidar com un subjecte divulgador autònom i poderós.

La premsa americana s'edifica, en efecte, sobre la base de la rica tradició periodística britànica, de la qual pren les formes i els costums. Els periodistes americans reprenen la tradició dels rigorosos diaris informatius-interpretatius sempre clars, precisos i concisos. Semblantment, continuaran i milloraran la tradició dels magnífics magazins de ciència popular, tan llegits a l'època victoriana.

La ciència va arribar als Estats Units amb els primers pobladors, vinculada íntimament a la metròpoli, al Regne Unit. Un dels primers científics nord-americans —i alhora un dels primers nord-americans— va ser Benjamin Franklin (1706 – 1790).

Personatge polièdric, Franklin va ser un home de ciències amb inquietuds periodístiques, socials i polítiques. El seu text científic més conegut és *Experiments and Observations on Electricity* (1751), un llibre que va contribuir a comprendre l'electricitat. Llegit no solament per científics sinó pel públic en general, figura «entre els llibres de ciència més notables de l'època i de qualsevol altra època» (COHEN, 1995). Exemple de científic compromès i cívic, el nom de Franklin el trobem estretament relacionat amb el periodisme dels primers temps colonials. Quan els diaris encara prenién el nom de gasetes, Franklin va treure al carrer el periòdic *Pennsylvania Gazette*, amb un notable èxit. Científic i periodista, Franklin no va ser pas un periodista científic, ni tampoc un bon divulgador més enllà del seu famós llibre.

Un altre dels pioners de la ciència nord-americana, i amic i deixeble de Franklin, va ser Ebenezer Kinnorsley (1711 – 1778). Figura poc coneguda, Kinnorsley es manté encara a l'ombra allargada de Franklin. Aquest científic i inventor, a la dècada de 1750 va començar a impartir conferències públiques sobre l'electricitat. Alguns historiadors consideren Kinnorsley el primer divulgador científic nord-americà.

Abans dels temps de Franklin i Kinnorsley, l'investigador Calvo Hernando situa als Estats Units «la primera notícia de caire científic apareguda en un diari al món». Aquesta primera informació científica en premsa va ser una notícia de dos paràgrafs sobre una epidèmia de febre groga a les colònies britàniques, publicada el 1690 en el que es considera el primer diari nord-americà: *Publick Occurrences Both Foreign and Domestick*, del qual va sortir a Boston una primera i única edició, ja que les autoritats de l'època van determinar que era «ofensiu» i en van ordenar «la immediata supressió» (SEMIR, 2002).

Aquest inici poc afortunat va ser un presagi del que seria el segle XVIII i una part del XIX a Nord-Amèrica, segles convulsos i inestables, poc favorables per al periodisme científic. Aquelles centúries de conflicte intern i reafirmació nacional van transcórrer encara amb el país pendent de tot el que passava a la Gran Bretanya. La ciència americana estava encara en un estat poc desenvolupat, en comparació amb la gegantina ciència de la metròpoli.

Ja a la segona meitat del segle XIX, els diaris i les revistes nord-americans es feien ressò de les conferències que impartien pel país diferents experts en la biologia i la física, molts dels quals, britànics. Eren els anys en què els americans llegien en premsa les conferències del britànic Thomas Henry Huxley i dels nord-americans Asa Gray (1810 – 1888) i Louis Agassiz (1807 – 1873). Eren els anys del debat del darwinisme i de la teoria de l'evolució.

Asa Gray, professor de botànica a Harvard, va ser el més popular dels evolucionistes del país favorables a les tesis de Darwin. Louis Agassiz, notable paleontòleg també de Harvard, va ser un incansable divulgador de la història natural als Estats Units i sempre va defensar posicions contràries a Darwin (LURIE, 1988). A més de Gray i Agassiz, un tercer divulgador científic nord-americà de significativa influència al segle XIX —però amb poca vocació periodística— va ser el filòsof i historiador John Fiske (1842 – 1901). Bon conferenciant, Fiske va ser un entusiasta popularitzador de la teoria evolutiva. Convençut seguidor dels principis de Herbert

Spencer, va intentar conciliar ciència i religió en algunes obres. La popularitat de Fiske radicava en l'estil fàcil, lúcid i dramàtic dels seus textos més notables: *Outlines of Cosmic Philosophy* (1874), *Darwinism and Other Essays* (1879), *Excursions of an Evolutionist* (1884), *The Idea of God as Affected by Modern Knowledge* (1886) i *Through Nature to God* (1899).

A banda d'aquesta passió general per l'evolució, l'altre gran tema científic de la premsa americana del segle XIX va ser la física —especialment aspectes relacionats amb l'electricitat, el magnetisme, l'òptica, la termodinàmica o la conservació de l'energia. En aquest camp, van adquirir una gran popularitat les conferències a Nova York del físic irlandès John Tyndall (1820 - 1893) (WEIGOLD, 2002). Fins al punt que el diari *The New York Tribune* aquell any 1872 va treure una edició especial amb els textos de les explicacions de Tyndall.²³ Aquella edició va vendre més de 50.000 exemplars.

També l'any 1872 va aparèixer el primer número de la revista *The Popular Science Monthly*, una de les revistes de ciència popular paradigmàtiques del segle XIX americà, juntament amb *Science News* —nascuda el 1878. Fundada per Edward L. Youmans, *The Popular Science Monthly* va ser fervent defensora de les teories evolutives i aviat va arribar a vendre 10.000 exemplars, una difusió notable per a una revista d'aquesta mena.

Malgrat aquestes fites, la situació del periodisme científic nord-americà al tombant de segle distava molt dels moments dolços que viuria a partir de la Primera Guerra Mundial. Els científics veien encara amb un cert recel els periodistes i, en general, els mitjans de comunicació. De fet, la presència dels científics americans als mitjans era escassa fins ben entrada la primera dècada del segle XX i només eren fonts de notícies amb motiu de crisis de grans proporcions, com ara el terratrèmol de San Francisco (FRIEDMAN [et al.], 1986: xviii). El mal moment del sector era evident igualment a *The Popular Science Monthly*. L'any 1915, després de perdre 10.000 dòlars per any, la revista va desdoblar-se en dues publicacions: una per al públic, que mantenia el mateix nom, i una altra per als científics, encapçalada per James McKeen Cattell, editor de *The Popular Science Monthly* des de 1900, amb el títol *Scientific Monthly*. Com veurem més endavant, una altra publicació emblemàtica, la revista *Science*, fundada el 1880, va patir igualment la incertesa del moment i va canviar de propietat diverses vegades abans del canvi de segle.

D'alguna manera, es tractava d'un fenomen de retrocés global en els països capdavaners de l'entorn anglosaxó. La decadència del periodisme científic que es vivia a les Illes Britàniques als darrers anys del segle XIX i primers del XX era palpable també a l'altra banda de l'Atlàntic.

23. Tyndall va ser un científic que, entre altres, va fer aportacions significatives a l'estudi de l'electromagnetisme a l'atmosfera i de la interacció de la radiació electromagnètica amb els líquids i els gasos. Alguns d'aquests estudis són la base de funcionament dels espectròmetres i els fluorímetres. Va ser molt conegut perquè va explicar satisfactòriament per què el cel és blau.

La desclosa

La desclosa del periodisme nord-americà es va produir coincidint amb la Primera Guerra Mundial. La Gran Bretanya, que sempre havia portat les regnes del periodisme anglosaxó, quedava desplaçada a un segon terme. A partir d'aquí, britànics i nord-americans semblarà que caminin per vies oposades. Per als britànics, continuarà la suau però constant decadència començada a la darrerria del segle XIX; per als americans, s'iniciarà una època daurada que encara no ha arribat a l'epíleg.

Al final de la Primera Guerra Mundial, el periodisme nord-americà va començar a escriure les seves millors pàgines. Començava aleshores una tradició sòlida que arribarà als nostres dies amb un vigor que té pocs precedents. Els americans, a partir d'aquell moment, difondran la ciència sense limitacions. Primer, ho faran a través de la premsa i de la ràdio; després per la televisió i Internet.

Als anys 20 va entrar en escena el Science Service, tota una institució per al periodisme científic als Estats Units. Amb seu a Washington D.C., el Science Service era una agència de notícies científiques creada pel magnat de la premsa Edwin S. Scripps, un empresari disposat a oferir el «drama que s'ocultava darrere de cada tub d'assaig» (WEIGOLD, 2002). El Science Service, que primer va començar amb el nom de Science News Service, enviava diàriament notícies científiques als principals mitjans de comunicació del país.

El Science Service va ser el producte de la conjunció fortuïta de dues propostes separades per popularitzar la ciència, l'una d'un grup de científics de Washington D.C. i l'altra del citat empresari de Califòrnia E. W. Scripps. Segons l'historiador del periodisme americà Frank Luther Mott, Science Service va ser decisiu per estimular una reforma general de la forma de fer informació científica (MOTT, 1952: 103-104).

La fundació de Science Service és un dels moments clau en la història del periodisme científic americà, ja que va conduir a l'aparició del periodista científic com una professió a temps complet (HAY, 1970: 20). Science Service, sobretot gràcies a la tasca del seu primer editor, Edwin Slosson (1865 – 1929), va fer augmentar l'interès del públic per la ciència i va ajudar a millorar la percepció que en tenia la societat.

Els esforços del Science Service i del conjunt de publicacions que rebien les notícies d'aquesta agència van facilitar la professionalització del periodisme científic als Estats Units. L'any 1934 la comunitat de periodistes científics era prou àmplia per organitzar-se en la National Association of Science Writers, de la qual Watson Davis i Robert Potter (de Science Service) van ser membres fundadors (RHEES, 1979).

Una altra de les fites notables per al periodisme científic en aquests anys de desclosa va ser la distinció amb un premi Pulitzer per la cobertura d'una informació de ciència. El periodista del diari *The New York Times* Alva Johnston va rebre aquest guardó pel seguiment de la trobada de 1922 de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), a Boston (RHEES, 1979).

En aquests anys d'entreguerres, es configurava la pràctica del periodisme científic tal com la coneixem avui. Diferents tipus de publicacions escrites nord-americanes van col·laborar en la immensa tasca d'explicar la ciència als ciutadans. Entre les publicacions d'informació general que van fer una aposta decidida en aquest sentit, van destacar el diari *The New York Times* i les revistes *Time*, nascuda el 1923 per iniciativa de Briton Hadden i de l'influent editor nord-americà Henry Luce (1898 – 1967), i *Newsweek*, fundada a Nova York per Thomas J.C. Martyn l'any 1933.

Considerat un dels diaris més influents del món, *The New York Times* va néixer amb el nom de *The New York Daily Times* el 18 de setembre de 1851. Després d'uns inicis poc afortunats, el 18 d'agost de 1896 Adolph S. Ochs va comprar la capçalera quan estava a punt de desaparèixer i va encaminar el diari cap a la modernitat. La presència de la ciència al diari és quasi tan antiga com la publicació. Al principi, el diari reportava reunions científiques o debats d'experts, reproduïa conferències i publicava cròniques de demostracions públiques d'experiments. Tot plegat, sense que es pogués parlar d'una secció de ciència organitzada ni de periodistes científics pròpiament dits. El 1877 es va publicar per primera vegada la columna «Scientific Goosip», un recull de xafarderies científiques sense signar que va aparèixer de forma freqüent al diari fins al 1886 (SEMIR i REVUELTA, 2002).

En l'època d'entreguerres, coincidint amb el *boom* del periodisme científic, apareixien amb regularitat les notícies de ciència agrupades sota la columna «Science Notes» i, ja des de 1930, es publicaven pàgines senceres sota el títol «Science». L'interès per la ciència era tal que, ja l'any 1924, *The New York Times* es va plantejar la possibilitat de crear un suplement setmanal de ciència, iniciativa que finalment no es va dur a terme fins a l'any 1978 (SEMIR i REVUELTA, 2002).

The New York Times ha de ser tingut com el primer diari que va concebre el periodisme científic en el sentit actual del terme. Pioner en matèria científica des dels anys 20 del segle XX, el veterà periòdic nord-americà ha estat una referència indiscutible dintre de la premsa generalista mundial. A través de les seves pàgines s'han pogut seguir, amb precisió i rigor, els principals temes d'investigació del segle XX (CALVO HERNANDO, 1997: 161-162).

El zenit de la informació científica en premsa, també al *The New York Times*, es va assolir durant la Segona Guerra Mundial (SHORTLAND i GREGORY, 1991). El gran públic s'apassionava amb els detalls tècnics del conflicte i, sobretot, amb el llançament de la bomba atòmica i els seus efectes devastadors. La fi de la guerra va consolidar el domini nord-americà i la importància de la ciència i la tecnologia en la resolució dels enfrontaments armats.

El llançament de l'*Sputnik 1* (1957) per part de la Unió Soviètica i la lluita en clau de Guerra Freda per la conquesta de l'espai, culminada amb l'arribada a la Lluna dels americans (1969), obrirà un altre tòpic que farà fortuna als anys 60 i 70. La informació relacionada amb el medi ambient tindrà cada vegada més força a partir dels anys 70. La divulgació de noves malalties, especialment de la sida i les seves formes de prevenció, serà protagonista als anys 80. Els 90 estaran marcats per la biologia (genètica i biologia molecular).

Al llarg d'aquests anys, la ciència als diaris ha hagut de competir per l'espai amb altres notícies d'àmbits tan diversos com els successos, l'educació o la crònica social. Aproximadament, l'espai estimat per a notícies de ciència en un diari d'informació general és només del 5% (FRIEDMAN [*et al.*], 1986). La creació dels suplementes de ciència va pal·liar d'alguna manera aquest seriós problema i va permetre assegurar de manera contínua un espai a les notícies de ciència amb periodicitat setmanal. *The New York Times* va ser el diari pioner en aquesta iniciativa (SEMIR i REVUELTA, 2002).

Més en concret, fou John Noble Wilford qui l'any 1978 va liderar la posada en marxa d'aquest suplement del diari nord-americà, el «Science Times». A més, el suplement, que va poder beneficiar-se de les millores tecnològiques en producció i impressió, es va concebre com una forma «d'obrir nous mercats de publicitat» i una manera «d'establir ponts de fidelització amb el públic» en un moment de caiguda de vendes²⁴ (SEMIR i REVUELTA, 2002). Cada dimarts, des del 14 de novembre de 1978 i fins avui, el «Science Times» s'ha convertit en una de les referències mundials del periodisme científic. La resta de diaris informatius-interpretatius del món, a poc a poc, van incorporar la idea del suplement de ciència setmanal a les seves pàgines.

Revistes científiques

La tradició nord-americana de revistes científiques té un dels precedents més remots en l'*American Journal of Science*, creat el 1818. Des del punt de vista de la divulgació, però, *Scientific American* ha estat la gran revista americana. Dedicada expressament a la divulgació de la ciència, *Scientific American* ha assolit una popularitat notable gràcies, en part, a una longevitat poc corrent, superior als 150 anys de vida. Aquesta publicació, nascuda el 1845, ha aconseguit, amb el pas del temps, ser la culminació dels tradicionals magazins de ciència popular, tan arrelats als països anglosaxons i dominadors del periodisme científic britànic del segle XIX.

Scientific American ha tingut sempre un contingut assequible, fet que li ha permès atreure lectors contínuament. Avui la llegeixen, sobretot, persones amb algun coneixement previ de ciència, professors i estudiants de ciència. Tècnica i rigorosa, *Scientific American*, que ven un quart de milió d'exemplars, ha esdevingut «la més important de les revistes de divulgació dels nostres temps» (CANTOR, 2003). Als Estats Units, altres revistes de divulgació de caire més popular que *Scientific American* són *Popular Science*, *Discover*, *Omni* i *Science Digest*. Es tracta de magazins de lectura fàcil i sense gaire complexitat científica.

Tot i que les revistes especialitzades en ciència no estan adreçades al gran públic, en algunes ocasions en aquest tipus de publicacions s'han pogut llegir magnífics textos de divulgació. Ha estat el cas, sobretot, de les columnes o altres peces perio-

24. Tal com explica Edwin Diamond (1990), citat per Semir i Revuelta (2002), durant el període entre 1970 i 1975, *The New York Times* va patir una forta disminució de la seva circulació i una notable reducció de les insercions publicitàries, a causa de la dura competència d'altres publicacions i, sobretot, de la televisió.

dístiques encarregades per les revistes a científics més o menys destacats que, a més, eren bons escriptors. En aquest grup de revistes especialitzades, cal incloure-hi necessàriament *Science* i *New England Journal of Medicine*, dues de les de major repercussió internacional.

La revista *Science* és un gegant amb més de 90.000 subscriptors. Editada per l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), es distribueix sobretot, a banda de les subscripcions individuals, entre les societats científiques, els centres universitaris i les acadèmies i organitzacions professionals d'arreu del món.

Science va ser fundada el 1880 pel periodista de Nova York John Michels, amb el suport de Thomas Edison. En els primers temps l'aventura de Michels no va funcionar i Alexander Graham Bell i el seu sogre filantròpic, Gardiner G. Hubbard, van comprar els drets de *Science*, el 1882. El periòdic va continuar endavant fins que l'any 1894 Bell i Hubbard van vendre'l a James McKeen Cattell (1860 - 1944), un professor de psicologia de la Universitat de Columbia, per 500 dòlars (KOHLSTEDT, 1980; SOKAL, 1980). A partir de 1895, Cattell i l'AAAS van acordar convertir *Science* en la publicació oficial de l'AAAS, «una unió que seria molt beneficiosa per a les dues parts» (CRUMPTON i TEICH, 2000).

Cattell va ser l'editor de *Science* durant 50 anys fins que va morir (1944) i va situar la revista com la primera del país en el seu gènere. Home d'un fort caràcter, Cattell va portar la revista d'una manera molt personal. Cattell era respectat, però els seus comentaris no sempre eren prou mesurats i apareixien sovint en les pàgines editorials. Durant aquest mig segle, la relació entre *Science* i l'AAAS va ser certament estranya: *Science* n'era la revista oficial, però l'associació no podia exercir-ne el ple control i sovint va tenir nombrosos maldecaps, ja que les opinions de Cattell es podien interpretar, erròniament, com a posicions de l'associació. L'AAAS va assumir la propietat de la revista després de la mort de Cattell i la tradicional independència editorial de *Science* ha continuat fins als nostres dies (CRUMPTON i TEICH, 2000). Des dels temps de Cattell, *Science* ha tingut 12 editors, dels quals Philip H. Abelson és el que més temps ha estat al capdavant de la revista (1962-1984).

D'altra banda, *New England Journal of Medicine* ha adquirit una gran rellevància en el camp de la medicina. La revista està editada per la Massachusetts Medical Society. Tant *New England Journal of Medicine* com *Science*—o les britàniques *Nature* o *The Lancet*—han tingut una influència demostrada com a creadors de l'agenda dels mitjans de comunicació generalistes (SEMIR, RIBAS i REVUELTA, 1998); de tal manera que els temes i les investigacions que aquestes revistes capdavanteres han recollit a les seves pàgines han aparegut de seguida als mitjans generalistes i han arribat amb facilitat a audiències àmplies.

Ràdio, televisió i Internet

Durant el segle XX es van incorporar nous mitjans de comunicació a la tasca de la divulgació. Als canals de sempre, s'hi van afegir la ràdio, la televisió i, en la darrera dècada del segle, Internet.

Alguns programes de ràdio han agafat certa volada durant el segle XX als Estats Units. *Man and Molecules* —després anomenat *Dimensions in Science*— va néixer el 1960 per iniciativa de l'American Chemical Society. Difós per centenars d'emissores del país, aquest programa, un dels més veterans del gènere, té una audiència propera als 6 milions d'oients. Encara més veterà és el programa *Science Editor*, produït per la Universitat de Califòrnia i distribuït a tota la nació a través de la CBS Radio Network des de 1948.

Dos productes de l'AAAS, una institució que ha vetllat durant tot el segle per la presència de la ciència a la ràdio, també han assolit èxits remarcables: *Focus*, distribuït per 230 emissores de ràdio públiques, i *Report on Science*, espai diari distribuït per la CBS Radio Stations News Service. Finalment, la ciència ha entrat a les cases de molts americans a través d'*Horizon*, un breu espai radiofònic en forma d'espots, elaborat per la National Geographic Society, que surt a l'aire cada dia a través de les emissores de l'Associated Press des de 1980 (FRIEDMAN [et. al.], 1986: 314-315).

La televisió ha contribuït decisivament a la divulgació, amb sèries d'audiències milionàries com *Cosmos*. La sèrie, iniciada l'any 1980 a la PBS i dirigida per Carl Sagan, s'ha reemès constantment. Per televisió, s'han difós igualment els excel·lents reportatges de la National Geographic Society (en col·laboració amb la WQED-TV). Els *National Geographic Specials*, d'una hora de durada i guanyadors de diversos premis Emmy, s'han vist a través de la PBS, com a mínim quatre vegades per any, des de 1965 fins avui (FRIEDMAN [et. al.], 1986: 315-318).

Moltes de les sèries i programes científics que s'han vist al país portaven, però, el segell britànic, sobretot el segell de la BBC (British Broadcasting Corporation).²⁵ *Connections* (PBS), un recull de les novetats científiques i tecnològiques, era coproduïda per la BBC i Time-Life Video i escrita pel periodista científic de la BBC James Burke. *Life on the Earth* era un producte de David Attenborough per a la BBC que es va veure als Estats Units a través de la PBS des de 1982. La sèrie *The Body in Question*, emesa els anys 80 per la PBS, va ser escrita i pensada pel britànic Jonathan Miller. La BBC ha estat un dels referents mundials indiscutibles de la divulgació científica audiovisual, amb programes que han agafat la categoria de mites, com *Horizon*, que en els darrers quaranta anys ha emès excel·lents sèries de documentals a través de la BBC-2.

Altres treballs televisius més genuïnament americans van ser *The Brain*, emès per la PBS l'any 1984; *Hard Choices*, de la KTCS; *Health Week*, de la CNN; *How About*, produït per Mr. Wizard Studio des de 1979; *Innovation*, de la WNET i Channel 13; *Newton's Apple*, produït per la KTCA; *Nova*, de la WGHB-TV des de 1974, i *3-2-1 Contact*, programa de ciència adreçat al públic juvenil (FRIEDMAN [et al.], 1986: 315-318).

Aquests lluits exemples de divulgació científica televisiva van tenir un gran impacte més enllà dels països originaris d'emissió i van contribuir a consolidar l'anglès

25. La BBC es va fundar l'any 1922 amb el nom de British Broadcasting Company. L'any 1927 va prendre el nom actual: British Broadcasting Corporation.

com a *lingua franca* de la divulgació. Els poderosos *mèdia* americans, a més d'emetre bon periodisme científic, van servir també per promocionar els autors nacionals (divulgadors, autors de llibres, periodistes) dintre i fora del país.

A les acaballes del segle, Internet va obrir noves perspectives, encara poc estudiades, com a eina per a la popularització dels coneixements i per a la recuperació i l'intercanvi d'informació. Aparentment, Internet haurà d'ajudar a divulgar les ciències. Com a mínim hi ha quatre raons per pensar que el potencial d'Internet canviarà i millorarà la divulgació de les ciències (WEIGOLD, 2002). En primer lloc, Internet permet a científics i organitzacions comunicar directament amb les audiències, fet que pot desvirtuar el rol del *gatekeeper* de les organitzacions informatives. En segon lloc, Internet pot minimitzar o eliminar les problemàtiques restriccions d'espai i temps habituals per a les informacions científiques en els mitjans tradicionals. En tercer lloc, Internet combina els diferents elements dels mitjans tradicionals i els integra en un tot accessible i interactiu —la riquesa dels elements impresos es combina amb la riquesa dels elements audiovisuals. En darrer lloc, Internet és un mitjà de comunicació instantani i bidireccional que possibilita diferents tipus d'interaccions: d'un a un, d'un a molts, de molts a un i de molts a molts (WEIGOLD, 2002).

4.4.5 Els periodistes científics nord-americans

Intentar reduir el periodisme científic nord-americà dels segles XIX i XX a tan sols uns pocs noms resulta quasi impossible. Molts han estat els periodistes científics, professionals o no, que han fet gran el periodisme nord-americà i l'han situat al capdavant del món. Malgrat que el risc d'obliti i mancances és extremament gran, el següent recull de periodistes vol, almenys, donar testimoni d'alguns homes i dones que van esforçar-se per difondre la ciència entre els ciutadans amb rigor i qualitat.

4.4.5.1 Els pioners

John Michels és un dels primers periodistes científics dels quals es té constància (SEMIR i REVUELTA, 2002). Aquest periodista, originari de Nova York, va ser el fundador, redactor i editor de la revista *Science*. Michels va fundar *Science* l'any 1880 gràcies al suport econòmic de Thomas Edison, que va engrescar-se amb la proposta del periodista. L'aventura de Michels, però, no va durar gaire temps i es va vendre la revista l'any 1882. Michels també va ser un destacat col·laborador de *The New York Times*, on enviava cròniques científiques.

Edwin Emery Slosson (1865 – 1929) va ser un personatge clau en el salt endavant del periodisme científic a la dècada de 1920. Slosson, un dels primers periodistes científics professionals, va destacar sobretot com a primer editor i ànima de l'agència de notícies de ciència Science Service. Químic de formació, va ser l'editor literari d'*Independent* durant 18 anys i autor d'un llibre sobre les indústries químiques, que

va tenir una bona acollida. Els seus escrits periodístics van tenir milions de lectors a través de les publicacions que rebien els reculls de notícies del Science Service. Considerat en el moment de la seva mort el divulgador científic americà més important, *The Dictionary of American Biography* assenyala que Slosson va ser «un excepcional intèrpret de la ciència per al públic no entès en la matèria». Slosson va explicar i difondre millor que ningú del seu temps el que significaven «els avenços científics en la vida moderna» (RHEES, 1979).

El professor de psicologia de la Universitat de Columbia James McKeen Cattell (1860 – 1944) va jugar un paper determinant en el periodisme científic de la primera meitat del segle XX. Cattell va ser un psicòleg experimental amb una indiscutible vocació periodística. Editor de *Science* durant 50 anys, Cattell fou un comprador insaciable de revistes científiques i un editor incansable de publicacions: cofundador de la influent *Psychological Review* i editor també de *The Popular Science Monthly* i *Archives of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods*. El mèrit més reconegut d'aquest lletraferit va ser fer gran la revista *Science* i, no sense polèmiques, convertir-la en una publicació de referència. Cattell va arribar a un acord amb l'AAAS per convertir *Science* en la revista de l'associació. Malgrat l'acord, Cattell dominava *de facto* la línia editorial de la publicació amb unes maneres molt peculiars i personalistes.

Entre el grup de periodistes científics pioners, és impossible deixar de mencionar Alva Johnston i Waldemar Kaempfert. Com s'ha dit abans, Johnston, en plantilla de *The New York Times*, va ser el primer periodista que va guanyar un premi Pulitzer (1923) per la cobertura d'un tema científic: una trobada a Boston de l'AAAS. Waldemar Kaempfert, periodista i *managing editor* de *Scientific American* i redactor del diari *The New York Times*, signà bona part de les notícies de ciència en el període d'entreguerres (SEMIR i REVUELTA, 2002).

4.4.5.2 El periodista de la Segona Guerra Mundial: William Laurence

Lituà d'origen, William Laurence (1888 – 1977) va treballar en diversos diaris i revistes nord-americans des que el 1905 va abandonar Europa. Ben connectat amb els líders científics del moment, Laurence va tenir l'habilitat de transformar el complex món de la ciència en peces senzilles i intel·ligibles per al públic en general.

Laurence va escriure per a *The New York Times* i per a *Saturday Evening Post* i va ser un especialista en la informació atòmica, tòpic central de la ciència en les dècades de 1930 i 1940. Investigador incansable, va rebre pressions de científics i polítics perquè no continués escrivint sobre els perills de l'energia atòmica. Per l'abril de 1945, el general Leslie Groves va decidir contractar-lo com a cronista oficial del projecte Manhattan, el programa americà de desenvolupament de la bomba atòmica. Aleshores va poder entrevistar els principals científics del projecte i enviar els comunicats de premsa pertinents.

Aquest periodista va seguir, des de la primera línia, els experiments previs a la bomba atòmica, va entrevistar la tripulació que va prendre part en el llançament de la bomba sobre Hiroshima i, fins i tot, volava en l'avió que va deixar caure la bomba

sobre la ciutat japonesa de Nagasaki (SEMIR i REVUELTA, 2002). Els articles publicats l'any 1945 a *The New York Times* van fer-lo mereixedor del premi Pulitzer.

Laurence ha de ser tingut com un dels comunicadors científics clau per al públic americà entre 1930 i 1965. Considerat per alguns simplement un apòlogista del projecte Manhattan, per altres va ser decisiu en la creació d'un clima popular de consens respecte a un dels temes més delicats del segle passat: la utilització de la tecnologia atòmica amb finalitats militars. Tal vegada per raons «d'ètica periodística», Laurence és «molt poc destacat» en les històries del diari *The New York Times* que s'han publicat fins al moment (SEMIR i REVUELTA, 2002).

4.4.5.3 John Noble Wilford, el creador de «Science Times»

John Noble Wilford (1933) ha estat un dels periodistes científics més importants del segle XX. Periodista i responsable editorial del diari *The New York Times*, Wilford està especialitzat en astronomia i exploració de l'espai. Ha cobert els programes espacials més importants, com les missions Apollo a la Lluna, i ha escrit també sobre paleontologia, arqueologia i in comptables temes científics. Wilford va rebre els premis Pulitzer de 1984 i de 1987, aquest últim com a membre de l'equip que va cobrir l'explosió del *Challenger*, ocorreguda pel gener de 1986.

La carrera periodística de Wilford és dilatada. Va començar el 1956 com a periodista a *The Wall Street Journal*, i va continuar la seva trajectòria professional a la revista *Time*. L'any 1965 ja treballava a la secció de ciència de *The New York Times* i escrivia nombrosos temes de portada. Aviat va esdevenir director de la secció de ciència, medicina i tecnologia. En aquest període, en concret l'any 1978, *The New York Times* va crear el suplement setmanal «Science Times», que apareix cada dimarts. Wilford va ser l'encarregat de llançar aquest suplement, un dels productes emblemàtics de divulgació de les ciències del segle XX. A partir de 1978, «Science Times», la gran obra de Wilford, va començar a ser imitat en els diaris més importants del món.

Wilford és autor de nombrosos llibres de divulgació científica, entre els quals destaquen: *We Reach the Moon*, publicat el 1969 i guanyador del premi de l'Aviation Space Science Writers Association de 1970, *The Mapmakers*, de 1981 i reeditat recentment, on explica la història de la cartografia, i *The Riddle of the Dinosaur*, que relata amb detall com es van descobrir els dinosaures. Altres llibres de Wilford són: *Mars Beckons: The Mysteries, the Challenges, the Expectations of Our Next Great Adventure in Space* (1990) i *The Mysterious History of Columbus: An Exploration of the Man, the Myth, the Legacy* (1991). El seu darrer llibre és un recull d'articles periodístics apareguts al seu diari *Cosmic Dispatches. The New York Times Reports on Astronomy and Cosmology* (2002).

4.4.5.4 James Gleick, el periodista que va escriure best-sellers

James Gleick (Nova York, 1954) ha experimentat una transformació gradual de periodista científic a escriptor de divulgació, possiblement sense marxa enrere.

L'obra de Gleick està formada per incomputables articles per a *The New York Times Magazine* i per dos llibres que l'han col·locat a l'elit de la comunicació científica: *Chaos: Making a New Science* i *Genius: The Life and Science of Richard Feynman*. Pioner en les investigacions sobre Internet com a fenomen comunicatiu, es troba encara en el millor moment de producció intel·lectual. El seu darrer llibre (2003) és una biografia d'Isaac Newton, titulada *Isaac Newton*.

Gleick és un dels periodistes científics més reconeguts del segle XX, sobretot pel seu treball a *The New York Times Magazine*. Per les seves mans han passat els temes fonamentals de la ciència de final del segle XX. La semblança que va fer de Stephen Jay Gould l'any 1983 per a les pàgines de *The New York Times Magazine* va ser excepcional. La tasca periodística de Gleick és extraordinàriament prolífica i impossible de resumir en aquest perfil. Va escriure amb gran vivacitat sobre un ventall de temes amplíssim, des dels *beeps*, les patents o la física teòrica fins a la teoria evolutiva o la indústria del programari.

Mestre de la descripció, Gleick fa servir un estil que s'aproxima al realisme poètic. La seva ploma dibuixa la realitat amb un llenguatge ric i precís, amb voluntat de fer bona literatura. Gleick sap aprofitar els fets més interessants i anecdòtics de cada història per donar força als escrits. Del rigor tècnic dels textos, en diu molt el fet que Gleick sigui citat en articles científics.

Gleick, que es va graduar en el Harvard College amb 22 anys, va col·laborar en la fundació de *Metropolis*, una publicació setmanal alternativa de Minneapolis. El 1978 va començar a treballar al diari nord-americà més influent, *The New York Times*, on ha fet de reporter i ha ocupat càrrecs de responsabilitat.

Com a escriptor, James Gleick va publicar l'obra més celebrada per la crítica internacional el 1987. *Chaos: Making a New Science*, traduïda a 18 idiomes i llibre de text de matemàtica i filosofia a moltes escoles, és una obra divulgadora de referència que explica, des d'una perspectiva pluridisciplinària, com es va descobrir i desenvolupar la teoria científica del caos. D'una forma entenedora, clara i rigorosa, Gleick presenta, a partir de regles deterministes i equacions summament senzilles, el descobriment d'un ordre insospitat, presidit per l'atzar i ple de factors incontrolats i incontrolables.

És memorable, en aquest llibre, l'explicació que fa de l'anomenat *efecte papallona*, enunciat per Edward Lorenz i que sol definir-se així: qualsevol pertorbació en un sistema inicial, per petita que sigui, modificarà el sistema final fins al punt de fer-lo imprevisible. Aquest efecte sovint s'ha explicat amb una rica metàfora: «Una papallona que aleteja l'aire de Brasil, pot desencadenar una tempesta a Texas.»²⁶ Gleick fa una excel·lent crònica de l'evolució dels experiments de Lorenz, farcida d'amenitat i de comparacions.

L'altre gran llibre de Gleick és *Genius: The Life and Science of Richard Feynman* (1992), una biografia d'aquest físic i divulgador nord-americà. Gleick glossa la

26. La metàfora exacta, a vegades atribuïda a Gleick erròniament, prové del títol d'un discurs pronunciat per Lorenz el 1979 (GLEICK, 1994: 323).

trajectòria de Feynman amb una gran qualitat literària i una destacable riquesa de detalls. En tot moment, es fa visible la passió i l'admiració de Gleick per la vida i obra d'aquest premi Nobel.

Entusiasmat amb les múltiples conseqüències de la teoria del caos, va col·laborar amb el fotògraf Eliot Porter (1901 - 1990) en el llibre *Nature's Chaos* (1990). En l'obra, les fotografies de Porter es fusionen amb els textos de Gleick per demostrar que la bellesa de la natura prové també de la teoria del caos. A *Faster: The Acceleration of Just About Everything* (2000) aborda el vertiginós pas del temps en les societats postindustrials i explica com ha canviat la vida dels humans per aquesta causa.

Sempre atent a les noves tecnologies, un dels seus temes predilectes, i en col·laboració amb diferents autors, ha escrit l'obra *Chaos: The Software. A What Just Happened: A Chronicle from the Electronic Frontier* (2002). En aquest text, Gleick resumeix i interpreta els deu anys de revolució en les tecnologies de la informació a Occident, a partir de la desclosa d'Internet el 1992.

4.4.5.5 Sharon Begley, bon periodisme científic dels anys 80 i 90

A les dècades de 1980 i 1990, es distingeix amb claredat una altra de les fites del periodisme nord-americà del segle XX: les cròniques científiques de Sharon Begley a la revista d'informació general nord-americana *Newsweek*. Begley és actualment la responsable de la secció de ciència del diari *The Wall Street Journal*.

Graduada a la Universitat de Yale, va començar a treballar l'any 1977 com a ajudant editorial a la revista d'informació general *Newsweek*, on va encetar una llarga trajectòria professional que la va portar a ocupar diversos càrrecs dins de la publicació. L'any 1996 Begley va ser nomenada redactora en cap de ciència de *Newsweek*.

Periodista en estat pur, Sharon Begley ha escrit sobre temes que abracen quasi totes les disciplines de la ciència. Ha publicat reportatges i cròniques sobre l'alimentació, la pol·lució, la memòria, el medi ambient, l'antropologia, el càncer, la sida, el cervell, la clonació, les drogues, el tòpic ciència i religió, el projecte Genoma, el cosmos, l'envelliment i, entre molts altres, l'aigua a Mart.

Diversos d'aquests reportatges han ocupat la portada de *Newsweek*, com ara, «Choosing Death» (26-08-1991), «The Puzzle of Genius» (28-06-1993), «Beyond Prozac» (7-02-1994), «Better Than Vitamins» (25-04-1994), «Your Child's Brain» (19-02-1996), «To Walk on Mars» (23-09-1996), «Science Finds God» (20-07-1998), «The Birth of Planets» (4-05-1998) i «Are We All a Little Crazy?» (26-01-1998).

Dotada d'una gran capacitat per explicar-se amb claredat, Begley fa servir un estil sobri, concís, clar i senzill, sense renunciar en cap moment a una prosa bella. Pierre Laszlo (1993) destaca de Begley l'habilitat en l'entrada en matèria, a través d'una capacitat creativa particularment notable. Begley coneix la importància de l'inici del text i dedica esforços a captivar i enganxar el lector des de bon començament. La forma d'escriure de Begley ha estat definida com «a vegades lírica; a vegades enigmàtica; sempre inventiva» (LASZLO, 1993: 116).

En l'exemple següent es pot apreciar la singular capacitat de Begley per presentar un tema complex —els processos mentals en les experiències místiques, religioses i espirituals— a través d'un inici captivador.

One Sunday morning in March, 19 years ago, as Dr. James Austin waited for a train in London, he glanced away from the tracks toward the river Thames. The neurologist—who was spending a sabbatical year in England— saw nothing out of the ordinary: the grimy Underground station, a few dingy buildings, some pale gray sky. He was thinking, a bit absent-mindedly, about the Zen Buddhist retreat he was headed toward. And then Austin suddenly felt a sense of enlightenment unlike anything he had ever experienced. His sense of individual existence, of separateness from the physical world around him, evaporated like morning mist in a bright dawn. He saw things «as they really are,» he recalls. The sense of «I, me, mine» disappeared. «Time was not present,» he says. «I had a sense of eternity. My old yearnings, loathings, fear of death and insinuations of selfhood vanished. I had been graced by a comprehension of the ultimate nature of things» (BEGLEY, 2001).

El fragment mostra una entrada en matèria original i atractiva, a partir de la vivència molt puntual, quasi anecdòtica, d'un neuròleg un dia qualsevol. Aquesta experiència, descrita amb gran riquesa literària, fa d'esquer per atrapar el lector i portar-lo cap a terrenys de major complexitat.

Aquesta periodista nord-americana ha guanyat diversos premis per la seva tasca divulgadora, entre els quals destaquen l'Aviation/Space Writer's Association Premier, el Global Award for Media Excellence i l'Educational Press Association's Distinguished Achievement Award.

La vida de Sharon Begley està marcada per alguns moments significatius. Als 16 anys, Begley va tenir un professor de física que li va canviar el destí. Ell li va fer veure els múltiples punts de contacte entre les anomenades «dues cultures» —l'Amèrica de les ciències i l'Amèrica de les lletres. Des d'aleshores va tenir clar que el seu futur s'encaminava cap a la comunicació científica.

4.4.5.6 Columnistes brillants: el cas de Lewis Thomas

Entre els columnistes científics nord-americans, cal assenyalar necessàriament Lewis Thomas, un metge polifacètic que va divulgar amb un talent inqüestionable a la revista científica nord-americana *New England Journal of Medicine*, una de les publicacions especialitzades en medicina més influents del món.

Lewis Thomas (1913 – 1993) va ser molt més que un columnista de ciència. Metge, professor de biologia, assagista i poeta alhora, Thomas fou un dels divulgadors més reconeguts del segle XX. Dotat d'un talent innat per les lletres, els seus textos són d'un nivell redaccional extraordinari, molt proper al realisme poètic.

La seva obra fonamental, com s'ha dit, és el conjunt de columnes que va publicar amb regularitat des de 1971 a la revista *New England Journal of Medicine*, sota el títol «Notes of a Biology Watcher». Amb un estil molt didàctic, va fidelitzar aviat

un elevat nombre de lectors. El 1974 va sortir a la llum *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*, 29 columnes que formen la seva primera obra recopilatòria. Amb aquest recull va guanyar el premi nacional del Llibre dels Estats Units. En una crítica de *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*, Joyce Carol Oates, periodista de *The New York Times*, va afirmar que aquesta obra «anticipa el tipus d'escriptura que apareixerà cada vegada amb més freqüència, en el qual els científics prenen la llengua de la poesia per comunicar les veritats humanes, massa misterioses per a l'antiquat sentit comú».

Va publicar les següents col·leccions de textos: *The Medusa and the Snail: More Notes of a Biology Watcher* (1979), un dels llibres més coneguts, *Late Night Thoughts on Listening to Mahler's Ninth Symphony* (1983), *The Youngest Science: Notes of a Medicine Watcher* (1983), *Quartet. Essays by Lewis Thomas* (1986) i *Et Cetera, Et Cetera* (1990). La darrera obra que va escriure abans de morir va ser *The Fragile Species* (1992). Preocupat també per la poesia, va publicar *Could I Ask You Something?* (1984), el seu únic treball en vers.

L'estil de Thomas reuneix la majoria de les virtuts que es demanen al divulgador científic. Laszlo (1993: 64) l'ha posat de model de comunicador que és capaç de redactar en paràgrafs curts i ben construïts, mentre que Burgos (1996) l'ha assenyalat com a paradigma de l'escriptor que enganxa el lector des del primer paràgraf. Thomas va fer servir un llenguatge farcit de recursos literaris variats, metàfores genials i comparacions excepcionals.

Nascut a Flushing, Nova York, l'any 1913, Thomas va estudiar medicina a la Universitat de Harvard. Sempre inquiet, va combinar l'activitat com a metge amb la docència —va ser professor de patologia, medicina i biologia, i degà de les facultats de medicina de Yale i de Nova York. En el moment de morir, l'any 1993, presidia el Sloan-Kettering Institute a la ciutat de Nova York, un centre pioner en la lluita contra el càncer. Va ser membre de l'Acadèmia Nacional de les Ciències dels Estats Units.

Stephen Jay Gould va publicar reculls de textos periodístics divulgadors semblants als que van donar fama mundial a Lewis Thomas. En el cas de l'autor d'*El polze del panda*, les columnes es van poder llegir en una altra revista especialitzada: *US Journal of Natural History*. Com en el cas de Thomas, els textos periodístics de Gould van ser molt ben rebuts per la crítica i el públic.

4.4.5.7 El panorama actual

El periodisme científic nord-americà ha entrat al segle XXI amb les energies renovades. El relleu generacional dels periodistes que van liderar l'època posterior a la Segona Guerra Mundial s'ha produït satisfactòriament. Res no fa indicar que el magnífic segle XX nord-americà no tingui una brillant continuïtat al nou segle que s'ha iniciat. Són òbvies les dificultats per establir els noms dels periodistes més significats del panorama actual. De tota manera, s'apunten aquí algunes tendències, personalitzades en alguns noms, que són remarcables.

En primer lloc, als Estats Units s'ha creat un mercat de productes periodístics de divulgació científica consolidat i estable. Valgui de petit exemple el cas dels suplementes de ciència dels principals diaris informatius-interpretatius del món. Mentre Europa ha dubtat sobre què fer amb els suplementes implantats des de final dels anys 70 i molts avui han desaparegut o han estat reduïts a la mínima expressió, als Estats Units, suplementes com «Science Times», de *The New York Times*, continuen amb el vigor del primer dia.

En segon lloc, els periodistes científics, cada vegada més, fan un pas més enllà i escriuen llibres de divulgació que es venen raonablement bé. De fet, gairebé no hi ha cap periodista científic nord-americà d'un cert èxit que no hagi provat fortuna amb, com a mínim, una monografia sobre un tema de ciència.

Finalment, els periodistes nord-americans triomfen a partir d'un model periodístic molt ben acceptat pel públic. Aquest model es basa en una forma d'escriptura creativa, una estructura narrativa àgil i una explicació senzilla, rigorosa i amena dels conceptes més tècnics.

Un dels periodistes que més ha ajudat a establir aquest model ha estat Jon Franklin (Enid, Oklahoma, 1942), avui dedicat a la docència. El període fonamental de la vida periodística de Franklin va ser en un diari aparentment menor: el *Baltimore Sun*. En aquesta publicació, Franklin va ser el redactor de temes científics des de 1970 fins a 1986.

El seu treball en aquests anys va donar dos fruits excepcionals: els premis Pulitzer de 1979 i 1985. Pioner en l'escriptura periodística creativa de no-ficció, Franklin va ser guardonat per l'ús de les tècniques literàries en el periodisme científic i pel caràcter explicatiu dels seus textos. Franklin, considerat un dels pares del moviment «The New Journalism» també ha escrit diversos llibres, no tots pròpiament de divulgació: *The Molecules of The Mind* (1987), *Writing for Story* (1986), *Guinea Pig Doctors* (conjuntament amb J. Sutherland, 1984), *Not Quite a Miracle* (conjuntament amb Alan Doelp, 1983) i *Shocktrauma*, (també amb Alan Doelp). Després de treballar com a professor de periodisme a la Universitat de Maryland des de 1986 fins a 1989, actualment exerceix de professor d'escriptura creativa a la Universitat d'Oregon.

Un altre exemple actual del model d'escriptura periodística creativa són els textos periodístics de Natalie Angier (Nova York, 1958), periodista científica de *The New York Times* i guanyadora d'un premi Pulitzer. Angier va començar a treballar en el magazín de ciència que Time Inc. va llançar el 1980, *Discover*, on es va especialitzar en biologia. Ha treballat també a *Time* i en altres publicacions. El 1990 va encetar la tasca divulgadora a *The New York Times* i, l'any següent, va guanyar el premi Pulitzer per un conjunt de peces sobre diversos temes: la biologia molecular, els escorpins, la infidelitat sexual en el regne animal i el projecte Genoma.

Angier ha obtingut altres distincions, com el premi AAAS «per l'excel·lència en l'exercici del periodisme», o el premi Lewis Thomas. Aquesta periodista també ha provat sort com a escriptora amb els llibres *Natural Obsessions* (1988), sobre la recerca en el càncer, i *The Beauty of the Beastly* (1995), sobre les criatures invertebrades.

Altres periodistes científics nord-americans de final del segle XX i/o de principi del XXI dels molts que es poden destacar són: Rick Weiss, de *The Washington Post*; Michael Lemonick, de la revista *Time*; Paul Hoffman, de la revista *Discover*; Sandra Blakeslee, de *The New York Times* i autora, amb V. S. Ramachandran, del llibre *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*; George Johnson, també de *The New York Times* i autor d'*A Shortcut Through Time* (2003), *Strange Beauty* (1999) i *Fire in the Mind* (1996).

La inacabable llista podria continuar amb Keay Davidson, del *The San Francisco Chronicle* i autor de la biografia *Carl Sagan: A Life*; Cornelia Dean, editora de ciència de *The New York Times*; Andrew Revkin, redactor de medi ambient de *The New York Times* i autor del llibre *The Burning Season* (1990); Philip Elmer-De Witt, de la revista *Time*, i Dennis Overbye, de *The New York Times* i autor de *Lonely Hearts of the Cosmos* (1992).

A banda dels mitjans escrits, és particularment notable la tasca de Joe Palca, de la National Public Radio; Richard Harris, reporter de ciència també de la National Public Radio; Laurie Garrett, habitual col·laboradora de programes de ràdio i televisió, guanyadora del premi Pulitzer, autora de diversos llibres i periodista de *Newsday*; i Deborah Blum, també col·laboradora de mitjans de comunicació audiovisuals, autora de diversos llibres —*Sex on the Brain* (1997) i *The Monkey Wars* (1994)—, guanyadora del premi Pulitzer i professora de periodisme a la Universitat de Wisconsin.

Els periodistes i les periodistes científics nord-americans encaren els nous reptes del segle XXI en una situació privilegiada. D'una banda, el públic sembla acostumat i fidelitzat als productes de premsa, ràdio i televisió que se'ls ha ofert en les darreres dècades. De l'altra, a través d'un eficaç sistema educatiu, basat en escoles de periodisme summament pràctiques, les tècniques del bon periodisme divulgador es transmeten de generació en generació. Amb aquestes constants tan saludables, el futur del periodisme científic nord-americà s'intueix encoratjador.

BIBLIOGRAFIA

- Actes i memòria del «Eurosymposium Galileo 2001»*. Puerto de la Cruz (Tenerife), 17-23 de febrer de 2001. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- ALBERT, Pierre (1990). *Historia de la prensa*. Barcelona: Rialp.
- ARCHER BROMBERT, Brett (1981). *Cristina Belgiojoso*. Milà: Dall'Oglio.
- ASOREY, Manuel; BERNABÉU, José; HOOFT, Gerardus't (2000). «Planck: el hombre». *Ciencia Digital* [en línia]. <<http://www.cienciadigital.net/cientificos/planck.html>> [Consulta: 1 setembre 2003].
- BAHAMONDE MAGRO, A. (ed.) (1992). *La época del imperialismo. Historia Universal Planeta*. Vol. 11. Barcelona: Planeta.
- BAIG, Marià; SANZ, Elena (2000). «Niels Bohr». *Ciencia Digital* [en línia]. <<http://www.cienciadigital.net/cientificos/nielsbohr.html>> [Consulta: 19 setembre 2003].
- BAIG, Marià (2000). «Werner Heisenberg: sus dos grandes pasiones, la física atómica y Alemania». *Ciencia Digital* [en línia]. <<http://www.cienciadigital.net/cientificos/heisenberg.html>> [Consulta: 19 setembre 2003].
- BARRERA DE ARAGÓN, María (2002). «¿Se puede hacer ciencia sin humanismo?». *Revista colombiana de física*, vol. 34, núm. 2.
- BARZUN, Jacques (1958). *Darwin, Marx, Wagner*. Nova York: Doubleday, Anchor Books.
- BEER, Gillian (1985). *Darwin's plots: Evolutionary narrative in Darwin, George Eliot and nineteenth-century fiction*. Londres: Ark Paperback.
- BEGLEY, Sharon (2001). «Religion and the brain». *Newsweek*, 03-05-2001 [en línia]. <http://members.tripod.com/zia_rizvi/HTMLobj-709/Religion_And_The_Brain.htm> [Consulta: 29 maig 2002].
- BELTRÁN, A (1995). *Revolución científica, renacimiento e historia de la ciencia*. Madrid: Siglo XXI.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette (2000). *L'opinion publique et la science*. París: Institut d'Édition Sanofi-Synthelabo.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; RASMUSSEN, Anne (ed.) (1997). *La science populaire dans la presse et l'édition: XIXe et XXe siècles*. París: CNRS-Editions.
- BERGIER, Jacques (1971). *Les Livres Maudits*. J'ai Lu.
- BERNABÉU ALBEROLA, José (2000). «Planck y la Revolución Cuántica». *Ciencia Digital* [en línia]. <<http://www.cienciadigital.net/cientificos/planck3.html>> [Consulta: 1 setembre 2003].
- BERNSTEIN, Jeremy (1996). *Hitler's Uranium Club, The Secret Recordings at Farm Hall*. Maryland: American Institute of Physics.
- BLINDERMAN, Charles (s.d.). *The Huxley File* [en línia]. Universitat de Clark, Worcester. <<http://aleph0.clarku.edu/huxley/>> [Consulta: 23 gener 2004].
- BLUM, D.; KNUDSON, M. (ed.) (1997). *A Field Guide to Science Writing: The Official Guide of the National Association of Science Writers*. Nova York: Oxford University Press.
- BOHR, Niels (1970). *Nuevos Ensayos sobre Física Atómica y Conocimiento Humano*. Madrid: Aguilar.

- BOHR, Niels (1971). *Física atòmica i coneixement humà*. Barcelona: Edicions 62.
- BOHR, Niels (1988). *La teoría atómica y la descripción de la naturaleza*. Madrid: Alianza Editorial.
- BOLLES, E. B. (1997). *Galileo's Commandment: An Anthology of Great Science Writing*. Nova York: W.H. Freeman.
- BORN, Max (1922). *La teoría de la relatividad de Einstein y sus fundamentos físicos*. Madrid: Calpe.
- BORN, Max (1949). *Natural Philosophy of Cause and Chance*. Oxford: Clarendon Press.
- BORN, Max (1951). *El inquieto universo*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- BORN, Max (1952). *Física atómica*. Buenos Aires: Espasa-Calpe.
- BORN, Max (1968). *La responsabilidad del científico*. Barcelona: Labor.
- BORN, Max (1971). *Ciencia y conciencia en la era atómica*. Madrid: Alianza Editorial.
- BOYLE, Nicholas (1997). *Goethe, the poet and the age. The poetry of desire*. Oxford: Oxford University Press.
- BOYLE, Nicholas (2000). *Goethe, the poet and the age. Revolution and renunciation*. Oxford: Oxford University Press.
- BOWLER, Peter J. (1989). *Evolution: The History of an Idea*. Berkeley: University of California Press.
- BRITISH BROADCASTING CORPORATION (2002-2003). *Historic Figures. Erasmus Darwin* [en línia]. Londres: Broadcasting House, Portland Place. <http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/darwin_erasmus.shtml> [Consulta: 20 gener 2004].
- BROCK, William H. (1994). «Science». Dins: J. DONN VANN; Rosemary T. VANARSDEL (ed.). *Victorian Periodicals and Victorian Society*. Aldershot: Scolar Press.
- BROCKMAN, J. (1995). *The Third Culture*. Nova York: Simon & Schuster.
- BROOKE, John Hedley (2001). «The Wilberforce-Huxley Debate: Why Did it Happen?». *Science & Christian Belief*, vol. 13, núm 2, p. 127-141.
- BUCCI, M. (1998). *Science and the Media: Alternative Routes in Scientific communication*. Londres: Routledge.
- BUFFON (1749). *Historia natural, general y particular*. París.
- BURGOS, Estrella (1996). «La divulgación escrita» [en línia]. Ponència al VI Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, Cuernavaca (México). <<http://galeon.hispavista.com/divulcat/articu/146a.htm>> [Consulta: 30 maig 2002].
- BURNHAM, J. (1988). *How Superstition Won and Science Lost*. New Brunswick (Nova Jersey): Rutgers University Press.
- CALSAMIGLIA, Helena (1997). «Divulgar: itinerarios discursivos del saber». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de Comunicació Científica], núm. 7.
- CALVO HERNANDO, Manuel (1997). *Manual de periodismo científico*. Barcelona: Bosch.
- CALVO HERNANDO, Manuel (2000). «Científicos divulgadores». *El Colombiano* [Medellín], 02-07 [en línia]. <<http://www.galileoii.ucn.cl/PDF/cientif%20div.pdf>> [Consulta: 4 setembre 2003].
- CALVO HERNANDO, Manuel (2001). «Fontenelle, creador del humanismo científico». *Divulcat* [en línia]. <<http://www.divulcat.com/inicio/articulo.php?id=038>> [Consulta: 12 maig 2004].
- CALVÓ, Xavier (2001). «Paul Forman: Cultura en Weimar». [Treball de doctorat del programa interuniversitari de doctorat en Història de les Ciències.] Universitat Autònoma de Barcelona; Universitat de Barcelona.

- CANTOR, Geoffrey N. (2003). «Science and its Publics in Britain, 1700-1900». Ponència al congrés «II Escola de Primavera d'Història de la Ciència». Societat Catalana d'Història de la Ciència i Institut Menorquí d'Estudis, Maó, 3-5 d'abril de 2003.
- CARDAMO, Gerolamo (1991). *Mi vida*. Madrid: Alianza Editorial.
- CARVAJAL T., Carlos Andrés (2002). *Arthur Stanley Eddington* [en línia]. <http://almaak.tripod.com/biografias/arthur_eddington.htm> [Consulta: 18 setembre 2003].
- CASASÚS, Josep Maria (1990). «Per una harmonització de les teories esdevenimentals dins la Periodística». *Periodística* [Barcelona: Institut d'Estudis Catalans], núm. 2, p. 69-78.
- CASASÚS, Josep Maria (1993). *Periodística catalana comparada*. Barcelona: Pòrtic.
- CASASÚS, Josep Maria (1994). *Artículos que dejaron huella*. Barcelona: Ariel.
- CASASÚS, Josep Maria; NÚÑEZ LADEVÈZE, Luis (1991). *Estilo y géneros periodísticos*. Barcelona: Ariel.
- CASSIDY, David C. (1992). *Uncertainty, the life and science of Werner Heisenberg*. Nova York: W. H. Freeman and Company.
- CATALDI, Cristiane (2003). «Los transgénicos en la prensa española: una propuesta de análisis discursivo». [Tesi doctoral.] Universitat Pompeu Fabra. IULA.
- CEBRIAN, Ignasi (s. a.). «Josep Comas i Solà: divulgador científic». [Treball de recerca no publicat, dirigit pel Dr. Josep Maria Casasús.] Universitat Pompeu Fabra.
- CHAMBERS, Ephraim (1728). *Cyclopaedia or an Universal Dictionary of Arts and Sciences*. Londres.
- CHINEA, Javier (2000). «Influencia de Einstein». *Ciencia Digital* [en línia]. <http://www.cienciadigital.net/cientificos/frame_einstein.html> [Consulta: 15 octubre 2002].
- CHUAQUI, Benedicto (s. a.). «Sobre la historia de las universidades a través de sus modelos». *Ars Médica, Revista de Estudios Médico Humanísticos* [Santiago: Universidad Católica de Chile], vol. 5, núm. 5 [en línia]. <<http://escuela.med.puc.cl/ArsMedica/ArsMedica5/HistoriaUniversidades.html>> [Consulta: 2 octubre 2003].
- COHEN, I. B. (1995). *Science and the Founding Fathers: Science in the Political Thought of Jefferson, Franklin, Adams and Madison*. Nova York: W. W. Norton.
- COLUSSI, P. (1995). *Cristina Trivulzio di Belgioioso, la donna che visse cinque volte* [en línia]. [Material del curs «Galleria di ritratti al femminile».] Civiche Scuole di Milano. <<http://fc.retecivica.milano.it/CMWEB/civichescuole/1996/trivulzi.htm>> [Consulta: 26 juny 2002].
- COOTER, R.; PUMPHREY S. (1994). «Separate Spheres and Public Places: Reflections on the History of Science Popularisation and Science in Popular Culture». *History of Science*, núm. 32, p. 237-267.
- CRICK, Francis; WATSON, James (1953). «A Structure of Deoxyribonucleic Acid». *Nature*, vol. 171 (25 -04-1953), p. 737-738.
- CRUMPTON, Amy; TEICH, Albert H. (2000). «The Role of AAAS in U.S. Science Policy: The First 150 Years». *1999 Science and Technology Policy Yearbook* [en línia]. <<http://www.aaas.org/spp/yearbook/chap26.htm>> [Consulta: 15 febrer 2004].
- DARWIN, Charles (1959). *The Origin of Species by Charles Darwin: A Variorum Text*. Edició a cura de Morse Peckham. Filadèlfia: University of Pennsylvania Press.
- DARWIN, Charles (1959). *The life and letters of Charles Darwin*. Nova York: Basic Books.
- DARWIN, Charles (1977). *Autobiografía y cartas escogidas*. Madrid: Alianza Editorial.
- DOMÍNGUEZ, Martí (1999). *El secret de Goethe*. Barcelona: Edicions 62.

- DOMÍNGUEZ, Martí (2000). «Entreteniments de filòsofs. Idees sobre els orígens de la divulgació científica». *Anuari de l'Agrupació Borrianenca de Cultura* [Agrupació Borrianenca de Cultura], núm. 11.
- DOMÍNGUEZ, Martí (2001). «L'estil fa la ciència». Dins: Cristina JUNYENT (ed.). *Comunicar Ciència*, vol. 51. Barcelona: Societat Catalana de Biologia.
- DOMÍNGUEZ, Martí (2002). «Goethe y la divulgación científica». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26 (octubre-desembre), p. 24-29.
- DONN VANN, J.; VANARSDEL, Rosemary T. (ed.) (1994). *Victorian Periodicals and Victorian Society*. Aldershot: Scolar Press.
- DRAKE, Stillman (1992). *Galileo*. Madrid: Alianza Editorial.
- DRESSSELHAUS, Mildred S. (1998). «The AAAS Celebrates Its 150th». *Science*, vol. 282 (5397) (18 December), p. 2186-2190.
- EINSTEIN, Albert (1914). *Die Naturwissenschaften*, 2, p. 1018. CPAE, 6, doc. 11.
- EINSTEIN, Albert (1917). «Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften». *Sitzungsberichte* [Berlín], p. 142-152. CPAE, 6, doc. 43.
- EINSTEIN, Albert (1961). *Relativity: The special and the general theory: A popular exposition*. Nova York: Crown.
- EINSTEIN, Albert (2000). *La teoria de la relativitat i altres textos*. Edició a cura de Xavier Roqué. Barcelona: Pòrtic: Institut d'Estudis Catalans. [Edició original: 1917]
- EINSTEIN, Albert; INFELD, Leopold (1986). *La evolución de la física*. Barcelona: Salvat Editores.
- ELCACHO, Joaquim (2003). «Watson defensa la manipulació genètica de l'espècie humana». *Avui*, 25-10-2003, p. 33.
- ELÍAS, Carlos (2001). «Flujos de información entre científicos y prensa». [Tesi doctoral.] Universidad de La Laguna.
- ELIZALDE, Emilio (2000). «Einstein y la cosmología». *Ciencia Digital* [en línia]. <http://www.cienciadigital.net/cientificos/frame_einstein.html> [Consulta: 15 octubre 2002].
- ELLEGARD, Alvar (1990). *Darwin and the General Reader: The Reception of Darwin's Theory of Evolution in the British Periodical Press, 1859-1872*. Chicago.
- Erasmus Darwin* [en línia]. Universitat de Califòrnia, Berkeley. <<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/Edarwin.html>> [Consulta: 20 gener 2004].
- Erwin Schrödinger – Biography* [en línia]. The Official Web Site of The Nobel Foundation, Nobel Foundation, Estocolm. <www.nobel.se/physics/laureates/1933/schrodinger-bio.html> [Consulta: 10 setembre 2003]. Basat en: *Nobel Lectures. Physics 1922-1941*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1965.
- FAYARD, Pierre (1988). *La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation*. París: Chronique Sociale.
- FAYARD, Pierre (1991). «Divulgación y pensamiento estratégico». *Arbor*, CXL, (novembre-desembre) [en línia].
- FAYARD, Pierre (1993). *Sciences aux Quotidiens*. Niça: Z'Éditions.
- FERNÁNDEZ BUEY, Francisco (s. a.). «Las ideas clave del sistema newtoniano» [en línia]. Dins el temari de l'assignatura Història de la Ciència, Departament d'Humanitats, Universitat Pompeu Fabra. <<http://www.upf.es/iuc/buey/ciencia/tema4.htm>> [Consulta: 20 octubre 2003].

- FERNÁNDEZ BUEY, Francisco (1991). *La ilusión del método. Ideas para un racionalismo bien temperado*. Barcelona: Crítica.
- FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier (1993). *Fundamentos de la información periodística especializada*. Madrid: Síntesis.
- FOLSE, Henry J. (1985). *The philosophy of Niehls Bohr: the framework of complementarity*. Amsterdam: North-Holland.
- FORMAN, P. (1984). *Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica: 1918-1927. Adaptación de los físicos y matemáticos alemanes a un ambiente hostil*. Madrid: Alianza Editorial. [Edició en castellà de l'assaig publicat al volum tercer (1971) de *Historical Studies in the Physical Sciences* amb el títol de «Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918-1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment».]
- FRAYN, Michael (2000). *Copenhagen*. Londres: Methuen.
- FRIEDMAN, S. M.; DUNWOODY, S.; ROGERS, C. L. (ed.) (1986). *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*. Nova York: Free Press.
- GALILEI, Galileo (1967). *Dialogue concerning the two chief world systems*. Traducció de Drake Stillman. Berkeley: University of California Press.
- GALILEI, Galileo (1987). *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión*. Madrid: Alianza Editorial.
- GALILEI, Galileo (1991). *Antología*. Edició a cura de Víctor Navarro. Barcelona: Península.
- GAMOW, George (1962). *Gravity Doubleday*. Garden City.
- GAMOW, George (1963). *The Creation of the Universe*. Madrid: Espasa-Calpe.
- GAMOW, George (1965). *Matter, Earth and Sky*. Englewood: Prentice Hall.
- GAMOW, George (1967). *Un planeta llamado tierra*. Madrid: Espasa-Calpe.
- GAMOW, George (1969). *My world line: an informal autobiography*. Nova York: Viking Press.
- GAMOW, George. (1985). *Thirty Years that Shook Physics*. Nova York: Dover Publications.
- GAMOW, George (1985). *Breviario del señor Tompkins*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- GAMOW, George (1988). *The Great Physicists from Galileo to Einstein*. Nova York: Dover Publications.
- GAMOW, George (1993). *Un, dos, tres... infinito*. Barcelona: RBA.
- GAMOW, George (1994). *Una Estrella llamada Sol*. Barcelona: RBA.
- GARCÍA-COLÍN, Leopoldo (1986). *Niels Bohr: científico, filósofo, humanista*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- GARIN, Eugenio (1980). «Universalità di Leonardo». Dins: *Scienza e vita civile nel Rinascimento italiano*. Bari: Laterza, p. 87-106.
- GAULL, Marilyn (1979). «From Wordsworth to Darwin: On the fields of praise». *Wordsworth Circle*, vol. 10, p. 33-48.
- GILLEY, Sheridan (1981). «The Huxley-Wilberforce debate: a reconstruction». Dins: *Religion and Humanism: Studies in Church History*, vol. 17. Oxford: Blackwell, p. 325-340.
- GILLISPIE, G. C. (1959). «Lamarck and Darwin in the History of Science». Dins: B. GLASS; O. TEMKIN; W. L. STRAUSS (ed.). *Forerunners of Darwin 1745-1859*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- GLASS, B. (1959). «The germination of the idea of biological species». Dins: B. GLASS; O. TEMKIN; W. L. STRAUSS (ed.). *Forerunners of Darwin: 1745-1859*. Johns Hopkins University Press.
- GLEICK, James (1992). *Genius: The Life and Science of Richard Feynman*. Nova York: Pantheon.
- GLEICK, James (1994). *Caos. La creació de una ciència*. Barcelona: Seix Barral.
- GLEICK, James (2003). *Isaac Newton*. Nova York: Pantheon.
- GLICK, Thomas F. (1986). *Einstein y los españoles*. Madrid: Alianza Editorial.
- GLOVER, Kyle S. «T. H. Huxley and James D. Watson: Approaches to Popularizing Science in the 19th and 20th Centuries». [Conferència en el marc de *The 1998 Annual Meeting of the Society for Literature and Science* «SLS in Florida: Thinking the Brain and Beyond», Gainesville, Florida, 5-8 de novembre de 1998].
- GOETHE, Johann Wolfgang (1974). *Obras Completas*. Vol. I. Madrid: Aguilar.
- GOETHE, Johann Wolfgang (1974). «Esbozo de una teoría de los colores». Dins: *Obras Completas*. Madrid: Aguilar, p. 635.
- GOETHE, Johann Wolfgang (1992). *Teoría de los colores*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Murcia: Dirección General de Bellas Artes y Archivos.
- GOLINSKI, Jan (2008). «The Literature of the New Sciences». Dins: James CHANDLER (ed.). *The New Cambridge History of English Literature: The Romantic Period*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GOMIS, Llorenç (1989). *Teoria dels gèneres periodístics*. Barcelona: Centre d'Investigació de la Comunicació: Generalitat de Catalunya.
- GOULD, Stephen Jay (1994a). *El pulgar del panda*. Barcelona: RBA.
- GOULD, Stephen Jay (1994b). *La vida maravillosa*. Barcelona: RBA.
- GOULD, Stephen Jay (1995a). *Dientes de gallina, dedos de caballo*. Barcelona: RBA.
- GOULD, Stephen Jay (1995b). *El somriure del flamenc*. Barcelona: RBA.
- GOULD, Stephen Jay (1999). «El hombre que inventó la historia natural». *Revista de Occidente*, núm. 221 (octubre), p. 87-112.
- GOULD, Stephen Jay (2000). *Ciencia versus religión: un falso conflicto*. Barcelona: Crítica.
- GOULD, Stephen Jay (2001). «Conferència». Dins: Fabian ANDREW (ed.). *Evolución. Sociedad, ciencia y universo*. Barcelona: Tusquets.
- GOULD, Stephen Jay (2002a). *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- GOULD, Stephen Jay (2002b). *I Have Landed: The End of a Beginning in Natural History*. Nova York: Harmony Books.
- Gran Enciclopèdia Catalana*. Vol. 12. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1978, p. 461-467.
- GREGORY, J.; MILLER, S. (1998). *Science in Public: Communication, Culture, and Credibility*. Nova York: Plenum.
- GROSS, Alan G.; HARMON, Joseph E.; REIDY, Michael (2002). *Communicating Science: The Scientific Article from the 17th Century to the Present*. Nova York: Oxford University Press.
- GUERRERO, Ricard (1997). «Carl Sagan (1934 - 1996), una llum en les tenebres». *Mètode* [València: Universitat de València].
- GUERRERO, Ricard (2002). «La divulgación científica en el siglo XX: de Wells a Gould». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.

- GUILLAMET, Jaume (1994). *Història de la premsa, la ràdio i la televisió a Catalunya (1641-1994)*. Barcelona: La Campana.
- GUILLAMET, Jaume (1998). «Pedro Pablo Husón de Lapazaran i els inicis del periodisme cultural i científic». *Treballs de comunicació*, núm. 10 (desembre), p. 119-129.
- GUILLAMET, Jaume (2003). *Història del periodisme*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona; Universitat Pompeu Fabra; Universitat de València; Universitat Jaume I.
- HALL, A. Rupert (1985). *La revolución científica: 1500-1750*. Barcelona: Crítica.
- HALSALL, Paul (1998). *Modern History Sourcebook: Michael Faraday (1791-1867): The Chemical History of A Candle, 1860* [en línia]. Internet Modern History Sourcebook. <<http://www.fordham.edu/halsall/mod/1860Faraday-candle.html>> [Consulta: 20 juny 2002].
- HAY, Carolyn (1970). «Science reporting has grown out of tis 'gee whiz' phase». *Editor and Publisher*, núm. 103 (setembre).
- HEISENBERG, Werner (1959). *Física y filosofía*. Buenos Aires: La Isla.
- HEISENBERG, Werner (1975). *Diálogos sobre la física atómica*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.
- HEISENBERG, Werner (1976). *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Barcelona: Seix Barral.
- HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (1866). *Handbuch der Physiologischen Optik*, vol. III, sec. 26. Leipzig.
- HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (1876). *La óptica y la pintura*. Madrid: Imprenta a cargo de Víctor Saiz.
- HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (1947). *La armonía musical*. Buenos Aires: Ibero-Americana.
- HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (1962). *Popular scientific lectures*. Nova York: Dover Publications.
- HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (1995). *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*. Chicago: University of Chicago Press.
- HERMANN, Armin (1997). *Einstein. En privado*. Madrid: Temas de Hoy.
- HOCQUETTE, Maurice; DEMAILLY, Yves (ed.) (1946). *Les fantaisies botaniques de Goethe*. Demailly: Lille.
- HONEYBONE, Michael. «The communication of science by popular book 1700-1760» [en línia]. [Ponència al congrés «Textbook Colloquium and The British Society for the History of Science». Leeds University, 10-01-1998.] <<http://www.open.ac.uk/Arts/TEXTCOLL/paper8.html>> [Consulta: 24 desembre 2003].
- HULLEY, John (1996). *Comets, Jews and Christians*. Jerusalem: Root & Branch Books.
- HUXLEY, Leonard (ed.) (1900). *Life and Letters of Thomas Henry Huxley*. Londres: Macmillan. 2 v.
- HYMAN, Stanley Edgar (1962). *The tangled bank: Darwin, Marx, Frazer and Freud as imaginative writers*. Nova York: Atheneum.
- INFELD, Leopold (1950). *Albert Einstein: His work and its influence on our times*. Nova York: Charles Scribner's sons.
- JAMES, Frank A. J. L. (2002). «Never talk about science, show it to them': the lecture theatre of the Royal Institution». *Interdisciplinary Science Reviews*, vol. 27, núm. 3, p. 225-228.
- JORDAN, Pascual (1950). *La Física del siglo XX*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- JORDAN, Pascual (1953). *Perspectiva de la física moderna*. Barcelona: Seix Barral.

- JORDAN, Pascual (1954). *La Biología Cuántica*. Barcelona: Seix Barral.
- JORDAN, Pascual (1959). *La ciencia hace historia*. Madrid: Aguilar.
- JORDAN, Pascual (1972). *El hombre de ciencia ante el problema religioso*. Madrid: Guadarrama.
- JOU, David (2002). «La divulgación de la física en el siglo XX». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- KARGON, Robert (ed.) (1974). *The Maturing of American Science*. Washington D. C.: American Association for the Advancement of Science.
- KEVLES, Daniel J. (1978). *The Physicists: The History of a Scientific Community in America*. Nova York: Alfred A. Knopf.
- KNIGHT, David (2002). «Scientific lectures: a history of performance». *Interdisciplinary Science Reviews*, vol. 27, núm. 3.
- KOHLSTEDT, Sally Gregory (1980). «Science: The Struggle for Survival, 1880 to 1894». *The SCIENCE Centennial Review* [Washington D.C.: AAAS]. Edició a cura de Philip H. Abelson i Ruth Kulstad.
- KURITZ, Hyman (1981). «The Popularization of Science in 19th Century America». *History of Education Quarterly*, vol. XXL, p. 259-274.
- LABORDENA, Carles (2000). «La divulgación de la astronomía y Camille Flammarion». *Fosc* [edició web del Butlletí Informatiu de la Societat Astronòmica de Castelló], núm. 19 (gener-març) [en línia]. <<http://perso.wanadoo.es/salyut/fosc/n19/Camille.htm>> [Consulta: 21 juny 2002].
- LACOSTE, Jean (1999). *Le «Voyage en Italie» de Goethe*. París: Presses Universitaires de France.
- La création des académies et des périodiques* [en línia]. Lloc web Gallica de la Bibliothèque Nationale de France. <<http://gallica.bnf.fr/themes/SciXVII2.htm>> [Consulta: 11 juliol 2002].
- LASZLO, Pierre (1993). *La vulgarisation scientifique*. París: Presses Universitaires de France.
- LEÓN, Bienvenido (1999). *El documental de divulgación científica*. Barcelona: Paidós.
- LEONARDO DA VINCI (1993). *Cuaderno de notas*. Madrid: A.L. Mateos.
- LEVINE, George (1988). *Darwin and the novelists: Patterns of science in victorian fiction*. Cambridge: Harvard University Press.
- LIGHTMAN, Bernard (ed.) (1997). *Victorian Science in Context*. Chicago: University of Chicago Press.
- LOCKE, David (1997). *La ciencia como escritura*. Madrid: Cátedra. [Versió original: *Science as writing*. New Haven: Yale University Press, 1992]
- LÓPEZ BELTRÁN, Carlos (2001). «Palabras comunes para la ciencia común». *El muégano divulgador* [Mèxic: UNAM], setembre [en línia]. <http://www.dgdc.unam.mx/muegano_divulgador/octubre2001/visionoct.pdf> [Consulta: 5 juliol 2002].
- LOZANO MEJÍA, Juan Manuel (s. a.). «Schrödinger, espíritu universal» [en línia]. Web educativa *Redescolar* [Mèxic]. <<http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/conciencia/ciencia/schrodinger/htm/8espiritu.htm>> [Consulta: 1 setembre 2003].
- LUCAS, John R. (1979). «Wilberforce and Huxley: a legendary encounter». *The Historical Journal*, núm. 22, p. 313-30.
- LURIE, Edward (1988). *Louis Agassiz: A Life in Science*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- LYNCH, John M. (2000). *Vestiges and the Debate before Darwin*. Bristol: Thoemmes Press, p. IX - XXV [en línea]. <http://www.thoemmes.com/science/vestiges_intro.htm> [Consulta: 7 gener 2004].
- MALET, Antoni (2002). «Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana y la propaganda ilustrada». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- MARTÍNEZ Morales, Manuel (1984). *La Ciencia desde el Macuiltépetl: Arthur Eddington* [en línea]. <<http://www.uaslp.mx/fc/ciencia/lces138.html>> [Consulta: 18 setembre 2003].
- MARTINI, José X. (1997). «Física, Astronomía, Arquitectura y la Financiación de la Ciencia en la Alemania de Entreguerras». *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy* [Buenos Aires], vol. 7, núm. 41.
- Max Karl Ernst Ludwig Planck (2002) [en línea]. Lloc web Astrocosmo, Colòmbia. <http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-m_planck.htm> [Consulta: 14 novembre 2003].
- MCÉLHENY, V. K. (2003). *Watson and DNA: Making a Scientific Revolution*. Cambridge: Perseus Publishing.
- MCRAE, Murdo William (ed.) (1993). *The Literature of Science: Perspectives on Popular Scientific Writing*. Athens: University of Georgia Press.
- MILLHAUSER, Milton (1959). *Just Before Darwin: Robert Chambers and 'Vestiges'*. Middletown (Connecticut): Wesleyan University Press.
- MONEY, John (1988-1989). «Joseph Priestley in Cultural Context: Philosophic Spectacle, Popular Belief and Popular Politics in Eighteenth-Century Birmingham». *Enlightenment and Dissent*, núm. 7, p. 57-81; núm. 8, p. 69-89.
- MORAES DOS SANTOS, Eulalia (2000). «A compartimentalização da natureza e a modernidade: a sistemática de Linnaeus». *Revista Geonotas* [Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia], vol. 4. núm. 4.
- MORRISON, Philip (1995). *Nothing is too wonderful to be true*. Woodbury (Nova York): AIP Press.
- MORRISON, Philip; MORRISON, Phylis (1984). *Potencias de diez*. Barcelona: Labor.
- MORRISON, Philip; MORRISON, Phylis (1987). *The Ring of Truth*. Nova York: Random House.
- MORRISON, Philip; TSIPIS, Kosta (1998). *Reason Enough to Hope: America and the World of the Twenty-First Century*. Year: MIT Press.
- MOTT, Frank Luther (1952). *The News in American*. Cambridge (Massachussets): Harvard University Press.
- MOTT, Frank Luther (1939-1957). *A History of American Magazines*. Cambridge (Massachussets): Harvard University Press. 4 v.
- MUÑOZ SANTONJA, José (1999). *Newton, el umbral de la ciencia moderna*. Madrid: Nivola.
- MUSSO, Sebastián (1999). «Lo que nos enseñó Galileo Galilei». *Cielo Sur* [en línea]. <<http://www.cielosur.com/biografias/galileo.htm>> [Consulta: 1 desembre 2003].
- MYERS, G. (1985). «Nineteenth-Century Popularisations of Thermodynamics and the Rhetoric of Social Prophecy». *Victorian Studies*, núm. 29, p. 35-66.
- MYERS, G. (1990). *Writing Biology: Texts in the Social Construction of Scientific Knowledge*. Madison: University of Wisconsin Press.
- MYERS, G. (1992). «Fictions from Facts: The Form and Authority of the Scientific Dialogue». *History of Science*, núm. 30, p. 221-247.

- NELKIN, Dorothy (1997). *Selling Science: How the Press Covers Science and Technology*. Nova York: Freeman.
- NORTH, John. (1997). *Waterloo Directory of English Newspapers and Periodicals, 1800-1900* [en línia]. Waterloo. 10 v. <<http://www.victorianperiodicals.com>>
- O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. (2003). «Max Born». Dins: *The MacTutor History of Mathematics Archive*. University of St Andrews [en línia]. <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Born.html/>> [Consulta: 12 desembre 2003].
- OLIVER, Josep M. (1997). *Historia de la astronomía amateur en España*. Madrid: Equipo Sirius DL.
- ORS, Eugeni d' (1992). *Glosari*. Barcelona: Edicions 62. [Edició original: 1915]
- ORTEGA, Rodolfo (s. d.). *Charles Robert Darwin* [en línia]. <<http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/7800/es-darwin.html>> [Consulta: 30 juny 2002].
- OTERO CARVAJAL, Luis Enrique (s. a.). *Ciencia y pensamiento en Europa: Apogeo y crisis de la razón moderna, 1848-1927* [en línia]. Madrid: Universidad Complutense. <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/ciencia%20en%20europa.htm> [Consulta: 25 gener 2003].
- PAIS, Abraham (1991). *Niels Bohr's Times*. Oxford: Oxford University Press.
- PANZA, Marco; PRESAS, Albert (2002). «La divulgación de la ciencia en el siglo XIX: la obra de Flammarion». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- PATTISON, Mark (1877). «Book and Critics». *Fortnightly Review*, núm. s. 22, p. 659-679.
- PÉREZ MERCHÁN, Ana (1997). «Julio Verne... ¿Un escritor de jóvenes?». *Puertas a la lectura* [Universidad de Extremadura], 2-05-1997, p. 54-56 [en línia]. <<http://www.unex.es/interzona/Interzona/Revista/puertas/L2p54.pdf>> [Consulta: 18 juliol 2002].
- PETACCO, Arrigo (1992). *La principessa del Nord*. Milà: Rizzoli.
- PEUCER, Tobias (1990). «Sobre els relats periodístics». *Periodística* [Barcelona: Societat Catalana de Comunicació: Institut d'Estudis Catalans], núm. 3.
- PIQUERAS, Mercè (2002a). «El cabdell de Stephen Jay Gould». *Papers de Comunicació Científica* [Barcelona], núm. 30 (juliol-setembre).
- PIQUERAS, Mercè (2002b). «Records de Gould a Barcelona». *Avui*, 25-05-2002, p. 30.
- PIQUERAS, Mercè (2002c). «La fuerza y la penetración de las ideas: Rachel Carson y Lynn Margulis». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- PLANCK, Max (1903). *Treatise on Thermodynamics*. Londres: Longmans, Green. [Original en alemany del 1897].
- PLANCK, Max (1941). *¿Adónde va la ciencia?* Buenos Aires: Losada.
- PLANCK, Max (1960). *A survey of physical theory*. Nova York: Dover Publications Inc.
- PLANCK, Max (2000). *Autobiografía científica*. Madrid: Nivola.
- PLANCK, Max (1998). *Eight lectures on theoretical physics*. Mineola (Nova York): Dover Publications Inc.
- PLANCK, Max (1969). *El coneixement del món físic*. Barcelona: Edicions 62.
- POMBO, Olga (s. d.). *Para uma história da ideia de enciclopédia. Alguns exemplos. O Século de Ouro do Enciclopedismo* [en línia]. Universitat de Lisboa. Facultat de Ciències. Departament d'Educació. <<http://www.educ.fc.ul.pt/hyper/enciclopedia/cap2p4/secour.htm>> [Consulta 19 gener 2004].
- POWERS, Thomas (1993). *Heisenberg's War. The Secret History of the German Bomb*. Boston: Little, Brown and Company.

- PRESAS, Albert (2002). «El científico en su papel: ciencia y teatro». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- PRIESTLEY, Joseph (1775-1777). *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*. Londres: J. Johnson. 3 v.
- QUARLES, Norma (1996). «Carl Sagan dies at 62». CNN [Nova York], 20-12-1996 [en línia]. <<http://www.cnn.com/US/9612/20/sagan/>> [Consulta: 3 maig 2002].
- QUESADA, Montserrat (1998). *Periodismo Especializado*. Madrid: Ediciones Internacionales Universitarias.
- RAICHVARG, Daniel; JACQUES, Jean (1991). *Savants et Ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences*. París: Seuil.
- RASMUSSEN, Anne (2003). «Science, Press and Publics. The Emergence of Scientific Journalism in the Nineteenth Century». [Ponència al congrés «II Escola de Primavera d'Història de la Ciència». Maó: Societat Catalana d'Història de la Ciència i Institut Menorquí d'Estudis, 3-5 d'abril de 2003].
- RHEAULT, Sylvain (2001). «Botànica amateur i literatura professional». *Mètode* [València: Universitat de València], núm. 32 [en línia]. <http://www.uv.es/metode/numero32/29_32.html> [Consulta: 30 desembre 2003].
- RHEES, David J. (1979). «A New Voice for Science: Science Service under Edwin E. Slosson, 1921-29». [Tesi doctoral.] Chapel Hill: University of North Carolina [en línia]. <<http://americanhistory.si.edu/scienceservice/thesis/>> [Consulta: 19 gener 2004].
- RIOL, José M. (2000). «Divulgación científica. Algo de historia». *El Hornero*, núm. 16 [en línia]. <<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/varios1/elhornero161.html#BRITISH>> [Consulta: 23 gener 2004]. El text correspon a la comunicació presentada pel mateix autor en les «XIV Jornadas Internacionales de Comunicación de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Navarra», 4 i 5 de novembre de 1999.
- RIOL, José M. (2002). «La divulgación científica en la Inglaterra del siglo XIX». *Periodismo Científico* [Asociación Española de Periodismo Científico], núm. 41 (març-abril), p. 4.
- RODRÍGUEZ VELASCO, Teresa (s. d.). *Bertrand Russell. Una definición del número* [en línia]. <<http://www.geocities.com/fdocc/russell.htm>> [Consulta: 4 setembre 2003].
- ROQUÉ, Xavier (2002). «Einstein como divulgador científico». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- ROSSITER, Margaret W. (1971). «Benjamin Silliman and the Lowell Institute: The Popularization of Science in 19th Century America». *New England Quarterly*, desembre.
- RUIZ CASTELL, Pedro (2002). «Astronomy and its audiences: Robert Ball as a popular author and lecturer». [Treball de recerca no publicat]. Universitat de València. Departament d'Astronomia i Astrofísica.
- RUSSELL, Colin A. (1983). *Science and Social Change. 1700-1900*. Londres: MacMillan Press.
- SACRISTÁN, Manuel (1963). «La veracidad de Goethe». Dins: Johann Wolfgang GOETHE. *Obras*. Traducció de José María Valverde. Barcelona: Vergara.
- SAGAN, Carl (1978). *La conexión cósmica*. Barcelona: Plaza & Janés.
- SAGAN, Carl (1982). *Cosmos*. Barcelona: Planeta.
- SAGAN, Carl (1990). *Contacto*. Barcelona: Plaza & Janés.

- SAGAN, Carl (1997a). *Billones y billones: Pensamientos sobre la vida y la muerte al final del milenio*. Nova York: Random House.
- SAGAN, Carl. (1997b). *El mundo y sus demonios: la ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Planeta.
- SAGAN, Carl (2002). *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana*. Barcelona: Crítica.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (2002). «Historia de la ciencia y divulgación». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (s. a.). «La cultura científica en el siglo XX». Dins: *Plataforma de Debate*. Madrid: Fundación de ciencias de la salud [en línea]. <http://www.fcs.es/fcs/esp/eidon/Introesp/eidon12/plataforma/plataforma_2.jsp> [Consulta: 9 desembre 2003].
- SÁNCHEZ RON, José Manuel [et al.] (1985). *Homenaje a Niels Bohr*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas: Arbor.
- SANDÍN, Máximo (2000). «Sobre una redundancia: el darwinismo social». *Asclepio* [Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas], Vol. LII, fasc. 2 [en línea]. <http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/darwinismo_social.html> [Consulta: 12 gener 2004].
- SANZ PÉREZ DE GUZMÁN, Elena (2000). «Einstein, el hombre». *Ciencia Digital* [en línea]. <http://www.cienciadigital.net/cientificos/frame_einstein.html> [Consulta: 15 octubre 2002].
- SARTON, George (1968). «Leonardo da Vinci». Dins: *Ensayos de Historia de la Ciencia*. Mèxic: UTEHA, p.122-149.
- SCANLON, E.; HILL, R.; JUNKER, K. (ed.) (1998). *Communicating Science: Professional Contexts*. Londres: Routledge.
- SCANLON, E.; WHITELEGG, E.; YATES, S. (ed.) (1999). *Communicating Science: Contexts and Channels*. Londres: Routledge.
- SCHAFER, Simon (1984). «Priestley's Questions: An Historiographical Survey». *History of Science*, núm. 22, p. 151-83.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1984). *Què és la vida? L'aspecte físic de la cèl·lula viva i La ment i la matèria*. Barcelona: Edicions 62.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1985). *Ciencia y humanismo*. Barcelona: Tusquets.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1988). *Mi concepción del mundo*. Barcelona: Tusquets.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1997). *La Naturaleza y los griegos*. Barcelona: Tusquets.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1999). *Mente y materia*. Barcelona: Tusquets.
- SCHWARTZ, Joel S. (1999). «Robert Chambers and Thomas Henry Huxley, science correspondents: The popularization and dissemination of nineteenth century natural science». *Journal of the History of Biology*, vol. 32, p. 343-83.
- SECORD, James A. (1985). «Newton in the Nursery: Tom Telescope and the Philosophy of Tops and Balls, 1761-1838». *History of Science*, vol. 23, p. 127-151.
- SECORD, James A. (1989). «Behind the Veil: Robert Chambers and Vestiges». Dins: J. R. MOORE (ed.). *History, Humanity and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SECORD, James A. (2000). *Victorian Sensation. The Extraordinary Publication, Reception and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*. Chicago: University of Chicago Press.

- SECORD, James A. (ed.) (1994). *Vestiges of the Natural History of Creation and Other Evolutionary Writings*. Chicago: Chicago University Press.
- SEMR, Vladimir de; REVUELTA, Gemma (2002). «Ciencia y Medicina en *La Vanguardia* y *The New York Times*». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- SEMR, Vladimir de; RIBAS, Cristina; REVUELTA, Gemma (1998). «Press Releases of Science Journals Articles and Subsequent Newspaper Stories on the Same Topic». *The Journal of the American Medical Association (JAMA)*, vol. 280, núm. 3 (juliol), p. 294-295.
- SEMR, Vladimir de (2002). «Introducción a la divulgación de las ciencias». *Quark* [Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Observatori de la Comunicació Científica], núm. 26.
- SEPPER, Dennis L. (1988). *Goethe versus Newton. Polemics and the project for a new science of color*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SHAPIN, Steven (1996). *The Scientific Revolution*. Chicago: The University of Chicago Press.
- SHEETS-PYENSON, S. (1985). «Popular science periodicals in Paris and London: the emergence of a low scientific culture, 1820-1875». *Annals of Science*, núm. 42 (6), p. 549-572.
- SHORTLAND, M.; GREGORY J. (1991). *Communicating Science: A Handbook*. Nova York: Wiley.
- SHTER, A. B.; GATES, B. T. (ed.) (1997). *Natural Eloquence: Women Reinscribe Science*. Madison: University of Wisconsin Press.
- SMITH, James S. (1963). «The Day of the Popularizers: The 1920s». *South Atlantic Quarterly*, núm. 62, p. 297-309.
- SNOW, C. P. (1963). *The Two Cultures and A Second Look*. Cambridge: Oxford University Press.
- SOKAL, Michael M. (1980). «Science and James McKeen Cattell, 1894 to 1945». Dins: Philip H. ABELSON; Ruth KULSTAD (ed.). *The SCIENCE Centennial Review*. Washington D.C.: AAAS.
- SPIELBERG, Ana Elisa (1998). «Werner Heisenberg: Reflexiones Sobre Pragmatismo y Positivismo». Dins: *Paideia Project On-line* [en línea]. Boston University. <<http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieSpie.htm>> [Consulta: 1 setembre 2003].
- STACHEL, John (2001). *Einstein 1905: un año milagroso*. Madrid: Crítica.
- STOCKLMAYER, S.; GORE, M. M.; BRYANT, C. (2001). *Science communication in theory and practice*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- TAMAYO H., Manuel. (s. d.). *Charles Darwin y el darwinismo* [en línea]. Talca (Xile): Universidad Católica del Maule. <<http://www.monografias.com/trabajos5/darwin/darwin2.shtml>> [Consulta: 18 gener 2004].
- The Columbia Encyclopedia* (2001). Sixth Edition. Columbia: Columbia University Press.
- THE PLANETARY SOCIETY (1999). *Dr Carl Sagan* [en línea]. <<http://www.planetary.org/society/tributes/>> [Consulta: 3 juny 2002].
- THOMAS, Lewis (1985a). *Reflexiones nocturnas escuchando la Novena Sinfonía de Mahler*. Madrid: Hermann Blume.
- THOMAS, Lewis (1985b). *La ciencia más joven: notas de un observador de la medicina*. Madrid: Hermann Blume.
- THOMAS, Lewis (1986). *La medusa y el caracol*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.

- Thomas Henry Huxley (1825-1895) [en línia]. Berkeley: University of Berkeley. <<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/thuxley.html>> [Consulta 23 gener 2004].
- TOPHAM, Jonathan R. (2000). «Scientific Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain». *Studies in History and Philosophy of Science* [Londres: Elsevier Science], vol. 31, núm. 4, p. 559-612.
- TREISE, Debbie; WEIGOLD, Michael F. (2002). «Advancing Science Communication: A Survey of Science Communicators». *Science Communication*, vol. 23, núm. 3, p. 310-22.
- WALKER, Mark. (1995). *Nazi Science, Mith, Truth, and the German Atomic Bomb*. Nova York: Plenum Press.
- WATSON, James. (1970). *La doble hélice*. Barcelona: Plaza & Janés.
- WATSON, James. (2001). *Genes, Girls, and Gamow*. Nova York: Alfred A. Knopf.
- WATSON, James. (2003). *DNA: The Secret of Life*. Nova York: Alfred A. Knopf.
- WEIGOLD, Michael (2001). «Communicating Science». *Science Communication*, vol. 23, núm. 2 (desembre), p. 164-193.
- WEIGOLD, Michael (2002). *Communicating Science* [en línia]. Washington: U.S. Department of Energy. <http://www.sc.doe.gov/sc-5/benchmark/Ch%2017%20Communicating%20Science%2006.10.02.pdf> [Consulta: 17 gener 2004].
- WEILL, Georges. (1994). *El periódico. Orígenes, función y evolución de la prensa periódica*. Mèxic: Limusa.
- Werner Karl Heisenberg [en línia]. Lloc web Astrocosmo, Colòmbia, 2002. <http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-w_heisenber.htm> [Consulta: 14 novembre 2003].
- WILSON, James Grant; FISKE, John (1999). *Appleton's Cyclopedia of American Biography*. Nova York: Stanley L. Klos. 6 v. [D. Appleton and Company, 1887-1889].

