

# Quin és l'autèntic valor de la ciència?

DR. ULISSES MOULINES

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
moulines@lrz.uni-muenchen.de

**Resum:** Avui dia està àmpliament difosa l'opinió que la ciència i la tecnologia estan molt estretament vinculades entre si, i que el valor de la primera depèn de les implicacions que aqueixa pugui tenir per a la segona. Aquesta opinió representa un greu error que ignora la naturalesa genuïna de la ciència, tant històricament com epistemològica, un error que pot conduir a un empobriment inacceptable de l'esperit científic i de la cultura humana en general. En aquest assaig em proposo analitzar les fonts de l'error en qüestió i contraposar-li una perspectiva adequada per entendre què és, i què ha de seguir essent, l'esperit científic genuí.<sup>1</sup>

**Paraules clau:** ciència, filosofia de la ciència, saber científic, tecnologia, epistemologia, cultura, humanisme

*What is the real value of science?*

**Abstract:** Today the opinion is widely held that science and technology are very closely linked to each other, and that the value of the former depends on the implications it may have for the latter. This opinion is a grave mistake, which ignores the genuine nature of science, both historically and epistemologically, a mistake that can lead to a gross impoverishment of the scientific spirit and human culture in general. In this essay, I intend to analyze the sources of the error in question and put an appropriate perspective on it to understand what is, and what should be guided by, the genuine scientific spirit.<sup>2</sup>

**Keywords:** science, philosophy of science, scientific knowledge, technology, epistemology, culture, humanism

1. Agraieixo a la dra. Adriana Valadés (Auxerre, França), al prof. José A. Díez (Universitat de Barcelona) i al prof. Carlos Sonnenschein (Tufts University, Boston) les observacions fetes a una primera versió d'aquest assaig, que han contribuït a millorar-lo tant en la forma com en el contingut. Per descomptat, sóc l'únic responsable de les deficiències que encara pugui contenir.
2. I thank Dr. Adriana Valadés (Auxerre, France), Prof. José A. Díez (University of Barcelona) and Prof. Carlos Sonnenschein (Tufts University, Boston) the remarks made to a first version of this essay, which contributed to improving it both by form and content. Of course, I am solely responsible for any deficiencies it may still contain.

*Wir müssen wissen, wir werden wissen*  
 («Hem de saber, i sabrem»)  
 Epitafi sobre la tomba de David Hilbert

## 1/ Introducció

En el nostre temps és àmpliament difosa l'opinió que l'esperit científic és un component important de la cultura humana que mereix ser valorat positivament. Al mateix temps, però, aquesta valoració positiva resulta molt sovint subsidiària de l'avaluació també positiva de la tecnologia; és a dir, la recerca científica es valora positivament sempre i quan, i en la mesura que, tingui implicacions fructíferes per al desenvolupament de la tecnologia. Això és el que podem anomenar «l'avaluació tecnologista» de la ciència, o simplement «tecnologisme», per abreujar. Crec que aquesta avaluació, tan estesa avui dia, ignora la naturalesa genuïna de la ciència tant des d'un punt de vista històric com epistemològic i es tracta d'un error que pot conduir, com de fet ha estat conduint des de fa unes quantes dècades, a l'empobriment de l'esperit científic i de la cultura en general.

## 2/ Precisions terminològiques i conceptuals

Abans de passar al desenvolupament del meu argument, és apropiat establir algunes precisions terminològiques i conceptuals per aclarir el panorama. Per començar, entenc per «ciència» el conjunt de totes les disciplines científiques representades en universitats i altres institucions de recerca avançades en la majoria de països del món actual, i que, atès el contingut de la ciència acadèmica del present, podem classificar en els següents grups: «ciències formals» (lògica i matemàtiques), «ciències naturals» (ciències físico-químiques, ciències de la Terra, ciències de la vida, psicologia individual), «ciències socials» (psicologia social, economia, sociologia, etnologia, lingüística, filologia, ciències històriques) i «ciències interdisciplinàries» (especialment la informàtica, certes parts de la filosofia, com la filosofia de la ciència i la filosofia del llenguatge, i les ciències cognitives). Des d'un punt de vista històric, algunes d'aquestes ciències ja es van consolidar en l'època hel·lenística (a partir del segle IV a. C.), especialment pel que fa a les matemàtiques, l'astronomia i algunes porcions elementals de la física i la fisiologia; no obstant això, el gran auge de l'esperit científic es va produir tan sols al segle XVII a l'Europa Occidental, per estendre's posteriorment arreu de gairebé tot el planeta fins a mitjans del segle XX, quan va començar un període de letargia, sobre el qual tornaré més endavant.

L'altre terme que cal aclarir de bon començament és el de «tecnologia». Els termes «tècnica» i «tecnologia» sovint s'equiparen, però cal distingir-los

clarament. «Tècnica» prové del grec *tekhné*, l'art de saber fer coses o de saber manipular-les; per als grecs, la *tekhné* no tenia res a veure amb l'*episteme*, que correspon aproximadament al nostre terme «ciència». En aquest sentit, hi ha hagut tècnica des que *Homo sapiens* va aparèixer sobre la Terra; de fet, des d'abans, des d'una època molt anterior, la de *Homo habilis* (que per alguna raó s'anomena així). No obstant això, és al neolític que s'esdevé una explosió d'innovacions tècniques molt importants per a la Humanitat: des de la roda fins a la impremta, tot passant pels sistemes de reg, la construcció de grans edificis, els velers, els rellotges de sorra i aigua, l'aixada, la pólvora, i tantes d'altres. Res d'això no té res a veure amb la ciència. Ni tan sols en el cas de la màquina de vapor, la més revolucionària de les invencions de la modernitat, que de vegades s'esmenta com un exemple dels beneficis de la ciència per a la tècnica: en efecte, la branca de la ciència que explica adequadament el funcionament de la màquina de vapor és la termodinàmica; ara bé, James Watt va inventar el model definitiu d'aquesta màquina al voltant de 1775, és a dir, tres quarts de segle *abans* de la consolidació de la termodinàmica com a ciència (principalment gràcies a les investigacions de Hermann von Helmholtz, Lord Kelvin i Rudolf Clausius).

Així doncs, els grans desenvolupaments tècnics que van tenir lloc durant uns quants mil·lennis abans dels primers conats de ciència genuïna en l'època hel·lenística, i fins i tot un parell de mil·lennis *després* d'aquest temps, no van tenir res a veure amb l'esperit científic. És cert que de vegades s'esmenta l'exemple d'Arquimedes, al segle III a. C., com el d'algú que era alhora un geni científic (el més gran de l'antiguitat) i un sorprenent inventor de màquines; però aquest és un exemple únic d'aquella època, i també és sabut que el mateix Arquimedes menyspreava els seus assoliments tècnics i volia ser recordat exclusivament per les seves contribucions a l'*episteme* (específicament a les matemàtiques i la física) (Plutarc, 1962: 542).

### 3/ La revolució científica i l'adveniment de la tecnologia

Podem constatar, doncs, que la tècnica, en un sentit genuí, no té res a veure, ni històricament ni conceptualment, amb l'esperit científic. D'altra banda, allò que sens dubte té molt a veure amb la ciència és la *tecnologia*. Per tant, és apropiat distingir clarament entre tècnica i tecnologia: la tecnologia és ciència aplicada; o, més ben dit, és una forma molt especial de tècnica que pressuposa certs coneixements científics. Quan i com sorgeix històricament la tecnologia? Sovint es creu que això va tenir lloc a l'Europa Occidental amb el renaixement de l'esperit genuïnament científic. Aquest renaixement es va produir després de la profunda letargia de més de mil anys causada a la civilització grecoromana pels cops combinats del dogmatisme cristià i la barbàrie de les tribus germàniques, cops dels quals Europa només va refer-se molt gradualment. Aquest renaixement, que va tenir lloc al segle XVII (i que

no s'ha de confondre amb el Renaixement artístic i literari que havia florit més d'un segle abans), sovint es coneix sota la denominació de «la revolució científica». És freqüent suposar que aquesta revolució va anar acompanyada d'avenços tecnològics, i per enfortir aquesta interpretació històrica se sol aduir l'exemple de Francis Bacon, qui amb el seu *Novum Organum* de 1620 i el famós lema que se li atribueix, *scientia est potentia*, hauria estat el promotor de l'aliança entre el nou esperit científic i el tecnològic.<sup>3</sup> Ara bé, Bacon no era un científic, i molt menys un tècnic. Era un polític i un literat que pretenia ser l'herald d'una nova era. Certament, Bacon va tenir el mèrit de popularitzar la importància del mètode experimental per al coneixement científic (tot i que ell mateix no va dur a terme cap experiment notable); però, d'altra banda, no entenia en absolut el paper decisiu de les matemàtiques en les ciències empíriques, ni es va adonar de la importància revolucionària dels descobriments dels seus contemporanis genuïnament científics com Kepler i Galileu. Més que el promotor del nou esperit científic, Bacon va ser el precursor remot d'allò que he anomenat «tecnologisme», com ho demostra indubtablement la seva afirmació apodíctica: «l'objectiu veritable i legítim de la ciència no és més que donar a la vida humana noves invencions i recursos» (Bacon, 1949: 122).<sup>4</sup>

Si Bacon, per tant, no va ser el campió de la revolució científica i ni tan sols un assistent valuós, qui o quins en van ser els protagonistes? Doncs bé, van ser essencialment aquells homes descrits per Arthur Koestler com «els somnàmbuls», perquè, sense adonar-se'n plenament, caminaven fermament pel camí correcte per assolir la meta correcta. Els «sognàmbuls» del segle XVII dels quals Koestler tracta explícitament són: Johannes Kepler, Galileo Galilei, René Descartes i Isaac Newton (Koestler, 1959: 223-497). A ells podríem afegir altres campions del nou esperit científic al segle XVII, no tan populars com els esmentats, però molt decisius també: William Harvey (per a la fisiologia humana), Robert Boyle (per a la química) i Christiaan Huygens (per a l'òptica i la mecànica). Va ser cap d'ells un tecnòleg a més de científic? Només un d'ells, Huygens, podria ser descrit *cum grano salis* com a tal, perquè va inventar el rellotge de pèndol; però allò que més li interessava no era la mesura del temps, sinó el desenvolupament de la teoria ondulatoria de la llum, així com l'anàlisi de certs fenòmens mecànics, com ara les forces centrífugues i les lleis dels xocs –res de tot això el va induir a inventar cap màquina. De tots els altres «sognàmbuls» de la revolució científica del segle XVII, no n'hi ha ni un el nom del qual pugui ser associat a una invenció tècnica. Ni tan sols és el cas de Galileu, a qui alguns textos de divulgació científica encara

3. Per a una exposició breu, però pertinent, de la veritable naturalesa de l'obra de Bacon, vegeu: Störig, 2016: 286-292.

4. Les traduccions són nostres.

avui dia atribueixen la invenció del telescopi: no, Galileu *no* va inventar el telescopi; el que va fer va ser *utilitzar* el telescopi que algú altre (no se sap amb certesa qui, probablement un artesà flamenc) havia inventat uns anys abans; a més, Galileu va fer servir aquest invent no per millorar la condició humana, com Bacon hauria volgut, sinó per enfocar-lo a la Lluna i les estrelles, i així descobrir que la superfície de la Lluna és comparable a la de la Terra (amb muntanyes i valls) i que hi ha un nombre d'estrelles molt superior al que s'havia suposat anteriorment —és a dir, Galileu va fer una contribució essencial a l'augment del coneixement humà, i no a la millora del benestar humà.

Així, doncs, si no va ser al segle de la revolució científica que la ciència i la tècnica es van aparellar, va ser potser al segle següent, al segle XVIII? La resposta és igualment negativa. Ja hem vist que la més gran invenció del segle XVIII, la màquina de vapor, no es va basar en cap teoria científica, ja fos contemporània o anterior. I dels grans científics del segle XVIII, els Bernoulli, Euler, Lavoisier, Coulomb, Buffon,... No es pot pas dir que cap fes una contribució significativa a la tècnica del seu temps.

El mateix s'aplica, *mutatis mutandis*, a la primera meitat del segle XIX. Què li deu el ferrocarril a les teories científiques contemporànies o precedents? Res. I el vaixell de vapor? Res. I què els deu la cura de la verola? Res. I quina màquina van inventar o quina malaltia van curar els grans científics de l'època: els Laplace, Dalton, Cauchy, Fourier, Helmholtz, Clausius, Darwin,...? Cap. Només es pot dir del gran matemàtic Karl-Friedrich Gauss, que va fer una tímida contribució tècnica, basada en el seu coneixement de la teoria de l'electricitat: una forma primitiva de telègraf, però que a la pràctica va resultar inservible; en realitat, el telègraf tal com el coneixem avui el devem a Samuel Morse, que no era un científic, sinó un escultor.

És només a partir de la segona meitat del segle XIX que comencen els conats d'un ús sistemàtic de teories científiques per a desenvolupaments tècnics. Per aquestes possibilitats comencen a interessar-se alguns empresaris i polítics, que veuen en la ciència (almenys en certes àrees de la física, la química i la fisiologia) una possible font (indirecta) de beneficis materials. Així és com comença a formar-se l'aliança de científics, enginyers, metges, empresaris, i fins i tot alguns polítics clarividents, i el resultat d'aquesta confluència heterogènia és el que realment podem anomenar «tecnologia». Potser el primer, o almenys l'exemple més notori i influent, d'aquest nou esperit d'aliança entre científics, enginyers i polítics va ser el desplegament del telègraf submarí entre la Gran Bretanya i els Estats Units el 1866 gràcies als consells científics de William Thompson (més tard honorat amb el títol de «Lord Kelvin»), que ja era ben reconegut com a científic per les seves contribucions a una àrea molt diferent i independent de la tecnologia, a saber, els fonaments de la termodinàmica. A la influència de Kelvin es va deure l'establiment per part de la Universitat de Cambridge, durant la dècada de 1870, del laboratori Cavendish, amb el propòsit explícit de constituir una coalició de científics,

enginyers, empresaris i funcionaris per a la promoció de la ciència aplicada com a valor econòmic.<sup>5</sup> Això va passar, doncs, no abans de l'últim terç del segle XIX. (Un desenvolupament paral·lel contemporani va tenir lloc a Alemanya, principalment sota l'impuls del gran fisiòleg Rudolf Virchow, ajudat per funcionaris prussians, però no en el camp de la física, sinó en el camp de la cooperació entre les ciències de la vida i la medicina).

Així és com, després d'haver-se establert, a la segona meitat del segle XIX, les primeres bases reeixides de la coalició entre científics i tècnics (en un sentit ampli del terme «tècnic», que abasta tot tipus d'enginyers i metges), és efectivament el segle XX el que resultarà ser el primer gran segle de la tecnologia. Seria ridícul pretendre fer aquí una llista de tots els invents realitzats al llarg del segle XX que es van inspirar en una o altra teoria científica. Com a botó de mostra, n'hi ha prou de recordar-ne alguns dels que han transformat profundament la vida quotidiana dels éssers humans: des de la ràdio fins als ordinadors, tot passant per la televisió, els antibiòtics i les centrals nuclears. Cap d'aquests invents no podria haver estat concebut sense la base d'una o més teories científiques sòlides anteriors. Això és el que significa la tecnologia, i això és el que és característic del segle XX (i, si ens estenem en el passat, de la segona meitat del segle XIX), *però no de cap època anterior*.

#### **4/ La ciència és fonamentalment independent de la tecnologia**

Ara bé, fins i tot concentrant-nos en el desenvolupament de la ciència des de mitjans del segle XIX fins a l'actualitat, podem constatar l'existència d'una sèrie de disciplines, sens dubte científiques, que han assolit resultats extraordinaris però que tenen ben poc o res a veure amb invencions tècniques contemporànies o posteriors. Un cas notori és, per descomptat, el de les ciències formals –la lògica i les matemàtiques– que des de mitjans del segle XIX experimenten un auge incomparablement superior a qualsevol desenvolupament anterior des dels grecs, però completament aliè a qualsevol aplicació tecnològica. En donaré un sol exemple: una de les contribucions més profundes a la lògica i les matemàtiques del segle XX són els teoremes de la completesa de la lògica de primer ordre i de la incompletesa de l'aritmètica que Kurt Gödel va demostrar respectivament el 1930 i el 1931; doncs bé, aquests teoremes continuen essent a dia d'avui, noranta anys després, completament irrellevants per a qualsevol aplicació tecnològica. El mateix passa amb una altra disciplina situada a l'extrem oposat de la gamma de les ciències, ben allunyada de les matemàtiques però igualment independent de la ciència aplicada: la filologia. Per exemple, per a la demostració que totes les llengües anomenades «indoeuropees» tenen un origen comú en una llengua

5. Una descripció més detallada d'aquest procés històric es trobarà a Ball, 2019: 29-30.

primària, el protoindoeuropeu (una llengua ja perduda, però que sens dubte va existir realment), els filòlegs de la segona meitat del segle XIX i principis del segle XX (especialment Franz Bopp i August Schleicher) que van obtenir aquest resultat després de llargs i admirables esforços, no van promoure cap aplicació tècnica de llur descobriment, i és difícil imaginar a quines noves tecnologies podria conduir la identificació del protoindoeuropeu.

En el cas d'aquelles disciplines científiques per a les quals tradicionalment es reivindica, o simplement s'assumeix, que estan estretament vinculades a la tecnologia, com se suposa sovint de les ciències naturals, ens trobarem amb tantes excepcions que ni tan sols podríem dir que confirmen la regla. Una de les teories més ben establertes de la biologia, que ha marcat profundament l'autoimatge de la Humanitat, és, sens dubte, la teoria de l'evolució de Charles Darwin; doncs bé, quina és la màquina o l'instrument que ha estat construït gràcies a aquesta teoria? La qüestió és òbviament ridícula perquè està totalment fora de lloc. Només en el camp de la medicina preventiva referida als microorganismes patògens sembla que hi ha algunes consideracions evolutives que poden ser rellevants per a certes teràpies, però són estudis bastant marginals, i en qualsevol cas, a la immensa majoria dels metges en exercici, com a *metges* (és a dir, «tècnics» de la curació dels malalts), la teoria de l'evolució els és completament indiferent.

Fins i tot en la física, una disciplina en la qual molta gent pensa a l'hora de parlar dels beneficis que la ciència aporta a la tecnologia, ens enfrontem a més d'un bon exemple d'irrellevància o molt poca rellevància de la ciència per als desenvolupaments tecnològics. Les dues teories físiques més fonamentals i més ben confirmades de la història humana són la teoria d'Albert Einstein de la relativitat generalitzada i la teoria que es coneix com «el model estàndard de la física de partícules» (que aquí abreujaré per MEFP), desenvolupada en la dècada de 1960 principalment per Murray Gell-Mann, Sheldon Glashow, Steven Weinberg i Abdus Salam. Pel que fa a la teoria general de la relativitat, cal assenyalar que Einstein la va formular el 1915, i molt aviat (el 1919) seria brillantment confirmada i celebrada per la comunitat científica com un gran avenç científic; però cal esperar 80 anys abans aquesta teoria no guanyi certa rellevància tecnològica, encara que molt secundària, quan ajuda a dissenyar sistemes de localització GPS via satèl·lit. I pel que fa al MEFP, 60 anys després de la seva concepció encara esperem que algú ens digui quina és la seva implicació tecnològica.<sup>6</sup>

En altres casos, sens dubte podem assenyalar desenvolupaments tecnològics molt importants basats en la investigació científica pura, però de tal ma-

6. Avui dia es parla molt d'ordinadors quàntics com un exemple d'aplicacions prometedores de la física quàntica, però deixant de banda que la seva realització tecnològica genuïna de moment és al nivell de *promesa*, aquests artefactes, si mai s'implementen, seran una aplicació tecnològica de la mecànica quàntica clàssica i no del MEFP com a tal.



nera que aquestes investigacions es van dur a terme amb total independència de qualsevol objectiu d'aplicació tècnica molt abans que se'n revelessin les possibilitats tecnològiques. És el cas del descobriment i estudi de la radioactivitat a finals del segle XIX i principis del segle XX per Henri Becquerel i el matrimoni Marie i Pierre Curie: tan sols algunes dècades després de llurs descobriments científics va resultar que la radioactivitat podia ser tecnològicament rellevant (ja sigui per a la curació del càncer o la construcció d'armes nuclears), després que Otto Hahn i Fritz Strassmann descobrissin la fissió nuclear de l'urani a finals de la dècada de 1930, o sigui, 40 anys després. Aquesta implicació tecnològica (indirecta) del descobriment de la radioactivitat és evidentment una cosa que ni a Becquerel ni al matrimoni Curie no se'ls hauria acudit mai. En altres casos, es donen invents tècnics que tenen alguna relació amb teories científiques anteriors, però només d'una manera molt més indirecta del que se sol assumir, i també, sovint, *no pas* amb la teoria considerada com la més important en el domini en qüestió. Per exemple, és cert que Thomas A. Edison no podia haver pensat, a finals del segle XIX, a construir un llum elèctric incandescent si no hagués tingut en compte la llei d'Ohm establerta a principis del mateix segle. No obstant això, la teoria realment fonamental en aquest camp, l'electrodinàmica de J. Clerk Maxwell, publicada uns quants anys *abans* de la invenció d'Edison, no li va servir de res.

Resumim allò que ens mostren els exemples anteriors, i tants altres que podríem adduir, sobre la suposada vinculació del progrés científic amb el progrés tecnològic. En moltes disciplines científiques reconegudes no hi ha pràcticament cap vincle entre les dues àrees; d'altres mostren alguns exemples d'una forta vinculació, però també hi ha exemples (dins de la mateixa disciplina) de manca de vinculació, o de vinculació poc significativa. Podem deduir de tot això que la funció essencial de la ciència, almenys com la forma cultural que la Humanitat ha conegut des del període hel·lenístic, o el més tard des del segle XVII, no és ser ciència aplicada als desenvolupaments tècnics. La ciència de vegades es presta molt bé a ser aplicada tecnològicament, altres vegades s'hi presta només una mica, i d'altres no s'hi presta en absolut. Però en tot cas, aplicable o no, aplicable més o menys, aplicable a curt o a llarg termini, la missió principal de la ciència, i per tant el seu veritable valor, no és contribuir al desenvolupament tecnològic. Aquest és, en el millor dels casos, un efecte secundari de la ciència, però que en qualsevol cas no hauria d'afectar la nostra avaluació de les teories científiques que són a la base d'aquest desenvolupament. L'electrodinàmica de Maxwell no és més valuosa que la teoria general de la relativitat perquè la primera hagi impulsat la invenció de coses com la ràdio i la televisió, i la segona no.



## 5/ La visió clàssica del valor de la ciència

Així, doncs, si no és la tecnologia allò que pot donar sentit i valor al coneixement científic, d'on li ve el seu valor essencial, si és que en té algun? En la tradició platònicaaristotèlica es caracteritza l'*episteme*, l'avantpassat històric de la nostra *scientia*, com el coneixement raonat i ben justificat de l'essència de l'ésser. Certament, avui dia utilitzaríem un llenguatge menys metafísic, tot i que inspirat en la tradició grega, i simplement diríem que l'*episteme* o *scientia* és el que ens dona un coneixement raonat i ben justificat d'allò que realment existeix, o d'allò que realment és el cas. Però a part dels matisos filològics, el propòsit de la nostra ciència és essencialment el mateix que el de l'*episteme* dels grecs; només els mètodes han canviat. I ni tan sols han canviat dràsticament: almenys des de l'època hel·lenística, els grecs ja sabien que les matemàtiques i l'observació sistemàtica són bones eines per aconseguir un coneixement sòlid. Tot el que els faltava encara era la idea d'experimentació controlada (amb alguna excepció notable, com Arquimedes). Però l'experimentació tampoc és tan essencial per tenir una comprensió adequada de l'esperit científic, perquè avui encara hi ha un gran nombre de disciplines considerades genuïnament científiques, en les quals l'experimentació no té cap paper, des de les matemàtiques fins a la lingüística tot passant per l'etologia i l'etnologia. De fet, el nostre concepte de ciència com la millor manera d'aconseguir un coneixement sòlid sobre com és el món no és tan diferent del d'Aristòtil. En el fons és el mateix. O almenys ho ha estat fins fa poc; perquè he d'admetre que la meua caracterització d'allò que és essencial en l'esperit científic prové d'una concepció cada cop menys compartida pels responsables de la política científica dels Estats, pels periodistes, pels experts que escriuen informes per als ministeris, en definitiva, per la majoria de les persones que tenen alguna opinió sobre el que és, o ha de ser, la ciència. Per a totes aquestes persones, la ciència no és més que ciència aplicada o aplicable, i prou.

## 6/ L'amenaça del tecnologisme

Aquesta concepció alternativa, antiaristotèlica, de la ciència a la qual em refereixo no ha sorgit del no-res, ni és del tot nova. Al seu primer gran promotor ja m'hi he referit anteriorment: Francis Bacon, a principis del segle XVII. Ja he assenyalat que Bacon no era un científic, i ni tan sols tenia una bona comprensió del que significava la revolució científica que estava tenint lloc en la seva època. Però era un escriptor brillant i un hàbil pamfletista, per la qual cosa va exercir una notable influència en els polítics i en la *intelligentsia* del seu temps i la de les generacions posteriors. Va popularitzar la idea que «la ciència és poder» –poder per controlar la natura i, si és possible, la societat també. En realitat, però, cap dels grans protagonistes de la revolució científica va tenir en compte el lema baconià: ni Kepler va formular les seves lleis sobre les òrbites dels planetes per facilitar els viatges interplanetaris, ni Galileu

va enfocar el seu telescopi cap a la Lluna per curar els llunàtics, ni Descartes va traduir la geometria a l'àlgebra per ajudar els agrimensors, ni Huygens va investigar els fenòmens òptics per proporcionar ulleres als miops, ni Newton va aplicar la llei de la gravitació a les marees per evitar naufragis. Tot i això, el fet històric és que la retòrica propagandista dels mateixos científics (genuïns) des de l'època de Bacon, la retòrica que utilitzaven i continuen emprant cada vegada més quan s'adreçaven o s'adrecen a caps d'Estat, ministres, periodistes, organitzacions filantròpiques, empresaris, etc., ha estat des de llavors la que es resumeix en el lema enfadós «la ciència és poder». Això no importaria gaire si es tractés només d'una jugada tàctica per obtenir una mica de diners per dur a terme un programa de recerca, o per aconseguir un cert prestigi social entre les persones al voltant dels científics que no tenen ni idea del significat del que ells estan fent. No obstant això, el problema és que, a la llarga, sembla com si els mateixos científics haguessin interioritzat, per dir-ho així, en llur subconscient, la retòrica baconiana, i cada cop més s'expressen com Bacon hauria volgut que s'expressessin. I així és possible que a la llarga això realment impliqui un canvi radical en l'autoimatge dels científics sobre el que és essencial en la seva tasca. Si aquesta tendència es consolida, el resultat final serà que la ciència es convertirà realment en el que fins ara mai havia estat, és a dir, només ciència aplicada, o sigui, tecnologia. I la ciència com a recerca d'un coneixement fonamental de la realitat, un coneixement *utilitàriament indiferent*, desapareixerà del panorama de la nostra cultura.

## 7/ L'estancament de l'esperit científic genuí

Crec que hi ha un símptoma inequívoc que revela que l'amenaça tecnològica que he identificat en les pàgines precedents està realment tenint efectes en l'actualitat. Aquest símptoma és el que podríem anomenar «el procés d'estancament progressiu» de la ciència en les últimes dècades. Potser el lector jutjarà que estic inventant l'espectre d'una catàstrofe que no es correspon amb la realitat. Comptat i debatut, tothom parla dels «grans progressos científics del segle xx». I admeto que, fins a cert punt, aquesta frase correspon a la realitat històrica. Després del segle xvii, l'altre *saeculum mirabilis* en la història de la ciència ha estat el segle xx. Ara bé, feta aquesta concessió, no s'ha d'oblidar que aquesta qualificació només és vàlida per a la primera meitat del segle xx o, estirant molt, per als dos primers terços del segle. Fixem una data convencional per orientar-nos: l'any 1966. I fem una simple comparació estadística entre les contribucions realment decisives i fonamentals al coneixement humà que es van fer abans d'aquesta data i després. Doncs bé, les dades històriques no ens enganyen –i són aclaparadores. En totes les disciplines podem constatar el mateix esquema: els grans descobriments i la formulació de noves teories revolucionàries van tenir lloc abans de l'últim terç del segle xx. Vegem-ho tot fent un recompte succint.

Comencem per les ciències formals: lògica i matemàtiques. Si ens fixem en les contribucions als fonaments d'aquestes dues disciplines que han estat veritablement revolucionàries i han determinat decisivament la nostra comprensió del que és essencial en elles, totes sense excepció van tenir lloc en els dos primers terços del segle xx: Bertrand Russell va descobrir la famosa paradoxa que porta el seu nom el 1901; entre 1910 i 1913, el mateix Russell, en col·laboració amb Alfred N. Whitehead, va publicar els *Principia Mathematica*, l'exposició monumental de la nova lògica matemàtica i la seva aplicació als fonaments de les matemàtiques; entre principis de segle i l'any 1930, Ernst Zermelo, John von Neumann i altres van axiomatitzar la teoria de conjunts tal com la coneixem avui; a la dècada de 1920, David Hilbert i els seus deixebles van desenvolupar una nova disciplina matemàtica, la teoria de la prova, que és de gran importància per als fonaments de les matemàtiques; a principis de la dècada de 1930, Gödel va demostrar els seus famosos teoremes de completesa i incompletesa, als quals ja m'he referit més amunt; el mateix Gödel va demostrar el 1940 la consistència (o sigui, la compatibilitat) de l'anomenada «hipòtesi del continu» respecte als altres axiomes de la teoria de conjunts; als anys 1940 i 1950, el grup de matemàtics anomenat «N. Bourbaki» va reconstruir totes les matemàtiques d'una manera unificada a partir de la teoria de conjunts; a la dècada de 1950, la teoria de les categories es va desenvolupar com una alternativa general a la teoria de conjunts; el 1963, Paul Cohen va demostrar que la hipòtesi del continu és independent dels altres axiomes de la teoria de conjunts; els anys 1950 i 1960, Alexander Grothendieck, que molts consideren el matemàtic més genial del segle xx, va publicar els seus treballs més revolucionaris sobre geometria algebraica i topologia, que li van valer la medalla Fields justament l'any 1966, el nostre «any frontissa»; es simptomàtic que, després d'aquesta data, les contribucions de Grothendieck fossin cada vegada menys nombroses i menys significatives, i que ell poc després es retirés voluntàriament de la investigació activa... I ara preguntem-nos: quines aportacions fonamentals hi ha hagut en matemàtiques des dels anys 1970? Sens dubte s'han obtingut resultats puntuals interessants, com ara certs desenvolupaments ulteriors en la teoria de les categories, o bé la prova del teorema de Fermat; però res que, per la seva transcendència, es pugui comparar, ni de lluny, amb les aportacions esmentades anteriors a 1966.

Considerem ara les ciències físico-químiques. Aquí el contrast entre els dos primers terços del segle xx i el que ha passat en l'últim terç d'aquest segle (i el que va del segle XXI) és encara més flagrant, si és possible, que en el cas de les ciències formals. Absolutament totes les grans teories sobre l'espai, el temps i la matèria que han revolucionat profundament la nostra comprensió de l'Univers van ser creades i confirmades els dos primers terços del segle. La teoria especial de la relativitat és de 1905; la de la relativitat generalitzada va ser formulada el 1915, i va ser confirmada el 1919 per Arthur Eddington i els

seus col·laboradors a través d'observacions astronòmiques molt precises; en astrofísica, la teoria del *big bang*, com a corol·lari de la relativitat generalitzada, va ser formulada per primera vegada per Georges E. Lemaître a la dècada de 1920 i confirmada empíricament per Edwin Hubble el 1929. Passem ara a una branca completament diferent de la física, la física quàntica: la primera versió de la mecànica quàntica es deu a Max Planck el 1900, i les versions definitives d'aquesta teoria, a saber, la mecànica de matrius de Werner Heisenberg i la mecànica ondulatoria d'Erwin Schrödinger, van ser construïdes, de forma independent i simultània, a finals de la dècada de 1920; a mitjans de la dècada de 1930, P. A. M. Dirac va establir les bases de l'electrodinàmica quàntica, que hauria de permetre, poc després, unificar la mecànica quàntica i la teoria especial de la relativitat; el MEFP, la teoria física més reeixida de la història, de la qual ja he parlat, es va anar construint gradualment a partir de 1956, quan Gell-Mann va introduir la noció d'*interacció feble*; el 1961, Glasgow va establir les bases per a la unificació dels fenòmens electrodinàmics amb la interacció feble; poc després, la hipòtesi dels quarks va ser formulada per Gell-Mann; finalment, la síntesi dels tres principals tipus d'interaccions (electromagnètiques, febles i fortes), justament el que des de llavors s'ha anomenat el MEFP, la devem essencialment als treballs de Weinberg i Salam, publicats el 1967 (només un any després del límit convencional que ens hem fixat).<sup>7</sup> És apropiat en aquest punt fer la següent observació: després que les tres interaccions bàsiques esmentades (electromagnètica, feble i forta) van ser unificades dins d'un únic marc teòric, precisament el MEFP, la majoria dels físics va pensar que n'hi hauria prou de fer un pas més i unificar aquestes tres interaccions amb l'última (i més antiga coneguda) de les interaccions bàsiques, a saber, la gravitació, de la qual, com és ben sabut, se n'ocupa una teoria molt diferent (ontològicament i metodològicament) del MEFP: la teoria general de la relativitat. Durant dècades des del darrer terç del segle xx, l'esperança dels físics ha estat que les dues teories puguin ser unificades, ja sigui perquè la teoria general de la relativitat acabí sent «reduïda» a alguna versió lleugerament modificada del MEFP, o bé perquè algun geni o grup de genis aconseguís dissenyar una nova «Gran Teoria» (l'enfadosa «teoria de qualsevol cosa»), que inclogués el MEFP i la teoria general de la relativitat com a casos especials, *i que sigui confirmada empíricament*. El problema amb aquest projecte, tanmateix, és que, si bé des de la dècada de 1970 s'han formulat certes concepcions en aquest sentit (com les diverses versions de l'anomenada «teoria de les cordes» o la idea dels «multiversos»), aquestes teories han resultat ser, per principi, inaptes per ser comprovades empíricament, com reconeixen els seus campions. Per tant, tals teories ja no formen part de la física, sinó de la *metafísica*...

7. Per a més detalls sobre el desenvolupament històric del MEFP, vegeu Moulines, 2016, 954-956.

Traslladem-nos ara, dins del camp de les ciències físico-químiques, a una branca de la química física que és, essencialment, independent de la física relativista i de la quàntica: la termodinàmica dels processos irreversibles, una disciplina fonamental per a la comprensió dels processos químics i bioquímics. Aquesta disciplina va néixer els anys 1930 amb les anomenades «relacions recíproques» de Lars Onsager, i després va ser perfeccionada i consolidada pels treballs d'Ilya Prigogine els anys 1940 i 1950. Al nivell teòric, no s'ha desplegat cap nova concepció en la termodinàmica del no-equilibri des dels desenvolupaments innovadors de Prigogine i els seus deixebles immediats.

Resumim la situació recent de la recerca en les ciències físiques: no ha passat res de fonamentalment nou en física i química l'últim terç del segle xx, ni fins ara al segle XXI. Sens dubte s'han fet alguns descobriments significatius, com la detecció del bosó de Higgs el 2012, que va confirmar definitivament el MEF, o les primeres observacions (més o menys directes) de forats negres entre el 2016 i el 2019; però res d'això és comparable en amplitud, profunditat i caràcter innovador amb l'evolució de la física i la química dels dos primers terços del segle xx.<sup>8</sup>

Pel que fa a les ciències de la terra, el seu paradigma teòric fonamental segueix sent la teoria del desplaçament dels continents d'Alfred Wegener, formulada per primera vegada el 1912, i que va ser àmpliament acceptada poc després de la Segona Guerra Mundial. Des d'aleshores no ha sorgit cap nou paradigma en aquest domini.

Considerem ara l'evolució de les ciències de la vida els últims 120 anys. Sense entrar en detalls, n'hi ha prou de recordar que la formulació correcta de la genètica mendeliana i la seva confirmació empírica van tenir lloc al llarg dels primers 20 anys del segle xx, al principi amb les obres de William Bateson i Hugo de Vries, entre d'altres, però sobretot amb els impressionants resultats experimentals de Thomas H. Morgan i el seu grup al voltant de la Primera Guerra Mundial; la genètica de poblacions, que combina la perspectiva genètica amb la teoria de l'evolució, va néixer la dècada de 1930 per culminar al voltant de 1940 amb el que sovint s'anomena «la teoria sintètica» de la biologia, principalment es deu a Theodor Dobzhansky, Ernst Mayr i George Simpson; l'etologia va ser creada essencialment per Konrad Lorenz la dècada de 1930; James Watson i Francis Crick (tot basant-se en els estudis empírics previs de Rosalind Franklin) van desenvolupar el seu famós model de la doble hèlix i així van establir els fonaments de la genètica molecular al llarg de la dècada de 1950. I quin altre, o quins altres, grans paradigmes de

8. Pel que fa als forats negres, cal recordar que la seva existència ja havia estat prevista, sobre la base de la teoria general de la relativitat, per David Finkelstein el 1958: passaria més de mig segle abans que la seva realitat no es confirmés empíricament més enllà de qualsevol dubte.

la biologia han estat creats des d'aleshores o quins altres grans descobriments empírics s'han fet en les ciències de la vida? No cap.

En psicologia, el paradigma psicoanalític va florir abans de la Primera Guerra Mundial i el paradigma conductista poc després. La psicologia cognitiva té les seves arrels en l'assaig pioner de la teoria de les xarxes neuronals de Warren McCulloch i Walter Pitt, formulada el 1943, i després enriquida pels desenvolupaments en intel·ligència artificial de von Neumann i altres a partir de finals de la dècada de 1940. Avui es parla molt de les ciències cognitives com del nou gran paradigma científic; però en realitat tots els elements essencials de les ciències cognitives ja estaven presents abans de la fatídica data de 1966: simplement s'han anat muntant i refinant gradualment més tard. En qualsevol cas, això no és res d'essencialment nou. Com a màxim, podem parlar de la seva confirmació i precisió empírica gràcies a les noves tècniques d'imatgeria cerebral. En un llibre recentment aparegut, *The Idea of the Brain*, el neurobiòleg i historiador de la ciència, Matthew Cobb, resumeix la situació en les ciències cognitives amb una declaració apodíctica (i ben depriment): «Durant mig segle, no s'ha fet cap innovació conceptual significativa pel que fa a la nostra comprensió general del funcionament cerebral».<sup>9</sup>

Pel que fa a les ciències socials, em limitaré a fer una breu observació general per la següent raó. Suposo que el lector està familiaritzat amb l'esquema diacrònic meta-científic proposat per Thomas S. Kuhn a *L'estructura de les revolucions científiques*, de 1962, per aprehendre l'essencial de l'estructura del desenvolupament de la ciència al llarg de la Història. En aquest assaig, Kuhn argumenta que una disciplina es pot considerar ben establerta quan la recerca dins seu es regeix *per un únic paradigma*, és a dir, quan hi ha acord en la comunitat científica rellevant sobre tres elements, a saber: 1) quins són els conceptes i principis més fonamentals, 2) quins mètodes s'han d'emprar per resoldre els problemes específics de la disciplina en qüestió, i 3) quins són els temes realment importants. Basant-se en aquest esquema, Kuhn va argumentar poc temps després de la publicació del seu famós assaig que les ciències socials encara estaven, en el moment en què ell va exposar la seva anàlisi, en una etapa «preparadigmàtica», atès que la situació en què aquestes disciplines es trobaven en aquell moment no es corresponia amb un acord entre els científics respecte als tres elements paradigmàtics esmentats. No obstant això, quan va exposar aquesta avaluació a la dècada de 1960, Kuhn va insinuar que aquesta situació canviaria aviat, almenys en algunes disciplines de les ciències socials, és a dir, en aquelles que aviat assolirien l'etapa paradigmàtica de maduresa. Doncs bé, crec que si som honestos, tant si som practicants d'alguna ciència social, com si no ho som, hem d'admetre que la situació segueix sent la mateixa gairebé seixanta anys després de la predicció

9. Reproduït a Ball, *op. cit.*, p. 31 (traducció de l'autor).

kuhniana. A dia d'avui, la predicció (cautelosa) de Kuhn ha quedat rebutjada. En algun moment va semblar que, en lingüística, el model chomskià de les gramàtiques generatives-transformacionals prevaldria finalment com *el* paradigma de la lingüística. Però el 2021 cal admetre que aquest no és el cas: hi ha multitud de lingüistes repartits per tot el món, lingüistes amb una bona reputació científica, que ni tan sols volen sentir parlar de gramàtiques generatives-transformacionals.

També de vegades es considera que l'economia ha assolit l'estatus de ciència paradigmàtica les últimes dècades. Tanmateix, això és plausible només si tenim en compte els desenvolupaments en microeconomia, i considerem que el paradigma en llur base és la teoria de les decisions combinada amb la teoria de jocs (teories que, per cert, es van establir ja a la dècada de 1950); però, d'altra banda, si fem una ullada a la macroeconomia (que és allò en què la gent pensa usualment a l'hora de parlar de teories econòmiques), hem de reconèixer que des de fa dècades encara hi ha una competència despietada entre almenys tres «paradigmes» o concepcions generals de l'economia: la clàssica-neoliberal promoguda per Friedrich Hayék entre altres, la keynesiana i la (cripto-)(neo-)marxista (de Thomas Piketty, per exemple). En el cas de les altres ciències socials (sociologia, etnologia, ciències històriques, etc.) encara és més evident que en la lingüística i l'economia la llunyania respecte d'un punt de maturació. En aquestes altres ciències socials, sens dubte es fan investigacions empíriques detallades, sovint ben recolzades en estadístiques sistemàtiques, però res que s'assembli a la construcció i acceptació d'un gran esquema teòric acceptat per tots. En definitiva, les perspectives de progrés genuïnament científic en les ciències socials, és a dir, de progrés basat en un paradigma universalment reconegut per a cada disciplina, no només no són millors que en l'època de Kuhn, sinó que avui dia fins i tot semblen ser pitjors...

## 8/ El diagnòstic de John Horgan sobre l'estancament de la ciència

És aquesta tendència cap a un estancament progressiu de l'esperit científic genuí un fenomen passatger, o bé té arrels històriques i socials més profundes? Malgrat el fet que aquest fenomen d'estancament salti a la vista, sorprèn constatar que pocs autors l'han analitzat en detall. De fet, conec només un autor que ho ha fet de manera sistemàtica: el periodista científic i historiador de la ciència, John Horgan, al seu llibre *The End of Science: Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age*.<sup>10</sup> La seva tesi bàsica és que la ciència s'està aturant en tots els àmbits a causa d'un doble procés intern, un

10. La primera edició d'aquest llibre és de 1996; la segona, àmpliament revisada i completada, de 2015.



procés, per dir-ho així, immanent al desenvolupament científic: d'una banda, en determinades àrees, com la física de partícules o la biologia molecular, ja s'han descobert les lleis més fonamentals imaginables i no és plausible suposar que hi ha altres lleis encara més fonamentals, que suposadament serien darrere (o per sota) de les ja descobertes; és a dir, les teories fonamentals d'aquestes disciplines ja estan perfectament consolidades i confirmades *ad vitam aeternam*, i per tant només queden per resoldre qüestions de detall. Però, d'altra banda, des d'una perspectiva més global, sembla que el desenvolupament científic en tots els àmbits ja ha col·lidit, o està col·lidint, amb els límits insalvables del coneixement humà, límits inherents a les capacitats cognitives dels éssers humans. És a dir, fins fa unes dècades, els problemes estudiats pels científics podien ser difícils d'abordar, però no eren insolubles: al final sempre sorgia un geni o un grup de genis científics que aconseguien resoldre'ls amb una nova teoria altament complexa. Tanmateix, segons Horgan, a partir d'una certa etapa de desenvolupament inherent a la ciència, la complexitat dels fenòmens abordats resulta ser d'un grau tan elevat que escapa a les possibilitats intel·lectuals humanes. Ja no és imaginable cap Darwin, cap Hilbert, cap Einstein, cap Escola de Copenhaguen, que aconseguixin abordar-los amb èxit. En resum, la doble tesi de Horgan és la següent: o bé la ciència ha arribat a formular lleis i teories tan fonamentals que no és imaginable res de més fonamental, o bé, quan aquest no és el cas, és perquè la ciència s'ha enfrontat irremeiablement amb els seus límits intel·lectuals inherents.

Assenyalem, tanmateix, que no és la primera vegada en la història de les idees que els representants d'una determinada disciplina tenen la impressió, o bé que ja s'hi han resolt totes les qüestions fonamentals, o bé que la disciplina en qüestió s'enfronta als límits inherents al coneixement científic. Pel que fa a la primera impressió, l'exemple més notori és l'estat d'ànim de molts físics de l'últim terç del segle XIX, que creien que, en física, ja s'havien descobert totes les lleis fonamentals, i que només romanien petits problemes de detall per resoldre.<sup>11</sup> Al mateix temps, més o menys a la mateixa època, la creença que s'havien assolit els límits insalvables del coneixement científic estava en voga entre molts intel·lectuals i científics europeus, primer als països de parla alemanya, i després de manera encara més pronunciada a França. En aquest sentit, recordem el gran fisiòleg suís Emil du Bois-Reymond, que, referint-se en una conferència a les qüestions bàsiques sobre l'essència de

11. En aquest sentit, és ben coneguda l'anècdota, relatada per Max Planck en la seva autobiografia, relativa que, quan era jove, el seu professor de física, Philipp von Jolly, el volia descoratjar vehementment de dedicar-se a la física, ja que, segons ell, en aquesta disciplina tots els problemes essencials ja eren resolts (vegeu també Störig, 2016, 700). La ironia de la història és que, algun temps més tard, seria el mateix Planck qui, amb la seva teoria dels *quanta*, desmentiria de la manera més flagrant imaginable l'opinió descoratjadora (i terriblement equivocada) del seu antic mestre...

la matèria, la vida i la consciència, va formular la famosa frase: *Ignoramus et ignorabimus* («Ignorem i ignorarem») (Du Bois-Reymond, 1872: 464). Les últimes dècades del segle XIX, alguns intel·lectuals francesos, científics o filòsofs, van anar més enllà i van popularitzar l'eslògan de la «bancarrota de la ciència».<sup>12</sup> Avui dia gairebé ningú recorda tot allò (ja sigui la suposició que no hi havia res d'interessant en la física per ser descobert, o que la ciència en general havia fet fallida), perquè uns anys més tard, a principis del segle XX, les persones amb un mínim bagatge intel·lectual van ser testimonis de desenvolupaments molt impressionants en les ciències pures, com el floriment de la lògica matemàtica, la consolidació de la teoria de conjunts, la concepció i confirmació de les teories de la relativitat i de la física quàntica, així com de la genètica i la teoria sintètica en biologia. Davant d'aquesta constatació històrica, podem preguntar-nos si el pessimisme actual de Horgan pel que fa al desenvolupament inherent a la ciència no és el resultat de la mateixa miopia que la del mestre de Planck, Philipp von Jolly, o la de Du Bois-Reymond i els «bancarrotistes» francesos de 1890.

Dit això, comparteixo amb Horgan la seva detecció dels símptomes d'estancament científic les últimes dècades, i el fet d'haver estat el primer a detectar-los de manera clara i sistemàtica és un mèrit que no vull subestimar en absolut. Però no estic d'acord amb la seva etiologia del fenomen. No crec que sigui una evolució inherent (i insalvable) de l'esperit científic que ha portat a aquest estancament, com tampoc no ho va ser en l'època de Jolly, Du Bois-Reymond o els «bancarrotistes» de finals del segle XIX. La raó principal del meu desacord amb Horgan és una constatació metahistòrica: és altament inversemblant que totes les disciplines científiques hagin desembocat en un cul-de-sac alhora, és a dir, les últimes dècades del segle XX. Per quin miracle metahistòric i metacientífic tota una sèrie de disciplines que no tenen res o molt poc a veure entre si, des de les matemàtiques fins a l'etologia, passant per la física, la química, la geologia i la biologia, s'han trobat amb els seus propis límits al mateix temps, quan els seus respectius períodes de desenvolupament són òbviament molt dispersos? Recordem: les matemàtiques com a disciplina científica existeixen i s'han desenvolupat des del segle VI a. C. (és a dir, durant vint-i-cinc segles); l'astronomia científica, des del segle IV a. C. (és a dir, durant vint-i-tres segles); la física, des del segle III a. C. (és a dir, durant vint-i-dos segles); la química, des de principis del segle XVII (és a dir, durant quatre segles); la biologia des de principis del segle XIX (és a dir, durant dos segles); la psicologia (científica) des de finals del segle XIX (és a dir, durant poc més d'un segle)... De cap manera és plausible suposar que totes aquestes disciplines, tan diferents entre si tant pel seu contingut com per la durada de llur transcurs històric, hagin patit una implosió immanent

12. Aquest fenomen històric és ben descrit a Otero, 2011, especialment a les pàgines 81-82.

al seu desenvolupament, xocant amb el mateix mur i amb la mateixa «fallida» simultàniament.

## 9/ Vers una explicació externalista de l'estancament de la ciència

L'explicació horganiana del procés d'estancament científic, una explicació que apel·la a factors inherents a les mateixes disciplines científiques, i que, per tant, representa una explicació internalista de *l'impasse* detectat, no és, doncs, plausible. Cal cercar una altra explicació. Poc abans de la Segona Guerra Mundial, el gran fisiòleg i genetista J. B. S. Haldane havia pressentit que s'estava configurant un fenomen nou en la percepció pública de la ciència que podria tenir conseqüències negatives a llarg termini. Heus ací les seves preocupacions premonitòries:

«Crec que és ben possible que, a mesura que els ideals de la ciència pura esdevenen cada vegada més allunyats dels ideals del públic en general, la ciència tendirà a degenerar cada vegada més en una tecnologia mèdica i d'enginyeria, similar a com l'art pot degenerar en la mera il·lustració i la religió en el mer ritual quan perden llur resplendor vital» (Haldane, 1937: 133).

Hi ha autors que de vegades semblen tenir una «antena màgica» per preveure desenvolupaments socioculturals en un futur més o menys llunyà –i Haldane és evidentment un d'ells. Trobo més apropiada la seva premonició del que *podria* passar amb la ciència pura en el futur que el diagnòstic presentat per Horgan (seixanta anys després) del que li *està* passant els últims temps.

Per la meua banda, tot seguint les petjades premonitòries de Haldane, em proposo advocar per una doble explicació *externalista* d'aquest fenomen, una explicació que apel·la a dos factors, lògicament independents l'un de l'altre, però que en la pràctica de la ciència i del seu entorn social representen dos factors que es reforcen mútuament: d'una banda, el tecnologisme al qual ja m'he referit anteriorment; d'altra banda, allò que es pot anomenar *l'esperit competitiu* en la pràctica científica. El primer factor ja l'he comentat abundantment abans. Ara vull descriure el segon factor. En lloc de considerar la ciència de la manera clàssica com una empresa de col·laboració entre científics per aconseguir la veritat, o almenys apropar-s'hi, l'esperit competitiu considera que el progrés científic depèn d'una competència ferotge entre científics, ja sigui individualment considerats, o en grups reduïts –una competència pel prestigi i/o el finançament per part de l'Estat, d'organitzacions filantròpiques o de les grans empreses. I els barems per aconseguir el prestigi i/o el finançament desitjats són essencialment dos, que no tenen res a veure amb la persecució de la veritat o el coneixement objectiu de la natura, a saber: 1) el nombre de publicacions a l'any del científic o grup de científics en qüestió en revistes reconegudes internacionalment en el gremi (gairebé sempre revistes publicades al món anglosaxó); i 2) el nombre de vegades que

l'autor en qüestió és citat per altres autors a les revistes reconegudes. Si bé el primer barem ja tenia certa importància per al prestigi dels científics en temps passats, la seva importància ha augmentat exponencialment les últimes dècades. El segon barem, que podem anomenar «citalògic», és característic del desenvolupament de la recerca científica en l'actualitat, i és cada vegada més significatiu. La *citalogia* és una branca ben desenvolupada de la sociologia actual de la ciència, destinada a assessorar les autoritats estatals o empresarials que financen projectes científics. Com a disciplina metacientífica, la *citalogia* es va anar creant des dels anys 1970/1980, però va ser principalment a partir de la difusió d'internet i de l'anomenada *web of science* que es va convertir en una eina ineludible per a l'avaluació de la recerca de qualsevol científic (almenys en les ciències regides per paradigmes ben consolidats). El 2005, el físic Jorge Hirsch va encunyar l'anomenat «índex *h*», suposadament destinat a reflectir quantitativament i objectivament la productivitat de cada científic, basant-se en el nombre de les seves publicacions i l'enregistrament de les seves cites.<sup>13</sup> Des de llavors, l'índex *h* s'està utilitzant cada vegada més per avaluar la trajectòria dels científics. És evident que, en aquestes circumstàncies, cada investigador, en constant competència amb els seus col·legues de la mateixa àrea científica, estarà particularment interessat a augmentar contínuament el seu índex *h*, si és possible per sobre de l'índex *h* dels seus col·legues, als quals ja no pot veure com a *cooperants*, tal com pressuposa la visió tradicional de la ciència, sinó com a *competidors* perillosos; això significa publicar ràpidament un nombre creixent d'articles sobre temes consagrats, que siguin reconeguts com a tals pels *peer reviewers* de les revistes pertinents en la disciplina. I, per tant, l'última cosa que se li acurirà avui a un jove científic que intenta consolidar la seva carrera, és deixar de publicar durant anys per invertir tota la seva energia en la investigació sobre un tema difícil i/o esotèric, que probablement serà poc conegut pels seus *peer reviewers* de les revistes especialitzades, una investigació per la qual ha d'afrontar un risc significatiu de fracàs. Sota aquesta nova visió de la professió científica, cap investigador es pot permetre, com van fer Newton o Darwin en llur temps, deixar en el calaix llurs resultats vint anys abans de publicar-los, quan finalment van quedar convençuts de la seva solidesa. Com bé assenyalen David Chavalarias i Philippe Huneman en un article recent, «l'efecte pervers de la incitació professional a la publicació condueix gairebé mecànicament a una caiguda global de la qualitat de la producció científica».<sup>14</sup>

13. En essència, l'índex *h* es calcula comptant el nombre *n* d'articles publicats per un autor que han estat objecte de *n* o més cites d'altres autors segons les dades registrades cada any a la *web of science*.

14. Chavalarias, Huneman, 2020: 4 (traducció de l'autor). L'anàlisi despietada i inquietant d'aquests dos autors s'adreça essencialment als responsables de la política científica de França; però és obvi que llurs constatacions són universalment vàlides.

L'esperit competitiu és, per tant, un dels responsables empíricament observables de l'*impasse* actual de la investigació científica. Tanmateix, al meu entendre, no és l'únic, i potser ni tan sols el més decisiu. L'altre és l'esmentat tecnologisme. Des d'un punt de vista estrictament lògic, l'esperit competitiu i el tecnologista són independents l'un de l'altre. Però *de facto*, sociològicament parlant, van de la mà. De fet, és evident que la pressió competitiva per aconseguir finançament de l'Estat o del sector privat usualment provocarà que un jove investigador que iniciï la seva carrera acadèmica en una determinada àrea de recerca intenti «vendre el seu producte» a les autoritats pertinents assenyalant les perspectives prometedores, directes o indirectes, que la seva recerca ha de proporcionar a la tecnologia (instrumental o terapèutica). El seu argument sempre seguirà l'esquema: «Senyores i senyors de la instància X o Y: malgrat que a primera vista pot no ser patent, si vostès estan disposats a finançar la meua investigació, això a curt o mitjà termini portarà grans beneficis materials als ciutadans en general (o als accionistes de la seva empresa)».

Fins fa unes dècades, el lema «La ciència per la ciència», que és un derivat del lema «El coneixement pel coneixement», vàlid almenys des de l'antiguitat clàssica, era acceptat per qualsevol persona mínimament educada. Això és cada vegada menys el cas. Paradoxalment, dos eslògans estructuralment anàlegs, «L'art per l'art» i «L'esport per l'esport», molt més recents (segles XIX i XX, respectivament), gaudeixen actualment d'una acceptació molt més gran que el primer, molt més antic. A aquest últim se li oposa cada vegada més l'esperit tecnologista, aliat a l'esperit competitiu als centres de recerca científica. Podríem dir que en això consisteix la revenja tardana de Francis Bacon. Em sembla clar que l'interès gairebé exclusiu per la ciència aplicada per part del públic en general, dels polítics, de les organitzacions filantròpiques, dels periodistes, així com d'una fracció creixent de joves que inicien una carrera científica, indubtablement no és pas un factor positiu per a la promoció de l'esperit científic tal com l'hem conegut des de l'antiguitat, o almenys des del segle XVII; és més, aquest interès tecnologista *no* és precisament un factor que permeti superar l'estancament actual de la ciència; al contrari, aguditzarà el fenomen i debilitarà el principi de la ciència per la ciència. I, per tant, no és inversemblant imaginar que si, d'ací cent anys (suposant que llavors encara existeixi la civilització humana), algú preguntés a un historiador de la ciència quina ha estat la naturalesa del desenvolupament científic al segle XXI, aquest historiador respongui: «Aquest ha estat un gran segle per als avenços de la ciència aplicada»; però que si encara hi hagués algú que s'atrevis a preguntar-li: «I ara sabem essencialment més coses sobre la constitució del món que fa cent anys?», l'historiador en qüestió repliqués: «No; això ja no interessa a ningú; el que ens interessa avui és només promoure el benestar material de la gent». I amb això assistiríem al triomf definitiu del profeta Francis Bacon, el temible adversari de l'esperit genuïnament científic...

## Bibliografia

- BACON, Francis (1949), *Novum Organon* (traducció al castellà de R. Frondizi), Buenos Aires: Losada.
- BALL, Philip (2019), «Science must move with the times», *Nature*, 575: 29-31.
- CHAVALARIAS, David, HUNEMAN, Philippe (2020), «Mirage de l'excellence et naufrage de la recherche publique», *AOC*, 16.09.20, 2020: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03103192>
- DU BOIS-REYMOND, Emil (1872), *Über die Grenzen des Naturerkennens*, Leipzig: Verlag von Veit.
- HALDANE, J.B.S. (1937), «The Place of Science in Western Civilization», *The Inequality of Man and Other Essays*. Londres: Pelican Books.
- HORGAN, John (2015), *The End of Science: Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of The Scientific Age*, 1a edició: Reading: Addison-Wesley, 1996; 2a edició revisada i augmentada: Nova York: Perseus Books.
- KOESTLER, Arthur (1959), *The Sleepwalkers. A history of man's changing vision of the Universe*, Londres: Hutchinson.
- MOULINES, C. Ulisses (2016), «Las ciencias básicas en el siglo xx», *Apèndix a Störig, Historia Universal de la ciencia* (vegeu més avall), 2016: 933-964.
- OTERO, Mario (2011), «Apuntes sobre la "bancarrota" de la ciencia circa 1900», *Llull*, 34/73: 81-100.
- PLUTARC (1962), *Vidas paralelas* (trad. al castellà d'A. Ranz Romanillos), Barcelona: Vergara.
- STÖRIG, Hans Joachim (2016), *Historia Universal de la Ciencia* (traducció al castellà de M. Abella Martínez), Madrid: Tecnos.