

# REPTES ACTUALS DE LA HISTORIOGRAFIA DE LA TÈCNICA: HERÈNCIA DELS CLÀSSICS I NOUS ENFOCAMENTS

**ANTONI ROCA ROSELL**

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA

ORCID: 0000-0003-1374-8432

*Resum: En aquest treball, l'autor fa una revisió d'algunes de les fites en la historiografia de la tècnica, una disciplina relativament recent, però que ha adquirit una gran projecció. Les diverses experiències historiogràfiques han obert molts camins, però molts d'ells estan encara sense recórrer. La història social de la tècnica es va imposar molt aviat, però amb visions diferents. Quant als reptes actuals, mencionem, entre d'altres, aprofundir en els orígens de la professionalització de la tècnica, analitzar nous casos d'interrelació entre ciència, tècnica i medicina, conèixer i interpretar la relació de tècnica i gènere, estudiar les opcions tècniques i la sostenibilitat.*

*Paraules clau: història de la ciència; història de la tècnica; ciència, tècnica i medicina; tècnica i gènere; tècnica i medi ambient*

---

*Abstract: In this work, the author reviews some of the milestones in the historiography of technology, a relatively recent discipline, but which has acquired great prominence. The various historiographical experiences have opened many paths, but many of them are still untrodden. The social history of technology prevailed very early, but with different visions. Regarding our current challenges, we mention, among others, delving into the origins of the professionalization of technology, analyzing new cases of interrelation between science, technology and medicine, knowing and interpreting the relationship between technology and gender, studying the technological options and sustainability.*

*Key words: history of science, history of technology, science, technology and medicine; technology and genre; technology and environment*

---

\* Correspondència: [antoni.roca-rosell@upc.edu](mailto:antoni.roca-rosell@upc.edu)

## Per començar

Em vaig iniciar en la història de la tècnica per dos camins, que resultaren convergir en una mateixa línia. D'una banda, com a estudiant de física, m'havia interessat la història de la física —una branca molt rellevant de la història de la ciència—, i, poc després, vaig participar en la recuperació de la col·lecció de publicacions i documents d'Esteve Terradas Illa (1883-1950). Terradas era físic i matemàtic, però, per entendre la seva trajectòria, calia tenir en compte que també era enginyer (industrial i de camins). D'altra banda, vaig entrar en contacte amb Guillermo Lusa Monforte, de l'Escola d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), que es proposava aprofundir en la història de l'escola, creada el 1850, tot i que amb arrels més antigues. La col·laboració amb Lusa em portà directament a la història de l'enginyeria.

Al mateix temps, vaig contactar amb la Sociedad Española de Historia de la Ciencia, al primer congrés de la qual, el 1978, vaig presentar un treball sobre Terradas i la física quàntica. La societat em va donar una oportunitat de conèixer els investigadors que treballaven a Espanya. Com a resultat d'això, vaig conèixer el projecte dirigit per José María López Piñero a través del seu col·laborador Víctor Navarro Brotons. Aquest projecte anava dirigit a l'activitat científica i tècnica a l'Espanya dels segles *xvi* i *xvii*. S'hi integrava, de manera prou innovadora, ciència, tècnica i medicina. En la mateixa època vaig llegir la *Historia de la ciencia española* de Joan Vernet, publicada per l'Instituto de España el 1975. Vernet, que acabà el seu estudi al segle *xix*, dedicava un capítol específic a la tècnica de cada període considerat. El treball de Vernet és d'una gran erudició, fruit de les concepcions sartonianes del seu autor.

Els meus primers referents internacionals foren John D. Bernal (1953), en la traducció castellana de 1973, amb el seu estudi sobre la tècnica al segle *xix*; Arnold Pacey, amb el seu llibre de 1975 traduït el 1980 al castellà, *Laberinto del ingenio*, i els dos volums de l'obra dirigida per Melvin Kranzberg i Carroll Pursell (1967). Tots aquests llibres figuraven al catàleg de la biblioteca de l'ETSEIB, llavors dirigida per Guillermo Lusa. A l'Escola, es rebia *Technology & Culture*, la revista fundada per Kranzberg i publicada per la Society for the History of Technology. Bernal, Pacey, Kranzberg i Pursell tenen un element molt destacat en comú: un enfocament cultural de la tècnica, més enllà de les qüestions d'evolució tècnica (sense renunciar a analitzar-les). La tècnica es veu en aquests autors com un element característic de la societat, en mans de treballadors i experts, però immersa en un context econòmic, productiu, amb les consegüents tensions polítiques i socials.

Tinc la impressió que en els orígens moderns de la historiografia de la tècnica s'havien salvat alguns «obstacles» de la historiografia de la ciència, com ara els enfocaments internalistes i el cientisme. És cert que, tenint en compte la proximitat entre els historiadors de la tècnica i els professionals de l'enginyeria o l'arquitectura, hi ha l'ombra de la identificació de progrés social i progrés tècnic i la temptació de la tecnocràcia. A les entitats que promouen la història de la tècnica, però, aquestes visions foren descartades (en general, ataca-

des, i, per descomptat, estudiades) des de la seva fundació. D'altra banda, des del món de la història econòmica s'han fet estudis d'un gran interès, donat que la tècnica juga un paper molt destacat en les empreses i, en general, en la producció. Això, però, es dibuixa l'estudi de la tècnica abans del capitalisme. D'altra banda, en alguns casos es presenta la tècnica com la característica principal dels períodes, com ara «l'era del vapor» o «de l'electricitat», sense tenir en compte els contextos d'aquestes fonts d'energia.

## Orígens

La historiografia de la tècnica<sup>1</sup> és una disciplina relativament recent, que ha consolidat la seva configuració en els darrers 75 anys. En aquest sentit, el seu desenvolupament tingué lloc unes poques dècades més tard que la historiografia de la ciència.<sup>2</sup>

Els antecedents de la historiografia de la tècnica es troben, d'una banda, a les recopilacions d'invents, coneixements i màquines que tenien per objectiu facilitar-ne el coneixement i l'accés. Coneixem recopilacions d'aquestes des de l'Antiguitat. Una de les més rellevants i llargament pervivent és *De Architectura libri X* de Vitruvi, escrita probablement cap a l'any 15 abans de la nostra era; el llibre de Vitruvi es copià generació rere generació i fou imprès al segle xv. L'obra és un tractat d'arquitectura i de construcció, amb una visió global que inclou els edificis, la seva utilitat, la seva estètica, els instruments de mesura i geodèsics i, a més, els serveis, com ara les conduccions d'aigua, el drenatge, les bombes, la calefacció, etc. En aquest sentit, recull innovacions tècniques d'autors de l'Antiguitat com Arquimedes, Heró d'Alexandria o Ctesibi.

Al Renaixement es publicaren «teatres de màquines», uns llibres que també recollien els principals invents, sempre amb una orientació d'espectacle, probablement una condició que posaven les editorials. Algun d'aquests reculls tècnics no s'imprimiren, com és el cas de *Los veinte y un libros de los ingenios, y máquinas de Juanelo*, una compilació del segle xvi ordenada per Felip IV,<sup>3</sup> l'autoria de la qual s'ha discutit: la menció a Juanelo en el títol va fer pensar que es tractava d'una obra de Juanelo Turriano; tanmateix, els estudis l'han acabat descartant; Nicolás García Tapia ha proposat Pedro Juan de Lastanosa (1527-1576) com a autor més probable, però la controvèrsia no s'ha tancat.<sup>4</sup>

1. Seguint la concepció del malaurat Manolo Silva (1951-2022), preferim parlar de «tècnica» que de «tecnologia», un anglicisme que, en general, no és clarificador.

2. Per la història de la ciència, podem posar com a referència la creació de la History of Science Society (HSS), el 1924. En les dècades anteriors, diverses persones portaven endavant projectes historiogràfics personals. Un d'ells, el de George Sarton, desembocà en la HSS. Entre d'altres referències, vegeu Durbin (ed.) (1984), principalment els treballs d'A. Thackray i de C. Pursell.

3. Se'n conserven tres versions, a El Escorial, Florència i Barcelona, que presenten alguna diferència.

4. Vegeu diferents treballs de Nicolás García Tapia i José Antonio García Diego. Una referència pot ésser el que conté el volum sobre el Renaixement de *Técnica e Ingeniería en España*, l'obra coordinada per Manuel Silva. Aquest volum és accessible a la xarxa: <https://www.raing.es/coleccion-tecnica-e-ingenieria-en-espana/el-renacimiento-de-la-tecnica-imperial-y-la-popular/>

Aquest tipus de compilacions evolucionaren cap a textos que apleguen els coneixements tècnics en un determinat camp. Vegeu, per exemple, l'obra *A Century of the Names and Scantlings of such Inventions* del Marquès de Worcester, un manuscrit de 1665, editat per Charles F. Partington el 1825. Partington (mort el 1859?), expert en mecànica i química, era un professor de diverses institucions de Londres, prèvies a la creació de la Universitat de Londres. Aquesta literatura de compilacions derivà en manuals més específics com ara el de Robert H. Thurston, *A History of the Growth of the Steam-Engine*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1878, on la presentació històrica és més un mètode expositiu que no pas una anàlisi del passat. Aquest tipus d'obres —recopilacions de desenvolupaments tècnics presentats cronològicament— fou molt emprada en ambients d'ensenyament. Thurston (1839-1903) era professor d'enginyeria mecànica al Stevens Institute of Technology, a New Jersey, una de les primeres escoles d'enginyeria dels Estats Units.

Al segle XIX, a més de desenvolupaments tècnics, s'inicià un procés d'identificació de les professions tècniques. En el cas de la Gran Bretanya, considerat el bressol de la revolució industrial, es donava la paradoxa que els «grans» enginyers tenien una formació acadèmica nul·la, en part per l'orientació de les universitats angleses que marginaven i gairebé exclouïen totes les disciplines pràctiques.<sup>5</sup> En aquest context, Samuel Smiles (1812-1904), periodista i activista escocès, publicà a partir de 1852 obres generalment biogràfiques dels grans enginyers britànics, amb la clara intenció de rescatar-ne la memòria.<sup>6</sup>

Una de les entitats pioneres en la historiografia de la tècnica, la Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology, vinculada amb el Science Museum de Londres i el Patent Office, fou creada el 1920. Inicialment, el centre d'interès de la societat era el coneixement de les contribucions tècniques britàniques i la seva influència al món des d'un punt de vista que podríem anomenar «internalista». Una de les figures que impulsà la societat fou Henry Winram Dickinson (1870-1952), enginyer mecànic, vinculat al Science Museum de Londres i autor d'estudis sobre la màquina de vapor i alguns dels seus principals contribuïdors al segle XVIII i principi del XIX: Thomas Newcomen, Robert Fulton, James Watt, John Wilkinson i Matthew Boulton.

D'altra banda, segons que ho explicà ell mateix, l'historiador de la medicina Charles Singer (1876-1960) havia establert una amistat amb Dickinson, amb qui coincidí en diverses ocasions —per exemple, al II Congrés Internacional d'Història de la Ciència celebrat a Londres el 1931— i, a causa d'aquesta relació, s'interessà per la història de la tècnica. Arran d'un encàrrec d'una de les més importants empreses químiques britàniques, la ICI (Im-

---

5. No fou el mateix a les universitats escoceses que, de tota manera, no tenien el mateix reconeixement que Oxford i Cambridge, les dues úniques universitats angleses fins a la segona meitat del segle XX. Vegeu, entre d'altres, els clàssics Cardwell (1957) i Buchanan (1989).

6. Fou, en certa manera, el Giorgio Vasari de la tècnica. D'altra banda, Smiles és considerat com l'iniciador dels llibres d'autoajuda.

perial Chemical Industries) Singer dirigi *A History of Technology*, la primera obra moderna de síntesi d'història de la tècnica, en 5 volums que abasten des de l'antiguitat fins a 1900,<sup>7</sup> que aparegueren entre 1954 i 1958. Hi trobem treballs específics sobre tecnologies de cada una de les èpoques, centrats en la seva interpretació tècnica, de vegades sense aprofundir en el context, una de les crítiques que de seguida se senyalaren. Tanmateix, en les dotzenes de treballs hi ha contribucions de diversa orientació. Apuntem només l'estudi sobre instruments científics de l'antiguitat preparat per Derek John de Solla Price (1922-1983), el físic anglès establert als Estats Units que fou un propulsor de la història social de la ciència i de la tècnica.

Podem adonar-nos de l'impacte de l'obra dirigida per Singer en el fet que l'òrgan de la llavors acabada de crear Society for the History of Technology (SHOT), *Technology & Culture*, dedicà monogràficament un número de 1960 (volum 1, núm. 4, tardor 1960) a comentar tots i cada un dels volums de l'obra, a més d'alguna temàtica concreta. Hi ha una presentació del promotor de la societat, Melvin Kranzberg, i una contribució del mateix Singer, que havia mort aquell mateix any. En les ressenyes trobem, per exemple, una anàlisi de Lynn White Jr., llavors ja un expert en tècnica de l'edat mitjana, que senyala que, tot i el detall d'algunes contribucions del volum, hi trobava algun error rellevant. Per exemple, menciona un treball de Pere Bosch Gimpera («excellent Catalan scholar») sobre molins a la península Ibèrica, publicat per l'Institut d'Estudis Catalans, que els autors no coneixien i que canviava clarament algun dels resultats. De fet, una altra de les crítiques, que el mateix Singer assumia, era el «centralisme» britànic i un cert descuit d'altres àmbits, com la Xina, el Japó i el món musulmà.

La SHOT havia sorgit dels mitjans d'enginyeria als Estats Units, on regnava una important preocupació per la formació dels tècnics, en part, per mantenir l'hegemonia que el país havia aconseguit. Melvin Kranzberg i els seus col·legues pensaven que aprofundir en la història de la tècnica donaria respostes al repte d'actualitzar l'educació tècnica. Un seguiment del que s'ha publicat a *Technology & Culture* podria mostrar el camí recorregut cap a l'anàlisi històrica de la tècnica, principalment —almenys inicialment— als Estats Units.<sup>8</sup>

Thomas Hughes, un dels fundadors de la SHOT, explicà els preparatius de la nova societat (Hughes, 2009). Confirma que Kranzberg tingué un paper decisiu, buscant persones de prestigi acadèmic reconegut, com Lynn White Jr.,<sup>9</sup> o persones influents en les entitats vinculades al món de l'enginyeria, un dels sectors amb qui inicialment es comptava per donar suport a la nova societat. Quan proposà la creació de la revista, alguns dels promo-

---

7. Posteriorment, l'any 1978 Trevor I. Williams —un dels col·laboradors de Singer, junt amb A. Rupert Hall— edità dos volums més, corresponents al període 1900-1950.

8. La revista *Technology & Culture* publica una secció titulada «Classics revisited», que hem emprat en alguns casos, on s'analitzen obres i autors que ja han assolit una gran projecció.

9. Vegeu Roland (2003), una reflexió sobre la contribució de White a l'estudi de la tècnica medieval.

tors posaren en qüestió que la revista incorporés «cultura» al títol, però finalment s'acceptà. Es discutí quins havien de ser els temes principals de la societat i s'adoptaren els següents: tècnica i ciència, tècnica i societat; tècnica i indústria; tècnica i les arts; l'enginyeria. Igualment intentaren posar-se d'acord en una definició de tècnica. Hughes (2009) explica la posició del grup inicial, entre les visions internalistes fins als partidaris d'estudiar-ne l'impacte social. La conclusió de Hughes (2009) és prou contundent:

Looking back on the founders' choice of problems, one is struck by their neglect of preindustrial-era crafts and their emphasis on big Machines and their products. The founders' hope that their essays and books would interest engineers is also notable. Not only were the founders male, but they indicated little interest in technologies which females had usually dominated. Nor were consumers seen as shaping technology.

En aquestes paraules de 2009, corresponents a una conferència en relació als 50 anys de la SHOT, Thomas Hughes destaca que, mentre en els inicis de la historiografia de la tècnica es buscava la «preeminència» i la projecció sobre els grups tècnics professionals, cinquanta anys més tard la SHOT era una organització de convivència, per facilitar la tasca i els debats dels investigadors. Al principi, interessaven les grans instal·lacions i els seus productes; els interessos femenins estaven completament absents i no es pensava que la tècnica la construeixen no solament els experts, sinó els difusors i els consumidors, en contextos socials i culturals complexos.

És interessant senyalar que Kranzberg i Carroll Pursell organitzaren un curs sobre història de la tècnica dedicat als oficials de l'exèrcit dels Estats Units, que aparegué el 1967 en dos volums, el segon dedicat íntegrament al segle xx (Kranzberg, Pursell (ed.), 1967). Amb participació de l'estol d'investigadors que s'estava consolidant als Estats Units, l'obra presenta una perspectiva general narrativa i crítica de tots els períodes de la història, amb una interessant aproximació social.<sup>10</sup>

Després de la SHOT, dins del marc d'UNESCO, el 1968 es creà l'International Committee for the History of Technology (ICOHTEC).<sup>11</sup> Inicialment era només un comitè de la Division of the History of Science (creada el 1947) de la International Union of History and Philosophy of Science. Fou la primera entitat d'història de la tècnica d'abast internacional. La SHOT, per exemple, tot i tenir membres d'arreu del món, és una entitat nord-americana. ICOHTEC es creà formalment a París —seu d'UNESCO—, però aplegà membres d'arreu del món, amb un interès clar pel diàleg internacional, cosa que es reflecteix en els càrrecs

---

10. Sobre l'origen de l'obra, vegeu Ceruzzi, 2009. Els editors espanyols promogueren la traducció del primer volum, que aparegué en dos volums, en part per l'enriquiment iconogràfic. Decidiren descartar, però, la història de la tècnica al segle xx.

11. Buchanan (2014) recorda que es fundà en l'endemig de l'aixecament del Maig de 1968 i el final de la Primavera de Praga per l'acció de l'exèrcit soviètic.

inicials, compartits per investigadors dels blocs de l'Est i de l'Oest. Fins el 1993, seguint la norma de la Division, la representació era per països, però es considerà que era més adequada l'afiliació individual. El primer simposi d'ICOHTEC se celebrà el 1970 i, poc a poc, acabà adoptant una periodicitat anual, com ho són, per exemple, els de la SHOT. El 1995, llançà la seva revista, *ICON*. El cert pes d'ICOHTEC es podria reflectir en el fet que el 2009 la Division va incorporar «and Technology» en la seva denominació (<http://dhstweb.org/>).

De fet, això responia a un moviment internacional per fer convergir la ciència, la tècnica i la medicina en un mateix camp d'estudi i d'anàlisi. La nostra Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica ja adoptà la història de la tècnica en el seu títol en ser creada el 1991.

---

**Principals societats d'història de la tècnica**

---

Any de creació	Nom	Lloc de creació	Òrgan
1920	Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology	Gran Bretanya	<i>The International Journal for the History of Engineering and Technology</i>
1958	Society for the History of Technology (SHOT)	Estats Units	<i>Technology &amp; Culture</i>
1968	International Committee for the History of Technology (ICOHTEC)	França (UNESCO)	<i>ICON</i>

---

### Treballs pioners

Les històries de la tècnica sorgiren, com hem dit, de recapitulacions o revisions en textos o manuals tècnics. En aquesta literatura hi havia (en certa manera, hi ha) una concepció de progrés tècnic, és a dir, que la tècnica és un procés de *millorament* gairebé inevitable. Dit d'altra manera, la valoració social era esbiaixada, els errors o retrocessos, amagats. De fet, els antecedents històrics servien (serveixen!) com a justificants dels èxits presents.

La necessitat d'una perspectiva historiogràfica per analitzar la tècnica en la història donà lloc aviat a contribucions molt rellevants. Senyalem, en primer lloc, la de Bertrand Gille (1920-1980), autor d'estudis sobre els tècnics a l'Antiguitat i al Renaixement i, sobretot, d'una «síntesi»<sup>12</sup> d'història de la tècnica dins la col·lecció de clàssics «La Pléiade» (Gille, ed., 1978). Aquesta síntesi de Gille presentava una concepció historiogràfica que acabà tenint un gran impacte, el *sistema tècnic*. Amb l'exemple de la màquina de vapor, Gille mostrava que el desenvolupament tècnic no se circumscriu als objectes, sinó que calia incloure'l en un sistema, incloent elements purament tècnics, però també científics i socials.

---

12. Posem cometes perquè el volum, en format A6 té més de 1500 pàgines amb paper bíblia.

Bertrand Gille havia fet treballs d'història econòmica i treballava com a arxiver als Archives Nationales de França. Els seus treballs tingueren un ressò important fora de França, com ho mostra que rebé la medalla Leonardo da Vinci el 1970. Li reconeixien els seus estudis sobre l'enginyeria a l'Antiguitat i al Renaixement, mencionant, de manera paradoxal, que havia senyalat que Leonardo no havia estat un geni aïllat, sinó que pertanyia a una generació de tècnics molt creatius.

També a França, Maurice Daumas, investigador al Conservatoire National des Arts et Métiers, havia publicat una història «clàssica» de la tècnica, apareguda a partir de 1962 en cinc volums. Un dels objectius era contrastar amb tècnica francesa l'obra de Singer. Com en aquest llibre, hi trobem molta informació, potser no sempre prou contextualitzada.

Una qüestió que, com hem vist, sorgí molt aviat és la vinculació entre la ciència i la tècnica. Alguns autors, fent una extensió anacrònica d'una situació del segle xx, consideraven que la tècnica era ciència aplicada. Això, a més, podia semblar una manera de dignificar la tècnica.

En la història britànica, com hem vist, destacava el fet que els tècnics eren sovint il·lustrats, persones hàbils i creatives sense formació acadèmica. En l'àmbit francès, en canvi, amb l'existència de cossos tècnics d'estat amb un perfil científic molt destacat semblava que l'associació entre ciència i tècnica era molt estreta.

D'una banda, a la Gran Bretanya es desenvolupà una literatura històrica per aprofundir en les relacions entre ciència i tècnica. Un dels productes més rellevants és l'estudi de Donald S. L. Cardwell de 1957. En el títol es parla de l'organització de la ciència a Anglaterra en el sentit dels esforços del món dels artesans, els enginyers i els empresaris per formalitzar científicament la seva activitat. Cal recordar que les dues úniques universitats angleses —Oxford i Cambridge—, abans de la creació de la Universitat de Londres el 1837, acollien de manera marginal la ciència i, encara més, la tècnica. La Universitat de Londres introduí un nou rumb en incorporar institucions tècniques, com la Royal Institution o els centres d'estudi de Manchester posteriorment convertits en universitat. És interessant tenir en compte que Cardwell aplegà el 1974 una sèrie d'estudis sobre els orígens d'aquesta universitat amb el títol *D'artesans a graduats* (Cardwell, ed., 1974). Per anar més enllà de les biografies de Smiles, ara amb l'interès de senyalar les vinculacions amb els coneixements científics, el 1969 Musson i Robinson publicaren un altre dels estudis de referència en aquest camp (Musson, Robinson, 1969).

Els estudis d'Arnold Pacey, ja en el seu primer llibre *The Maze of Ingenuity*, de 1975, se centraven a demostrar el paper de les idees i de l'idealisme en la història de la tècnica i, en particular, establia un lligam —per ell, clar, tot i que una mica especulatiu— entre la revolució científica i la revolució industrial (Pacey, 1975). Pacey iniciava la seva anàlisi en els constructors de catedrals, on un projecte ideològic feia convergir els recursos tècnics. Després, revisa la relació entre les matemàtiques, les arts, l'artesanía i la revolució científica. A continuació, en tractar la revolució industrial, senyalava el paper dels socialistes pioners,

com Robert Owen. Val a dir que Pacey inclou una perspectiva de la tècnica a països europeus generalment oblidats, com Espanya, i també de fora d'Europa, incloent Llatinoamèrica i Orient.

Des del camp del marxisme militant, John Desmond Bernal (1901-1971) havia arribat a la història de la ciència i de la tècnica, dins del seu activisme en favor del paper social de la ciència. Des del 1939, s'interessà igualment per les relacions entre ciència i tècnica, principalment al segle XIX, perquè, segons ell, és quan la ciència (en sentit estricte) havia començat a impulsar la tècnica, cosa que, al segle XX, segons ell, era ja una realitat massiva.<sup>13</sup> L'estudi social de la ciència i de la tècnica, seguint la petjada de Bernal, s'anomenà la «ciència de la ciència», amb contribucions prou rellevants. Maurice Goldsmith (1913-1997), seguidor de Bernal, creà i dirigí la Science of Science Foundation, més tard denominada International Science Policy Foundation. Arran de la seva creació, es publicà un recull de treballs d'autors molt representatius, com C. P. Snow (que fa una semblança de Bernal), Price i Bernal. Els treballs se centren en el 25è aniversari de la publicació de *The Social Function of Science* (Goldsmith, Macay, ed., 1964).

Snow havia pronunciat una conferència a Cambridge (la conferència Rede) on havia plantejat la separació de les «dues cultures», entre ciències i humanitats, un concepte que tingué i continua tenint una gran projecció (Snow, 1959). Aquesta denúncia de Snow, que anava dirigida a una reforma del sistema educatiu per equilibrar-lo en continguts, ha despertat diverses polèmiques, que no és el lloc per analitzar. Aquí el que cal senyalar és que quan a l'àmbit britànic (sobretot, anglès) es parla de ciència, s'inclou o s'adjunta la tècnica. De tota manera, la paraula «ciència» era (i és) vista de manera restringida (com ciència «pura») i es va desenvolupar una polèmica, per a mi fruit d'aquesta confusió, reclamant una tercera cultura, la tècnica... Un treball de David Edgerton (1996) se centra en aquest mateix malentès, en aquest cas sobre la tècnica a la Gran Bretanya en el període 1870-1970. En efecte, la varietat de formacions —universitàries o no— dels tècnics britànics creava una confusió en comparar les comunitats tècniques de Gran Bretanya amb les de diversos països del continent, especialment França i Alemanya.

### **El paper dels tècnics en la revolució científica i industrial**

La relació entre ciència i tècnica també va ser un dels eixos del treball de 1962 de Paolo Rossi (1923-2012), sobre els filòsofs i les màquines, un treball molt reeditat i traduït a moltes llengües, inclosa la castellana. Rossi (1962) considera que els artesans foren una de les inspiracions de la revolució científica i, per consegüent, analitza la relació entre ciència i

---

13. Bernal (1939) és un aplegat pel paper social de la ciència, presentada com una activitat internacional. El llibre, que fou reimprès diverses vegades, ja conté una extensa introducció històrica. Va acabar convertint aquesta introducció en un llibre d'història de la ciència i de la tècnica (Bernal, 1954), que compta amb nombroses edicions i, també, traducció catalana i castellana. Poc abans, havia publicat treballs sobre tècnica i indústria al segle XIX, un d'ells a *Centaurus*, que aplegà en un llibre (Bernal, 1953).

tècnica des d'una perspectiva d'autonomia de tots dos camps i, a més, atorga una dignitat al treball dels artesans, en les mans dels quals hi veu un coneixement (no literari, podríem dir) tan valuós com el dels filòsofs naturals o científics. Aquesta orientació ha estat represa recentment per diversos autors. Mencionem els treballs de Pamela Long (2011), que aprofundeix en els treballs de Rossi, o el plantejament de Roberts, Schaffer i Dear (2007), on un important estol d'autors aporten estudis de cas amb l'objectiu d'establir una nova genealogia de la ciència moderna que inclou els tècnics i les pràctiques científiques. Peter Dear (1995) havia estudiat el paper de les matemàtiques en aquest procés. Unes matemàtiques no acadèmiques, integrades en el treball en el taller o sobre el terreny. És el que s'anomenà «matemàtiques mixtes», un conjunt molt heterogeni de disciplines en què es feien servir les matemàtiques «pures». Les matemàtiques mixtes eren practicades per militars, enginyers, arquitectes i artesans (Dear, 2011; Massa-Esteve et al., 2011). Hilaire-Pérez ha treballat en el mateix sentit, per aprofundir en els casos de «diàleg» de sabers (Hilaire-Pérez et al., dir., 2017). Al grup de recerca de la UPC hem impulsat treballs sobre els anomenats cursos matemàtics, l'eina d'ensenyament per a tècnics (Lusa; Roca Rosell, 1999; Barca-Salom et al., ed., 2009; Massa-Esteve et al., 2011; Berenguer i Clarià, 2015; Blanco, Bruneau, 2020; Roca Rosell et al. (ed.), 2020 i 2022; Martínez Verdú et al., 2023). En aquest cas, hem partit de la història de l'Escola d'Enginyeria Industrial de Barcelona per trobar els seus antecedents en el Curs militar de matemàtiques de l'Acadèmia militar de Matemàtiques de Barcelona, en el curs de Tomàs Cerdà a la Càtedra Pública de Matemàtiques de Barcelona i en les escoles de la Junta de Comerç de Catalunya. Aquesta experiència ha estat aplicada a l'anàlisi de l'obra científica de l'artista menorquí Pasqual Calbó, que preparà un curs matemàtic privat a Maó cap a 1803.<sup>14</sup>

En realitat, la història de l'enginyeria i, en particular, de les escoles tècniques ha estat un camp de treball molt rellevant. Algunes escoles, com la Polytechnique de París, creada el 1794, mereixé històries durant el segle XIX, però arran del bicentenari es concentraren estudis molt rellevants.<sup>15</sup> En aquest sentit, podem considerar l'obra coordinada per Robert Fox i Anna Guagnini (1993), aplegant estudis sobre les diferents experiències al món. En aquest treball s'exploren els orígens dels ensenyaments d'enginyeria principalment a Europa. D'alguna manera, és un aprofundiment del llibre coordinat per Kranzberg el 1986, a partir d'un simposi ICOHTEC dins del Congrés Internacional d'Història de la Ciència de Berkeley. Els diferents models i experiències d'ensenyament tècnic són l'objecte de molts treballs, com ara el de Gouzévitch, Grelon, Karvar (2004), en els quals, entre d'altres coses, es veu que les experiències foren molt variades i originals, amb interaccions diverses, cosa que porta a

14. Pel context de l'origen dels ensenyaments tècnics, Roca-Rosell, 2019.

15. Vegeu, per exemple, l'estudi del sociòleg Terry Shinn (1980); l'aplec d'anàlisis per al bicentenari: Belhoste et al., 1994. Un treball bibliogràfic: Gervais, 2006. L'estudi de referència sobre l'ensenyament de l'enginyeria a Europa i els Estats Units: Lundgreen, 1990.

descartar l'existència de «models» de referència. Hi havia, i encara hi ha, moltes referències al model «francès» d'ensenyament tècnic, però a França hi hagué al llarg dels segles XVIII i XIX moltes experiències, fins i tot contraposades, cosa que no permet establir un únic model. Una altra cosa és que, per raons de prestigi o de propaganda, a diversos països del món es digués que els ensenyaments seguien el model «francès».<sup>16</sup>

### **Algunes fites en la historiografia recent**

Podem considerar un element molt destacat en la historiografia recent (de la tècnica, de la ciència i de la medicina) el moviment STS (Science, Technology and Society) que es recollí (i es promogué) en el volum editat el 1977 per Ina Spiegel-Rösing i Derek J. de Solla Price (Spiegel-Rösing; Price, ed., 1977). El volum va ser publicat sota els auspicis de l'International Council for Science Policy Studies, un organisme creat el 1971 per la International Union for the History and Philosophy of Science, i que, en el congrés internacional de Tokio de 1974, adquirí autonomia (Spiegel-Rösing; Macleod, 1976). L'entitat nasqué com a via per superar la divisió dels blocs creada per la Guerra Freda (Elzinga, 2012).

El llibre de 1977 ha esdevingut realment un clàssic que caldria anar reestudiant de tant en tant. Roy MacLeod hi escrigué un treball magistral sobre els estudis socials de la ciència, E. Layton hi discutí els principals debats en la història de la tècnica (inclosa la relació amb la ciència); altres treballs aborden, per exemple, la tècnica i la política dels estats, la tècnica i els exèrcits, etc., amb un capítol sobre política científica i països en desenvolupament. Aquesta perspectiva STS s'ha popularitzat arreu del món, amb treballs molt variats, que inclouen, per exemple, les qüestions vinculades a l'ensenyament de les ciències i la tècnica.<sup>17</sup> Val a dir que, com sol passar amb les idees d'èxit, pensem que l'interès de la perspectiva STS no acaba de reflectir-se en alguns treballs o projectes que se'n reclamen.

Dins d'aquest camp d'estudis socials de la ciència, es produí la contribució de Bijker, Hughes i Pinch en una monografia que aparegué el 1987, de la qual el 2012 se n'ha fet una edició commemorativa dels 25 anys (Bijker; Hughes; Pinch, ed., 1987). El llibre sorgí d'un *workshop* celebrat a la Universitat de Twente el juliol de 1984 sobre la construcció social de la tècnica. Tot i que el grup era essencialment de sociòlegs, contactaren un historiador «clàssic» (aparentment) de la tècnica, Thomas Hughes (1923-2014), perquè actués com a editor del volum, i ell acceptà. De fet, el títol del volum reflecteix aquesta participació en anomenar-se «La construcció social dels sistemes tècnics», essent aquesta idea original de Bertrand Gille —el sistema tècnic— que Hughes havia desenvolupat. El subtítol fou premonitori: «Noves orientacions de la sociologia i la història de la tècnica». Alguns dels estudis aplegats han tingut una gran difusió, com el que tracta sobre la baquelita (Bijker), l'anà-

---

16. Vegeu altres experiències, per exemple a l'Imperi Otomà a Martykánová, 2010.

17. La Social Studies of Sciences Society, anomenada 4S, podria considerar-se com el punt de convergència del poderós moviment STS. Publica la revista *Social Studies of Science*.

lisi del desenvolupament del disseny de les bicicletes inclosa en la introducció teòrica (Pinch, Bijker) o la concepció de precisió en el món dels míssils balístics (Mackenzie). En el volum hi ha altres treballs, algun de polèmic com el de John Law sobre l'expansió marítima de l'imperi portuguès al Renaixement, o d'altres que inicialment passaren gairebé despercebuts, com un treball de Ruth Schwartz Cowan sobre el treball domèstic femení. Els autors defensen que la tècnica és una construcció social, en la qual intervenen molts factors aliens a la tècnica en sentit estricte. Es tracta, per descomptat, de l'aplicació del constructivisme social de la ciència al camp de la tècnica.<sup>18</sup>

Els treballs tenen un plantejament molt doctrinari: els casos d'estudi són només exemples de la teoria que s'hi defensa. Aquest és el cas del treball de Hughes, sobre l'evolució dels grans sistemes tècnics, en la qual desenvolupa una teoria que havia emprat en el seu estudi sobre l'electrificació de les grans ciutats al món (Hughes, 1983), és a dir, que una tècnica, com l'electricitat, s'ha de situar en un context econòmic, social i d'opcions urbanes.

De fet, el llibre de 1987 desembocà a un debat a les pàgines de l'òrgan de la SHOT, *Technology & Culture*, a partir d'un treball molt crític de Robert Angus Buchanan (1930-2020) en què denunciava una nova historiografia (la Social Construction of Technology, SCOT) més preocupada per acomplir unes expectatives teòriques que no pas per una narrativa de la història, que ell plantejava que havia de ser «crítica». Al mateix número de la revista el respongué John Law, defensant l'orientació de la SCOT i Philip Scranton, en nom de la SHOT, plantejant que només els treballs contextualitzats en el sentit de la SCOT tenien sentit. *Technology & Culture* esdevingué una plataforma dels estudis basats en la construcció social de la ciència, tot i que des d'una perspectiva d'història (i no tant de sociologia).

Els anys 1980 foren molt rics en contribucions i perspectives, influïts per aquest context STS o SCOT, però amb força autonomia. Assenyalem, per exemple, la publicació el 1988 de *The Evolution of Technology*, de George Basalla. El 1968 Basalla (nascut el 1928) va irrompre al món de la historiografia de la ciència amb un article sobre la difusió de la ciència occidental al món (Basalla, 1967). Hi reflectia moltes lectures i hi proposava un model que tingué un gran impacte arreu del món, sobretot en els estudis que volien aprofundir en l'activitat científica en els països en desenvolupament.<sup>19</sup> El llibre de 1988 planteja un model «evolucionista» de la tècnica, fent una analogia amb l'evolucionisme en el món natural, considerant els artefactes i la seva diversitat com si estiguessin sotmesos a processos evolutius. És clar que l'analogia evolutiva havia estat darrere de moltes anàlisis de la història de la tècnica, però Basalla la planteja obertament i té en compte una sèrie de factors per a l'evolució tècnica: diversitat, necessitat, continuïtat i discontinuïtat, novetat i selecció. En aquest

---

18. El constructivisme tenia una forta tradició, refermada per les propostes de Thomas S. Kuhn i, entre d'altres, Bruno Latour, que participà al *workshop* de Twente. Jan Golinski escrigué un assaig en què exposava el constructivisme en la ciència (Golinski, 1998).

19. Una revisió acurada del gran impacte de l'article de Basalla: Anderson, 2018.

sentit, posa en qüestió molts estereotips de l'evolució de la tècnica, com ara situar la necessitat com a factor principal. El context de l'acció d'aquests factors és, per descomptat, la societat, amb els seus diferents actors. Tot i despertar polèmiques, el llibre de Basalla ha tingut diferents reedicions i traduccions que s'expliquen per la riquesa d'anàlisi que proposa per a la tècnica en la història. Per exemple, la seva anàlisi sobre continuïtat i discontinuïtat de la tècnica ha sigut l'eina d'interpretació que ha fet servir Nelson Arellano en la seva recerca sobre la indústria solar al desert d'Atacama, iniciada a final del segle XIX i, després, descartada al menys durant més de 50 anys.<sup>20</sup>

El 1993 Robert Fox va organitzar un congrés a Oxford amb el títol «Technological Change» que va donar lloc a un llibre (Fox, ed., 1996). La referència de Fox era el congrés sobre canvi científic que Alistair C. Crombie (1915-1996) organitzà també a Oxford el 1961 (Crombie, ed., 1963). Aquell congrés reuní els principals investigadors d'arreu del món; donà la paraula, per exemple, a Thomas S. Kuhn (1922-1996), que tingué l'oportunitat de presentar la seva teoria sobre l'estructura de les revolucions científiques. La llista de participants ens ofereix una visió de la disciplina a Europa (inclosa la Unió Soviètica) i els Estats Units. Podem veure en l'acurada publicació que, per exemple, Josep M. Millàs Valli-crosa assistí a la reunió i participà en algunes discussions. Hi trobem, a més, algunes intervencions en història de la tècnica (per exemple, Lynn White Jr., Donald Cardwell i Maurice Daumas), també interès en la ciència a Orient (amb una intervenció de Joseph Needham, per exemple) i no s'obliden les ciències de la vida, la medicina i la psicologia, tot i que de manera no massa intensa.

No estic segur si el llibre editat per Fox hagi tingut la mateixa repercussió que el de Crombie, però sens dubte marca una fita en la historiografia de la tècnica. En el congrés de Fox, participaren portaveus de les principals tendències historiogràfiques del moment. La publicació recull les contribucions del moviment SCOT, amb intervencions de Trevor Pinch, Antoine Picon, Thomas Hughes i Donald MacKenzie, que representen una majoria de col·laboracions al volum. També hi trobem una col·laboració de John Pickstone, historiador de la medicina amb un text premonitori de la seva perspectiva integrada de la ciència, la tècnica i la medicina (Pickstone, 2000). També hi trobem un representant de la història econòmica, Joel Mokyr. A més de contribucions de formulació de conceptes del canvi tècnic, també hi ha revisions del canvi tècnic a l'edat mitjana, al segle XVIII i a la Gran Bretanya victoriana. El volum de Fox és, a parer meu, un llibre de reflexió, potser amb un cert eclecticisme per allunyar-se del doctrinarisme.

A la Cité des Sciences et de l'Industrie es portà a terme una trobada paral·lela a la d'Oxford, promoguda per alguns dels seus participants, com Yves Cohen i Antoine Picon. Els treballs corresponents, redactats per autors vinculats a França (inclòs Robert Fox), constitueixen un número monogràfic de 1994 de la revista *Alliage* (Cohen, Tarnero, coord.),

---

20. Vegeu, entre d'altres, Arellano Escudero, 2015, 2022; Arellano Escudero, Roca Rosell, 2013.

1994). Recordem que Robert Fox fou director del centre d'història de la ciència de La Villette. Com a investigador, coneixia la realitat francesa i la dels seus investigadors. De fet, el fons personal de Bertrand Gille es troba a la biblioteca d'aquest centre.<sup>21</sup> El número d'*Alliage* ens mostra el cercle francès d'història de la tècnica, amb reflexions teòriques interessants, moltes en la línia de la SCOT. A França, d'altra banda, el dissenyador i historiador de l'art, Jocelyn De Noblet (nascut el 1934), havia impulsat el 1980 una revista, *Culture Technique*, una publicació molt original, d'una influència encara avui no reconeguda, que aparegué del 1980 al 1994. El número 30 de la revista conté tots els sumaris.<sup>22</sup> No m'atreveixo a fer-ne una valoració, però hem d'agrair a la Université du Québec à Chicoutimi que en permeti la consulta digital. El número de 1980 s'obria amb un article de Bertrand Gille que analitzava el concepte de sistema tècnic.

El 1998, Yves Cohen i Dominique Pestre coordinaren un número de la revista *Annales* dedicat a la història de la tècnica.<sup>23</sup> El volum és de nou un text de referència en la historiografia. En la presentació del volum, Cohen i Pestre expliquen que el darrer monogràfic de la revista *Annales* dedicat a la història de la tècnica havia aparegut el 1935. Els promotors de la revista —i figures de la historiografia internacional— Lucien Febvre i Marc Bloch, entre d'altres, hi declaraven un gran interès per l'estudi de la tècnica en la història, però el cert és que la revista acollí molt poques contribucions a la disciplina. En aquestes dècades, hi havia a França dues personalitats de gran relleu, com Bertrand Gille i Maurice Daumas, però, segons Cohen i Pestre, es trobaven aïllades.<sup>24</sup>

Aquest número de 1998 dels *Annales* té una clara vocació internacional. Hi trobem autors de França, de Gran Bretanya, dels Països Baixos, d'Alemanya i dels Estats Units d'Amèrica. El número està dividit en 4 parts i una àmplia secció de ressenyes de publicacions d'història de la tècnica. Les quatre parts són: «Des dels “social studies of science” a la història de la tècnica»; «Per una història dels usos»; «Els grans sistemes tècnics»; «Tècnica, indústria i racionalització». Hi trobem autors com Thomas Hughes, Donald MacKenzie o François Caron, prou rellevants en el corrent SCOT, però sorprèn que una de les seccions estigui reservada a David Edgerton, llavors a l'Imperial College. El seu treball (Edgerton, 1998) té un caràcter eminentment programàtic, però clarament complementari (o alternatiu) al SCOT. De fet, Edgerton hi planteja les seves 10 tesis, i declara el seu eclecticisme. El seu plantejament és que la història de la tècnica ha de centrar-se en analitzar la tècnica «en ús» i deixar en un pla secundari les noves tecnologies, perquè força sovint tenen poc im-

21. També hi ha un fons Derek J. de Solla Price. <https://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/lieux-ressources/bibliotheque/chercher-trouver/toutes-les-collections/histoire-des-sciences>

22. [http://classiques.uqac.ca/contemporains/Culture\\_technique/index.html](http://classiques.uqac.ca/contemporains/Culture_technique/index.html)

23. És el número 4-5 de l'any 53 i és accessible al portal *persée*: [https://www.persee.fr/issue/ahess\\_0395-2649\\_1998\\_num\\_53\\_4](https://www.persee.fr/issue/ahess_0395-2649_1998_num_53_4)

24. Vegeu Long (2005), on revisa aquest número dels *Annales* de 1935, el contextualitza i en recomana la lectura.

pacte social. Edgerton estava (i està) proper a la història econòmica, tot i que se'n separava pel caràcter en general determinista que s'hi donava a la tècnica, una crítica que havien desenvolupat Marx i Smith (ed.) (1994). Edgerton compartia anàlisis amb Basalla i reclamava més reflexió historiogràfica a alguns membres de la SCOT, deixant de banda Thomas Hughes, esdevingut un referent gairebé indiscutible en la història de la tècnica. Edgerton desenvolupà les seves tesis de 1998 en un llibre, aparegut el 2006, sobre la tècnica al segle xx. Hi argumenta, per exemple, que la navegació del segle xx atrau poc interès dels investigadors i, en realitat, és l'època on ha jugat un paper més rellevant, tant en el transport de persones com de mercaderies.

Val a dir que alguns autors consideren que la història de la tècnica és la clau per a la història general dels països. Ho ha defensat David Edgerton i també, per exemple, M. Paula Diogo i Tiago Saraiva, en la seva reconstrucció de la història de Portugal modern i contemporani de la mà dels seus tècnics (Diogo, Saraiva, 2021). Es tracta d'una mena de retorn a plantejaments antics —identificar la tècnica amb la nació-estat—, però amb un plantejament crític, és a dir, fugint de raonaments xovinistes i plantejant un context històric internacional de les professions tècniques.

Tot i que suposa un vertader repte, alguns autors han publicat assaigs generals de la història de la tècnica, més enllà de les grans obres enciclopèdiques. N'hem comentat els de Pacey (1975) i Basalla (1988), però també, més recentment, Thomas Misa (2004) ha provat d'establir uns períodes de la història de la tècnica, des del Renaixement als nostres dies. Misa caracteritza el període del Renaixement com el de les tecnologies de les corts, impulsores a Itàlia i a molts llocs d'Europa d'invents de tot tipus, principalment, però no només, militars. El període de la revolució científica el caracteritza com el de les tecnologies del comerç, en referència a les impulsades pel primer capitalisme. A continuació, considera al segle XIX tant la tècnica dels imperis com la tècnica sorgida en connexió a la ciència. Al segle XX, Misa analitza tant els materials del moviment modern com la tècnica de la guerra. Al final del segle, amb el desenvolupament d'Internet, Misa parla d'una nova cultura global.

Encara volem comentar una altra fita, en aquest cas una mica marginal a la història de la tècnica, però prou significativa. Es tracta de l'assaig sobre *Ways of Knowing* ('camins del saber') de John Pickstone aparegut l'any 2000 (Pickstone, 2000), mencionat més amunt. John Pickstone (1944-2014) era historiador de la medicina i professor de la Universitat de Manchester. Amb el seu grup, impulsà una història en què convergien la ciència, la tècnica i la medicina. És clar que les disciplines tendeixen a crear grups professionals experts centrats en ells mateixos. En el cas de la història, la força de grups professionals molt consolidats —com el de la medicina o l'enginyeria— arrossega a una divisió de camps d'estudi. Pickstone treballà per superar aquestes divisions. Entre nosaltres, la seva veu fou molt ben acollida donat que, per diverses raons, els grups d'història de la ciència i d'història de la medicina s'han desenvolupat a Espanya en estreta connexió, com és el cas, per exemple, de l'institut d'història de la medicina i de la ciència que fundà J.M. López Piñero a la Universi-

tat de València. La Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, tot i no mencionar explícitament la medicina, ha acollit des de la seva fundació persones actives en aquest camp. Pickstone dedica un capítol del seu llibre de 2000 a la història de la tècnica, que considera que és una «història natural» dels artefactes, una idea propera a la de Basalla.

### Tècnica i gènere

Dins dels nous plantejaments, ha sorgit una literatura prou interessant sobre tècnica i gènere en la història. Hem vist que Ruth Cowan havia contribuït —modestament— al llibre de Bijker i companyia de 1987. Des de llavors, aprofundint en la tècnica en l'àmbit domèstic, la rellevància de la qual no es tenia en compte, Cowan assenyala que com més enginyers s'aplicaren a la casa, més exigències de netedat es plantejaren i, per consegüent, la tècnica no representà, almenys inicialment, un alliberament del treball femení en les classes mitjanes.<sup>25</sup>

Seguint la traça de les patents, Jaffé (2003) mostrà que les dones ajudaren a cobrir les necessitats femenines, oblidades pels patentadors masculins. Hi ha hagut diferents treballs sobre l'enginyeria professional i les dones, com ara l'estudi del cas dels Estats Units (Bix, 2014), on es mostren les tensions entre la demanda de personal tècnic durant les guerres mundials (coberta per dones) i el retorn dels homes mobilitzats (provant de retornar les dones a casa). Canel et al (2003) ofereixen un estudi comparatiu de l'enginyeria femenina a diversos llocs del món. Hi trobem, per exemple, un treball d'Irina i Dmitri Gouzévitch, que també aparegué a *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, sobre la primera escola femenina d'enginyeria creada a Sant Petersburg el 1905. Amb la Revolució de 1917, l'escola esdevingué mixta, però havia posat de manifest un moviment molt important de les dones russes per l'educació i la professionalització tècnica. Podem incloure en aquest corrent el treball recent fet per qui signa aquestes pàgines amb Nelson Arellano sobre Maria Telkes, una enginyera hongaresa nacionalitzada nord-americana, una investigadora de relleu en molts camps, en particular l'energia solar (Roca Rosell; Arellano Escudero, 2022). Telkes és una gran personalitat, hi ha moltes referències a la xarxa, però no ha merescut gaire estudis històrics.

L'estudi de l'enginyeria i gènere necessita, en primer lloc, treure de l'ombra les dones que hi han contribuït, tot i les restriccions o marginacions. Per la ciència, però sense descartar l'enginyeria, és el que ha estat fent Margaret Rossiter (1982, 1995, 2012). En desvetllar la dimensió «real» de les contribucions femenines és possible entendre els múltiples factors que han portat a amagar-les o oblidar-les. És important, a més, no tenir una concepció estreta de la condició científica. Moltes contribucions van estar a càrrec de dones sense perfil acadèmic, artesanes, empresàries, inventores. Un factor de discriminació van ser les condicions restrictives d'accés a l'ensenyament.<sup>26</sup>

25. Cowan ha esdevingut una clàssica: Parr, 2005.

26. Vam fer una revisió del panorama d'accés de les dones a l'enginyeria dins el treball Roca Rosell et al., (2019).

### *Técnica e ingeniería en España*

Vull incloure, en aquesta revisió de les principals contribucions historiogràfiques, la contribució del malaurat Manuel Silva (1951-2022), una contribució a la història de la tècnica a Espanya que va molt més enllà d'una simple obra enciclopèdica i representa, en canvi, un repte historiogràfic molt destacat. Manuel Silva era un enginyer industrial, especialitzat en automàtica, que arribà a la història de la tècnica pels seus interessos culturals amplis, convingut que la resposta a molts interrogants concernents a la tècnica i les professions tècniques a Espanya es pot trobar en la història. Començà organitzant un curs a Saragossa, que va mobilitzar un bon nombre d'experts (d'Espanya i de fora d'Espanya, principalment de França) sobre un període històric, començant pel Renaixement. Amb els materials del curs preparà un o diversos volums.<sup>27</sup> Sense declarar un marc de doctrina específic, *Técnica e Ingeniería en España* dirigida per Silva obra una perspectiva àmplia en l'anàlisi: s'hi analitzen el context internacional de cada període, els aspectes socials, institucionals, professionals, lingüístics, estètics, filosòfics. Silva contribuï a cada volum amb treballs que es beneficiaven de la seva àmplia cultura i erudició. Aprofundí, per exemple, en la vinculació entre ciència, tècnica, arts plàstiques i literatura. Silva era un editor molt exigent, que discutia a fons totes les contribucions i, a més, volia una il·lustració que s'integrés en el discurs dels capítols. S'ha de dir que, en els volums publicats, hi ha un plantejament crític molt seriós, que fuig, per exemple, de plantejaments xovinistes, respectant la pluralitat de les Espanyes, uns elements a destacar enfront d'altres publicacions.

La mort sobtada de Manuel Silva ha deixat el projecte a punt de finalitzar-se. Havia publicat dos volums corresponents al segle xx —apareguts el 2019— i preparava un tercer volum sobre el segle xx i un volum addicional que aplegava les notes biogràfiques de tècnics hispànics que complementen els volums de cada període. L'obra dirigida per Silva ha estat sens dubte un revulsiu de la historiografia de la tècnica a Espanya i ha plantejat a la historiografia internacional la necessitat d'històries nacionals crítiques.

### **La nostra historiografia**

A les terres de parla catalana, tenim alguns antecedents d'història de la tècnica.<sup>28</sup> Mencionem Josep M. Millàs i Vallicrosa (1897-1970) que inclogué la tècnica en el seu programa de recerca sobre l'activitat científica la Catalunya medieval, per exemple, estudiant les obres d'agronomia que hi aparegueren. Anys després, el seu deixeble Joan Vernet i Ginés (1923-2011) inclogué un capítol o secció d'història de la tècnica per cada època en la seva *Historia de la ciencia española* de 1975. En realitat, ja havia publicat, per exemple, estudis sobre la

---

27. La referència als volums es troba a la pàgina de la Real Academia de Ingeniería. Se n'allibera el contingut de manera progressiva, segons Silva va acordar amb les institucions editores: <https://www.raing.es/coleccion-tecnica-e-ingenieria-en-espana/>

28. Vaig escriure una introducció a la historiografia de la tècnica a Espanya a Roca Rosell, 2010.

navegació en època romana i medieval. El grup d'història de la ciència àrab que impulsaren Millàs i Vernet tractà en el seu programa els instruments científics —astrolabis, assa-fees...—, un resultat de l'activitat dels artistes científics de l'Edat Mitjana.<sup>29</sup> Ja hem mencionat que José M. López Piñero analitzà la tècnica en les Espanyes del Renaixement i revolució científica en el seu llibre de 1979. En realitat, explicava que l'aportació des dels territoris de la Corona espanyola tingué un component tècnic molt destacat, resultat, entre d'altres coses, dels reptes de la navegació i la mineria (a Amèrica i Àsia), per mantenir l'hegemonia política i militar al món. López Piñero col·laborà en l'obra en tres volums: *La Ciència en la Història dels Països Catalans*, on s'incorpora igualment la tècnica en cada període (Vernet, Parés, 2004, 2007, 2009).

D'altra banda, alguns grups professionals buscaren en la història com refermar la seva identitat. És el cas dels enginyers industrials i la reivindicació de la farga catalana. Ja el 1914, en relació amb el projecte d'exposició universal, els llavors joves enginyers Antoni Gallardo (1889-1943) i Santiago Rubió (1892-1980) portaren a terme un treball de camp per localitzar fargues històriques al Pirineu i ho complementaren amb un estudi històric que aparegué el 1930.<sup>30</sup> Aquest és un exemple de la utilització de la història per buscar una identitat professional. En el cas de l'enginyeria industrial, a partir de 1976 Guillermo Lusa impulsà l'estudi sobre la història de l'escola de Barcelona. Lusa havia donat suport a un encàrrec de l'Associació d'Enginyers Industrials per fer una història dels inicis de la professió, a càrrec de Ramon Garrabou, que acabà apareixent el 1982. L'estudi de Garrabou fou pioner en analitzar un grup tècnic professional, en el seu cas vinculat a la Catalunya i Espanya de la segona meitat del segle XIX. Garrabou no continuà la seva recerca, però ho han fet Guillermo Lusa i els seus col·laboradors. Lusa publicà durant 25 anys documents relacionats a la història de l'Escola de Barcelona, una sèrie que pretén posar a l'abast dels investigadors una part de l'arxiu històric de l'Escola i, al mateix temps, se'n fa una contextualització.<sup>31</sup> En aquest projecte, centrat en la història de l'ensenyament tècnic, s'ha estudiat l'Escola Industrial de Barcelona (Roca-Rosell, coord., 2008) i també, com hem mencionat, els antecedents de l'ensenyament tècnic a Barcelona, en l'Acadèmia Militar de Matemàtiques i la Càtedra Pública de Matemàtiques al segle XVIII, i les escoles de la Junta de Comerç.

## Reptes i conclusions

La revisió que hem presentat pretén senyalar la potència i les limitacions de la historiografia de la tècnica. Entre les debilitats, assenyalem l'eurocentrisme (incloent els Estats Units d'Amèrica) de la major part de les recerques i dels debats. Llatinoamèrica, Àfrica, Àsia,

---

29. Vegeu els treballs inclosos al volum 1 de Vernet, Parés (2004). Destaquem els treballs de David King (astrolabis), Mercè Comes (cartografia) i Mercè Viladrich (agronomia i tècnica hidràulica).

30. Vegeu Lusa Monforte; Roca Rosell (2019); Valentines Álvarez (2019).

31. Vegeu: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/82>

Oceania són terrenys encara per aprofundir.<sup>32</sup> Caldrà ampliar i consolidar la «geografia» de la tècnica i, per consegüent, revisar les visions que tenim sobre les relacions entre tècnica i societat al llarg de la història.

En el mateix sentit, tot i que durant els darrers anys s'ha desenvolupat una línia d'estudis específica, continua obert el repte d'entendre el paper de les dones en la tècnica. Queda clar que les dones treballaren, a més de l'àmbit domèstic, al món agrícola i al món industrial, i també foren actives patentadores i inventores. La seva acceptació en el món de l'enginyeria i l'arquitectura ha estat complexa, sense haver superat moltes hostilitats i, per consegüent, necessitem aprofundir en aquesta qüestió. Per fer-ho serà necessari recórrer a les perspectives socials de la tècnica i a la formació de prosopografies femenines.

Una temàtica sorprenentment minoritària (o potser no tan sorprenent) són els estudis sobre tècnica i sostenibilitat en la història<sup>33</sup> i, en particular, per exemple, la història de l'energia solar. Estudiosos com Nelson Arellano estan obrint camí en aquest camp, per exemple amb la coordinació d'un número monogràfic de la revista *ICON* de 2022, on es parla, entre altres coses, de la història de l'energia solar a Llatinoamèrica, Europa i Àfrica.

He deixat de banda una temàtica molt rellevant, estretament connectada amb la història de la tècnica: l'estudi i valoració del patrimoni tècnic i industrial. Aquest és un camp eminentment multidisciplinari on, a més de la història de la tècnica, hi intervenen els estudis de patrimoni cultural, la museística, l'urbanisme, també les mobilitzacions ciutadanes que s'han produït al voltant d'alguns exemples més o menys emblemàtics del patrimoni. La historiografia de la tècnica intervingué en la construcció teòrica inicial, denominada als anys 1960 com «arqueologia industrial», amb intervencions, per exemple, de Buchanan o Dumas. Avui aquest terme (arqueologia) es restringeix a les intervencions arqueològiques dels vestigis tècnics o industrials i s'ha desenvolupat un concepte de patrimoni (material i immaterial) de la tècnica, com a component de ple dret del patrimoni cultural.<sup>34</sup> Molts grups treballen, doncs, per una nova sensibilitat cultural que incorpori la tècnica i la indústria.

\* \* \*

---

32. Joseph Needham (1900-1995) inicià el 1954 la publicació d'una sèrie —encara en funcionament— sobre la ciència i la tècnica a la Xina. En podeu trobar el detall dels volums i temes tractats a la pàgina de la Fundació Needham: <https://www.nri.cam.ac.uk/science.html>. D'altra banda, alguns autors, com Pacey (1975) o Misa (2004), integren regions no europees en els seus estudis.

33. Així i tot, la SHOT té un grup d'interès en qüestions de medi ambient. Un dels pioners, Lynn White escrigué un article reclamant el compromís mediambiental dels tècnics: White, 1967.

34. Jaume Valentines (2004) reivindica la metodologia «arqueològica» per estudiar el patrimoni de les escoles d'enginyeria i, en general, dels centres universitaris.

Com es pot endevinar, tot i la relativament curta existència, la historiografia de la tècnica ha viscut i viu debats intensos, però sembla que la història social n'és un element consolidat. Els diferents enfocaments han estat i són complementaris, des del constructivisme a la narrativa crítica. D'altra banda, l'anàlisi d'objectes, persones o processos concrets està encara molt oberta. Hi ha, a més, elements encara intrigants com el conegut com a «mecanisme» d'Antikythera (o Anticitera).<sup>35</sup> Localitzat en un derelicte a principi del segle xx junt amb una col·lecció de peces d'art molt rellevant, Price l'identificà el 1959 com a un computador astronòmic i, en els darrers anys, amb noves tècniques d'anàlisi física (fonamentalment, tomografia) s'ha confirmat que és un enginy de càlcul d'efemèrides astronòmiques basat en uns engranatges que es pensava que no havien estat construïts fins 1000 anys més tard. És clar que aquest trencament de la cronologia posa en qüestió, per exemple, moltes interpretacions sobre les relacions entre tècnica i societat. També posa de relleu que moltes innovacions tècniques poden oblidar-se i s'han de reinventar, en contextos prou complexos que porten a una o altra situació. L'evolució de la tècnica vista com una gran cavalcada cap al triomf no solament ha estat descartada per la historiografia sinó que es materialitza, com en aquest cas del mecanisme d'Antikythera. I pensant en elements més propers, no cal dir fins a quin punt és insuficient i limitada la reconstrucció de la nostra història de la tècnica, tot i les aportacions que s'hi han fet i s'hi fan.

---

35. Al Congrés Internacional d'Història de la Ciència i de la Tècnica celebrat a Budapest el 2009 es presentà més d'una dotzena de comunicacions sobre aquest mecanisme.

## Referències

- ANDERSON, Warwick (2018), «Remembering the Spread of Western Science», *Historical Records of Australian Science*, 29 (2): 73-81.
- ARELLANO-ESCUADERO, Nelson (2015), *La ingeniería y el descarte artefactual de la desalación solar de agua: las industrias de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko (1872-1907)*, PhD Diss., Barcelona, UPC. <http://hdl.handle.net/10803/394057>
- ARELLANO-ESCUADERO, Nelson (2022), «La Cosecha de Sales en Atacama con Energía Solar: el Suelo del Desierto que Fertilizó los Suelos del Mundo (1948-1990)». *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC)*, *Revista de la Solcha*, 12 (2): 253-278.
- ARELLANO-ESCUADERO, Nelson; Antoni ROCA-ROSELL (2013), «La ingeniería británica de desalación de agua mediante el uso de la energía solar en Chile en el siglo XIX.» *Quipu. Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología* 15 (2): 163-191.
- BARCA-SALOM, F. X.; BERNAT, P.; PONT I ESTRADERA, M.; PUIG-PLA, C. (coord.) (2009), *Fàbrica, taller, laboratori. La Junta de Comerç de Barcelona: Ciència i tècnica per a la indústria i el comerç (1769-1851)*, Barcelona, Cambra de Comerç.
- BASALLA, George (1967), «The Spread of Western Science», *Science*, 156, 5 de maig, 611-622.
- BASALLA, George (1988), *Evolution of Technology*, Cambridge [England] / Nova York, Cambridge University Press. N'hi ha diverses edicions en anglès i també en castellà.
- BELHOSTE, Bruno; DAHAN-DALMÉDICO, Amy; PICON, Antoine (dir.) (1994), *La Formation polytechnicienne 1794-1994*, París, Dunod.
- BERENQUER CLARIÀ, Joaquim (2015), *Tomàs Cerdà (1757-1759)*, *Tratado de Fluxiones*, Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- BERNAL, John Desmond (1939), *The Social Function of Science*, G. Routledge & Sons.
- BERNAL, John Desmond (1953), *Science and Industry in the Nineteenth Century*, Londres, Routledge & Kegan Paul. Versió castellana de 1973, Barcelona, Martínez Roca.
- BERNAL, John Desmond (1954), *Science in History*, Watts. N'hi ha nombroses edicions, en català, de 1967, i en castellà, de 1968.
- BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor J. (ed.) (1987), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, Mass.[etc.], MIT Press. N'hi ha una edició commemorativa de 2012.
- BIX, Amie Sue (2014), *Girls Coming to Tech! A History of American Engineering Education for Women*, Cambridge, MA, MIT Press.
- BLANCO, Mònica; BRUNEAU, Olivier (ed.) (2020), *Mathematics in military academies (18th and 19th centuries)*. Número monogràfic de *Philosophia Scientiæ*, 24-1.
- BUCHANAN, Robert A. (1989), *The Engineers: a history of the engineering profession in Britain 1750-1914*, Londres, Jessica Kingsley.
- BUCHANAN, Robert A (1991), «Theory and Narrative in the History of Technology», *Technology & Culture*, 32 (2): 365-376.
- BUCHANAN, Robert A. (2014), «ICOHTEC revisited», *ICON*, 20 (1): 17-25.
- CANEL, Annie; OLDENZIEL, Ruth; ZACHMANN, Karin (eds.) (2003), *Crossing Boundaries, Building Bridges: comparing the history of women engineers, (1870s- 1920s)*, Londres / Nova York, Routledge.
- CARDWELL, Donald S. L. (1957), *The organisation of science in England. A retrospect*, Londres, Heineemann.
- CARDWELL, Donald S. L. (ed.) (1974), *Artisan to graduate. Essays to commemorate the Foundation in 1824 of the Manchester Mechanic's Institution, now in 1974 the University of Manchester Institut of Science and Technology*, Manchester, Manchester University Press. Amb treballs d' A. Pacey, R. Fox, J.B. Morrell, D. M. Tylecote, R. G. Kirby, K. R. Farrar, R. F. Bud, M. J. Cruickshank, C. H. Herford, W. E. Morton, F. L. Hudson, F. Koenigsberger, D. E. Hodgson, Lord Bowden of Chesterfield, J. R. Ravetz, T. G. Warburton.
- CERUZZI, Paul E. (2009), «“A Large Canvas”». In: Melvin Kranzberg and Carroll W. Pursell Jr., eds., *Technology in Western Civilization (Classics revisited)*, *Technology & Culture*, 50, juliol, 658-668.

- COHEN, Yves; TARNERO, Jacques (ed.) (1994), *Pour Penser la Technique*, Alliage, 20-21, tardor-hivern.
- CROMBIE, Alistair C. (ed.) (1963), *Scientific Change. Historical studies in the intellectual, social and technical conditions for scientific discovery and technical invention, from antiquity to the present*, Londres, Heinemann.
- DAUMAS, Maurice (1962-1979), *Histoire générale des techniques*, 5 vols., París, Presses Universitaires de France.
- DEAR, Peter (1995), *Discipline and Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, The University of Chicago Press.
- DEAR, Peter (2011), «Mixed Mathematics», HARRISON et al. (ed.) (2011), *Wrestling with Nature: From Omens to Science*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 149-172.
- DIOGO, M. Paula; SARAIVA, Tiago (2021), *Inventing a European Nation. Engineers for Portugal, from Baroque to Fascism*, Springer.
- DURBIN, Paul T. (ed.) (1984), *A Guide to the culture of science, technology, and medicine*, New York [etc.], Free Press [etc.].
- EDGERTON, David (1996), *Science, technology and the British industrial 'decline', 1870-1970*, Cambridge, Cambridge University Press.
- EDGERTON, David (1998), «De l'innovation aux usages. Dix thèses éclectiques sur l'histoire des techniques», *Annales*, 53 (4-5): 815-837. N'hi ha nombroses edicions en diverses llengües.
- EDGERTON, David E. H. (2006), *Shock of the Old: Technology and Global History since 1900*, Profile Books. Versió castellana de 2007.
- ELZINGA, Aant (2012) «The Rise and Demise of the International Council for Science Policy Studies (ICSPPS) as a Cold War Bridging Organization», *Minerva*, 50 (3): 277-305.
- FOX, Robert (ed.) (1996) *Technological Change Methods and Themes in the History of Technology*, Amsterdam etc., Harwood Academic Publishers.
- FOX, Robert; GUAGNINI, Anna (eds.) (1993), *Education, technology, and industrial performance in Europe, 1850-1939*, Cambridge [England] / Nova York, Cambridge University Press, París, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- GARRABOU, Ramon (1982), *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya*, Barcelona, L'Avenç.
- GERVAIS, Julie (2006), *Etat de l'art sur les grandes Écoles en France*, Cluster 14 - Axe 6 - Opération de recherche sur la formation des cadres de l'action publique, octobre 2006, 14 pàgines <http://erstu.ens-lsh.fr/spip.php?rubrique78>
- GILLE, Bertrand (ed.) (1978), *Histoire des techniques. Technique et civilisations. Technique et sciences*, París, Gallimard.
- GOLDSMITH, Maurice; MACKAY, Alan Lindsay (ed.) (1964), *The Science of Science. Society in the technological age*, Londres, Souvenir Press, 1964. N'hi ha una edició en castellà titulada *La ciencia de la ciencia*, México, Ed. Grijalbo, 1968.
- GOLINSKI, Jan (1998), *Making natural knowledge: constructivism and the history of science*, Cambridge, U.K. etc., Cambridge University Press.
- GOUZÉVITCH, Irina; GRELON, André; KARVAR, Anousheh (2004), *La formation des ingénieurs en perspective: Modèles de référence et réseaux de médiation: XVIIIe - XXe siècles*, Rennes, Presses de l'Université de Rennes.
- HILAIRE-PÉREZ, Liliane; SIMON, Fabien; THÉBAUD-SORGER, Marie (dir.) (2016), *L'Europe des sciences et des techniques. Un dialogue des savoirs, xv<sup>e</sup>-xviii<sup>e</sup> siècle*, Rennes, Presses de l'Université de Rennes.
- HUGHES, Thomas Parke (1983), *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- HUGHES, Thomas Parke (2009), «Shot Founder's Themes and Problems», *Technology & Culture*, 50 (3): 594-599.
- JAFFÉ, Deborah (2003), *Ingenious Women. From Tincture of Saffron to Flying Machines*, Sutton Publishing.
- KRANZBERG, Melvin; PURSELL, Carroll W. (eds.) (1967), *Technology in western civilization*, New York [etc.], Oxford University Press, 2 volums (1981, trad. del primer volum, *Historia de la tecnología*, 2 vols., Barcelona, Gustavo Gili).

- KRANZBERG, Melvin (ed.) (1986), *Technological Education-Technological Style*, San Francisco Press.
- LONG, Pamela O. (2005), «The Annales and the History of Technology», *Technology & Culture*, 46 (1): 177-186.
- LONG, Pamela O. (2011), *Artisan/Practitioners and the Rise of the New Sciences, 1400-1600*, Oregon State University Press.
- LÓPEZ PIÑERO, José María (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- LUNDGREEN, Peter (1990), «Engineering Education in Europe and the U.S.A., 1750-1930: The Rise to Dominance of School Culture and the Engineering Professions», *Annals of Science*, 47 (1): 33-75.
- LUSA, Guillermo; ROCA ROSELL, Antoni (1999), «Doscientos años de técnica en Barcelona. La técnica científica académica», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 3: 101-130.
- LUSA MONFORTE, Guillermo; ROCA ROSELL, Antoni (2019), «La "farga" de l'ETSEIB: un testimoni singular de l'enginyeria industrial», Barcelona, ETSEIB (Col·lecció Patrimoni ETSEIB 2019).
- MARTÍNEZ-VERDÚ, Domingo; MASSA-ESTEVE, Maria Rosa; LINERO-BAS, Antonio (2023), «Infinite analytical procedures for the computation of logarithms in works by Benito Bails (1731-1797)», *British Journal for the History of Mathematics*, on-line version, May.
- MARTYKÁNOVÁ, Darina (2010), *Reconstructing Ottoman Engineers. Archaeology of a Profession, 1789-1914*, Pisa, Edizioni Plus.
- MARX, Leo; SMITH, Merritt R. (eds.) (1994), *Does technology drive history?: the dilemma of technological determinism*, Cambridge [MA], Londres, MIT Press (trad. castellana, 1996).
- MISA, Thomas J. (2004), *Leonardo to the Internet. Technology and culture from Renaissance to the present*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- MUSSON, Albert Edward; ROBINSON, Eric (1969), *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester University Press.
- NEEDHAM, Joseph i altres (1954-2016), *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, 7 volums en almenys 21 toms.
- PACEY, Arnold (1975), *The Maze of Ingenuity*, New York, Holmes & Meier Publishers, Inc. Aparegut el 1980, amb adaptació de l'autor, a Barcelona, Gustavo Gili, amb el títol, potser una mica confús, de *El laberinto del ingenio*.
- PARR, Joy (2005), «Industrializing the Household. Ruth Schwartz Cowan's *More Work for Mother*» (Classics revisited), *Technology & Culture*, 46: 604-612.
- PICKSTONE, John (2000), *Ways of Knowing*, Manchester, Manchester University Press.
- ROBERTS, Lissa; SCHAFFER, Simon; DEAR, Peter (ed.) (2007), *The mindful hand. Inquiry and Invention from the Renaissance to early industrialisation*, Amsterdam, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences.
- ROCA ROSELL, Antoni (coord.) (2008), *L'Escola Industrial de Barcelona. Cent anys d'ensenyament tècnic i d'arquitectura*, Barcelona, Diputació de Barcelona / Ajuntament de Barcelona / Consorci de l'Escola Industrial de Barcelona.
- ROCA ROSELL, Antoni (2010), «Overview. An Approach to the Historiography of Technology in Spain», *History of Technology*, 30, X-XV.
- ROCA ROSELL, Antoni (2017), «Una obra 'matemàtica' singular. Pasqual Calbó, un artista-científic». A: ANDREU ADAME, C.; DESEL GONZÁLEZ, C. [coord.], *Pasqual Calbó i Caldés 1752-1817*, Maó, Museu de Menorca, pp. 48-59.
- ROCA ROSELL, Antoni (2019), «Ingénierie et société en Espagne, XVIIIe et XIXe siècles: influences et relations avec la France, modèles et transferts. Quatre stades, plusieurs rythmes. Projet 2018-2019», *Études et Documents*, 18: 3-20. <https://www.cmh.ens.fr/Ingenierie-et-societe-en-Espagne>
- ROCA ROSELL, Antoni; ARELLANO ESCUDERO, Nelson (2022), «Maria Telkes, Giorgio Nebbia and Promotion of an International Network of Solar Studies (ca. 1955)», *ICON*, 27 (2): 17-52.
- ROCA ROSELL, Antoni; CARDOSO DE MATOS, Ana; MARTYKÁNOVÁ, Darina; GOUZÉVITCH, Irina; GRELON, André (2019), «La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional», dins: SILVA SUÁREZ, Manuel (ed.) *Técnica e Ingeniería en España VIII. Del Noventayochismo al Desarrollismo*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución

«Fernando El Católico» / Prensas de la Universidad de Zaragoza, pp. 163-244.

ROCA ROSELL, Antoni; SALORD, Josefina; TORRES, Joan Lluís (eds.) (2020). *Pasqual Calbó i Caldés*. Obra científica. Volum 1: Tractats de matemàtiques pures, Maó / Barcelona / Palma, Institut Menorquí d'Estudis / Departament de Cultura, Educació i Esports del Consell Insular de Menorca, Institut d'Estudis Catalans / Universitat de les Illes Balears / Institut d'Estudis Balears, Institut Indústries Culturals de les Illes Balears.

ROCA ROSELL, Antoni; JORDI TALTAVULL, Marta; TORRES, Joan Lluís (eds.) (2022). *Pasqual Calbó i Caldés*. Obra científica. Volum 2: Física experimental i matemàtica, Maó / Barcelona / Palma, Institut Menorquí d'Estudis / Departament de Cultura, Educació i Esports del Consell Insular de Menorca / Institut d'Estudis Catalans / Universitat de les Illes Balears / Institut d'Estudis Balears / Institut Indústries Culturals de les Illes Balears.

ROLAND, Alex (2003), «Once More into the Stirrups. Lynn White jr., Medieval Technology and Social Change» (Classics revisited), *Technology & Culture*, 44: 574-585.

ROSSI, Paolo (1962), *I filosofi e le macchine (1400-1700)*, Milano, Feltrinelli.

ROSSITER, Margaret W. (1982), *Women Scientists in America, Struggles and Strategies to 1940*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.

ROSSITER, Margaret W. (1995), *Women Scientists in America. Before Affirmative Action 1940-1972*, Baltimore / London, The Johns Hopkins University Press.

ROSSITER, Margaret W. (2012), *Women Scientists in America: Forging a New World Since 1972*, Baltimore, MD, The Johns Hopkins University Press.

SHINN, Terry (1980), *Savoir scientifique & pouvoir social. L'École Polytechnique, 1794-1914*, París, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques.

SILVA SUÁREZ, Manuel (dir.) (2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2013, 2019), *Técnica e ingeniería en Es-*

*paña*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico / Universidad de Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, 9 volums en 10 toms.

SINGER, Charles et al. (1955-1984), *History of Technology*, 8 vols., Oxford, Clarendon Press.

SNOW, Cecil P. (1959), *The Two Cultures*, Cambridge, Cambridge University Press. Hi ha diverses reedicions, amb noves reflexions de l'autor. N'hi ha traduccions al castellà i al català.

SPIEGEL-RÖSING, Ina; MACLEOD, Roy (1976), «The International Council for Science Policy Studies», *Social Studies of Science*, 6 (1): 133-136.

SPIEGEL-RÖSING, Ina; PRICE, Derek J. De Solla (ed.) (1977), *Science, Technology and Society. A Cross-Disciplinary Perspective*, Londres / Beverly Hills, SAGE Publications.

VALENTINES ÁLVAREZ, Jaume (2004), «Arqueologia industrial i ecomuseografia a les universitats. El cas de l'ETSEIB», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 6: 127-159.

VALENTINES ÁLVAREZ, Jaume (2019), «The Quest for the Technological Soul of a Nation: The Catalan Forge and the Display of Politics (1914-1949)», dins: CANADELLI, Elena; BERETTA, Marco; RONZON, Laura (ed.) *Behind the exhibit: displaying science and technology at world's fairs and museums in the twentieth century*, Washington, D.C., Smithsonian Institution Scholarly Press, pp. 32-50.

VERNET, Joan (1975), *Historia de la ciencia española*, Madrid, Instituto de España, Cátedra «Alfonso X el Sabio».

VERNET Joan; PARÉS, Ramon (dirs.) (2004, 2007, 2009), *La Ciència en la història dels Països Catalans*. Volum 1: Dels àrabs al Renaixement; Volum 2: Del naixement de la ciència moderna a la Il·lustració; Volum 3: De l'inici de la industrialització a l'època actual, València / Barcelona, Universitat de València / Institut d'Estudis Catalans.

WHITE, Lynn Jr (1967), «The Historical Roots of our Ecological Crisis», *Science, New Series*, 155 (3767) (March, 10): 1203-1207.