

ELS ORÍGENS DE L'ENSENYAMENT TÈCNIC EN ESCOLES. UN NOU MODEL?

ANTONI ROCA ROSELL

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA I INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS.

Paraules clau: *ensenyament tècnic, ensenyament pràctic, ensenyament en escoles, cursos matemàtics, segles XVIII i XIX*

The origin of technical training in schools. Towards a new model?

Summary: *In the 17th and 18th centuries, technical education was formalized in regular schools. Some centres came to acquire a stable organization at the end of the 18th century and finally, in the 19th century, "regular" technical schools spread throughout the world, forming an immediate precedent for today's technical schools and faculties. Naturally, this process of transforming corporate or informal teaching into institutionalized teaching (from a technical workshop culture to a school culture) was a long one that was not free of trials and hesitations. In this paper, we offer some reflections based on a new analysis of sources referring to the origins of European technical schools, mainly in France. In this context, Catalan and Spanish experiences take on a new dimension.*

Key words: *vocational education, practical training, school training, mathematics courses, 18th and 19th centuries*

Introducció: les «fases» de l'ensenyament tècnic

El meu projecte actual pretén aprofundir en els inicis de l'ensenyament tècnic, abans de la consolidació de les escoles.¹ Prenc la comparació entre França i Espanya com a terreny d'anàlisi, ja que França és sens dubte un referent en la formació de l'ensenyament tècnic reglat i Espanya, a més de ser la realitat més propera, proporciona elements prou interessants pel que fa al problema que ens interessa, açò és, com es produí la transició de l'ensenyament corporatiu a l'ensenyament reglat.

Recordem que diversos autors, com Melvin Kranzberg (1986), han parlat de dos tipus de cultura tècnica: la cultura de taller (*workshop culture*) i la cultura d'es-

1. Aquest treball s'inclou en els projectes HAR2016-75871-R i PRX18/00138.

cola (*school culture*). La diferenciació fa referència, doncs, a la formació en la pràctica o en una escola. La formació en la pràctica (al costat d'un tècnic que actua com a mestre) és la que ha funcionat des dels orígens de la tècnica (i segueix vigent en algunes branques o especialitats). Avui en dia, però, la formació dels tècnics en escoles reglades (amb una organització dels estudis definida, professorat, instal·lacions específiques) és la majoritària.²

Parlem de formació tècnica i hem de considerar com aquesta s'entenia fins al segle XIX. Un dels components d'aquesta formació era, sens dubte, l'adquisició de saber fer a través de la pràctica; al costat d'això, el cor de l'ensenyament teòric eren el dibuix i les matemàtiques. De fet, es consideraven matemàtiques «pures» (aritmètica, geometria, trigonometria, i a partir del segle XVII, àlgebra i logaritmes, i del XVIII, càlcul infinitesimal) i matemàtiques «mixtes» o «fisicomatemàtiques» (totes les disciplines que empraven les matemàtiques pures, perspectiva, arquitectura, artilleria, astronomia, geodèsia, estàtica i mecànica, òptica, etc.) (Massa-Esteve, Roca-Rosell i Puig-Pla, 2011).

En estudiar el procés d'establiment de centres d'ensenyament tècnic al segle XVIII, m'ha semblat útil incorporar dues fases a les dues considerades per Kranzberg i altres:

- a) Ensenyament corporatiu, de mestre a deixeble.
- b) Cursos privats (generalment, al costat d'una institució).
- c) Cursos inclosos en una institució, sense reconeixement «oficial».
- d) Ensenyament reglat en un centre (acadèmia, escola...).

Les fases *a* i *d* correspondrien a les que es tenen en compte generalment, i nosaltres hi afegiríem les dues intermèdies (Roca Rosell, 2019).

Comparació França-Espanya, alguns elements

A Espanya, els tècnics es van formar privadament fins al segle XVIII, com ho indiquen les biografies d'enginyers i arquitectes i, al mateix temps, la inexistència (o inadequació) dels centres d'ensenyament. Podríem considerar com un intent d'establiment d'un ensenyament tècnic l'Acadèmia de Matemàtiques promoguda per l'arquitecte reial Juan de Herrera (1530-1597) a Madrid, però tingué un recorregut poc brillant (Esteban Piñero, 2002-2003; Vicente Maroto, 2002-2003). Les universitats no estaven interessades en les ciències o les tècniques, tampoc els col·legis com el de Nobles de Madrid.

A França, la major part dels tècnics es formaven per la via corporativa, però alguns centres militars (les acadèmies de Marina o Artilleria) tenien una petita estructura d'ensenyament des de final del segle XVII. L'admissió a aquests centres es feia per uns exàmens de matemàtiques (en el sentit ampli que hem comentat), per la qual cosa sorgiren ensenyaments privats per preparar-se per passar aquestes proves. S'ha de tenir present que l'ensenyament de les matemàtiques era molt limitat als col·legis i universitats (a França com a gairebé tots els països).

Són molt coneguts alguns professors particulars, com ara Jacques Ozanam (1640-1718), que pertanyia a una bona família vinguda a menys, que es dedicà a ensenyar matemàtiques a nobles i joves aspirants a entrar a la milícia (O'Connor i Robertson, 2002). En paral·lel a les classes, publicà manuals de matemàtiques que permetien un aprenentatge autodidàctic. També preparà llibres de problemes i recreacions (diversions) matemàtiques, alguns dels quals se segueixen reimprimint.

2. Sobre el desenvolupament de l'enginyeria al segle XIX, vegeu la síntesi de Grelon i Gouzévitch (2007).

Durant el segle XVIII hi hagué un bon nombre de professors particulars de matemàtiques que sovint publicaren els seus manuals (Leguay, 2010). Alguns d'aquests professors estaven vinculats a les universitats o als col·legis promoguts per diversos ordes religiosos (jesuïtes, oratorians, benedictins, mínims...), a més dels col·legis reials, però impartien cursos particulars per complementar els ensenyaments dels centres. S'ha de tenir present que la xarxa de centres d'ensenyament més o menys avançat era molt important a la França del segle XVIII, tant en nombre com en extensió territorial. De Dainville (1964) afirma que durant el segle XVIII, fins a la seva expulsió el 1762, hi havia una vuitantena de col·legis jesuïtes on s'ensenyava física, amb intensitat diversa. A més, les matemàtiques s'explicaven en aquests cursos de física (o filosofia natural), però només en un trimestre dels dos anys que duraven. Belhoste (1993) ens parla d'una vintena de col·legis, dos d'ells en centres oratorians, amb cursos complementaris de matemàtiques, sempre en càtedres no integrades en els cursos establerts. El 1776, molts d'aquests col·legis esdevingueren escoles reials militars, que integraren els ensenyaments més complets.

Segons l'esquema que presentem aquí, s'haurien realitzat les fases *b* i *c*, és a dir, hi havia cursos privats complementaris als ensenyaments establerts, cursos que aconseguiren diferents nivells de reconeixement institucional, alguns d'ells com a escoles reials. Aquestes escoles estaven en relació amb els centres d'ensenyament militar, als quals s'accedia mitjançant exàmens prou rigorosos de matemàtiques, però on l'ensenyament regular no era gens significatiu (Hahn, 1964*a* i 1964*b*). També s'iniciaren processos d'establiment d'escoles tècniques formals, tal com ho tractem més endavant. Aquest panorama fou trastocat per la Revolució a partir de 1789 (Taton, 1964).

A Espanya, hi havia alguns col·legis amb ensenyaments de matemàtiques, tot indica que en un nombre molt limitat, com posa de manifest Santiago Garma (2002), pel que fa a la Corona de Castella. En termes d'ensenyament reglat, es crearen diverses escoles militars (l'Acadèmia Militar de Matemàtiques de Barcelona, 1720; la d'Artilleria de Segòvia, el 1764, i també l'Acadèmia de Guàrdies Marines de Cadis, de 1715), que representen, com veurem, una aportació interessant.

En el cas del Col·legi de Nobles de Barcelona, el Col·legi de Cordelles, fundat per aquesta família a final del segle XVI, estava a càrrec de la Companyia de Jesús i els seus ensenyaments regulars incloïen geografia i cosmografia. A partir de 1756, a més, s'hi establiren uns ensenyaments «paralels» en la càtedra pública de matemàtiques promoguda per Tomàs Cerdà, professor d'aquest col·legi (Berenquer Clarià, 2015). La nova càtedra gaudia d'una subvenció reial, gestionada a través de l'Ajuntament de Barcelona, i estava oberta als artesans i els comerciants.

El Col·legi Imperial i el Seminari de Nobles de Madrid, on hi havia ensenyaments de matemàtiques d'un cert nivell, reformaren els ensenyaments després de l'expulsió dels jesuïtes (1767), a qui la Corona els havia confiat, sota la direcció de Jordi Juan (1713-1773) (Garma, 2002).

A França, es menciona sovint que la primera escola civil d'enginyeria fou la de Ponts et Chaussées (1747) (Picon, 1992).³ Això, però, s'hauria de matisar. Fins a l'any 1775, Ponts et Chaussées era una oficina de dibuixants (Bureau des Dessinateurs) que depenia del Cos de Ponts et Chaussées, on es procuraven ensenyaments als seus membres de cara a la seva integració al cos sota la direcció del seu cap, Jean-Rodolphe Perronet (1708-1794); sovint es recorria a professors externs, principalment

3. L'escola és mencionada en gairebé totes les històries de l'enginyeria. A Europa, hi hagué algunes altres escoles civils anteriors, com la promoguda per Simon Stevin a la Universitat de Leiden a final del segle XVI.

d'arquitectura i matemàtiques.⁴ Això vol dir que les primeres dècades d'existència de l'escola corresponen més a la fase *c* que no pas a la *d*.

L'escola constituïda el 1775 va «salvar-se» al moment de la Revolució, gràcies a la creació de l'École Polytechnique (1794), una escola republicana (Belhoste *et al.*, 1994).⁵ Recordem que la Convenció Nacional (1792) suprimí tot el sistema acadèmic i d'ensenyament de l'Antic Règim, incloses les acadèmies i les universitats (Julia, 1981). La Politècnica forma part del procés de nova edificació del sistema d'ensenyament, que es desenvolupà durant un parell de decennis en què es refundaren les acadèmies i les facultats.

Tanmateix, molts autors creuen que la primera escola «moderna» d'enginyeria fou la d'enginyeria militar de Mézières (1748), traslladada posteriorment a Metz. Gaspard Monge (1746-1818) en fou alumne i professor, de manera que estengué la seva experiència per a la creació de la Politècnica (Berenguer Clarià, 2017).

Les escoles o acadèmies militars d'artilleria o de la marina ja existien des de finals del segle XVII, però amb una estructura molt limitada. Sembla que els cursos eren relativament breus i, a més, en el cas de les acadèmies de guàrdies marines, es tractava de companyies de combat, cosa que limitava la tasca d'ensenyament (Hahn, 1964 *a i b*).

El paper de l'exèrcit en la formació dels tècnics és, encara, una qüestió en estudi. Tot i el paper relativament secundari en el context francès, a Portugal, per exemple, l'ensenyament militar té una trajectòria notable.⁶ Recentment, ha aparegut un conjunt molt rellevant de treballs centrats en l'anàlisi comparativa internacional de l'ensenyament tècnic militar pel que fa a les matemàtiques (Blanco i Bruneau, 2020).

Tanmateix, les escoles d'enginyeria com l'escola de Mézières o la de Ponts i Camins no eren a França durant el segle XVIII una via *completament establerta*. També hi hagué altres experiències, com per exemple l'École des Arts, creada a Reims el 1747, amb una escola de dibuix i una de matemàtiques. Promoguda per l'alcalde de la ciutat (*lieutenant des habitants*) Louis Levesque de Pouilly (1691-1750), tingué el suport de l'Acadèmia de Ciències de París, una entitat molt més compromesa amb la tècnica del que se sol dir (Delaunay, 2018). Una altra opció fou la del Conservatoire national des arts et métiers de París, una altra creació revolucionària de 1794. El Conservatori ofería informació sobre la tècnica i la indústria en un antecedent d'un museu didàctic i de difusió. A partir de 1829, es començà a organitzar ensenyaments especialitzats, però sense l'objectiu de crear una escola.⁷ De tota manera, ja al segle XX, aquests ensenyaments s'establiren en una nova escola d'enginyeria (coneguda com CNAM).

Pel que fa a l'àmbit espanyol, hem de mencionar la rellevància dels centres militars.⁸ Com hem dit, des de 1715 es crearen acadèmies militars en diferents branques de l'Exèrcit. El 1715, es formà l'Acadèmia de Guardamarines de Cadis, inicialment, com el seu antecedent a França, una companyia

4. Per exemple, acudiren a l'escola d'arquitectura privada que intentava consolidar l'arquitecte, extern al Cos de Ponts i Camins, Jacques-François Blondel (1705-1774).

5. La Politècnica obria com a via única d'accés a l'enginyeria. Les antigues escoles es reobriren uns anys després com a escoles «d'aplicació».

6. Vegeu Conde i Massa-Esteve (2018).

7. Un estudi prosopogràfic dels professors del Conservatori es pot trobar a Fontanon i Grelon (1994).

8. Navarro Loidi (2006) estudia els ensenyaments militars al segle XVII. Garma (2002) fa veure la rellevància dels centres militars per a l'ensenyament de les matemàtiques a la Corona de Castella al segle XVIII.

combatent i, per tant, amb limitacions importants pel que fa a l'ambició dels ensenyaments. El 1720 es creà a Barcelona la Reial Acadèmia Militar de Matemàtiques, per iniciativa de l'enginyer en cap del Cos d'Enginyers Militars, Jordi Pròsper de Verboom (Capel *et al.*, 1988). Aquesta entitat pretenia formar en matemàtiques els oficials de l'exèrcit (incloent-hi enginyers, artillers i, fins i tot, al començament, oficials de marina). L'acadèmia no tenia per objectiu la formació d'enginyers, tot i que el seu professorat eren enginyers militars. Quan es tancà el 1803, s'obrí a Alcalá de Henares una acadèmia d'enginyers militars, cosa que ha fet pensar que l'Acadèmia de Barcelona ja havia estat una acadèmia d'enginyeria.

L'Acadèmia de Matemàtiques de Barcelona tenia una estructura clara d'escola, basada en un curs matemàtic que preparà el seu segon director, Pedro de Lucuce, i que es cursava en dos o tres anys (Massa-Esteve, Roca-Rosell i Puig-Pla, 2011). Això la fa realment una experiència pionera a Europa, que contribuï, sens dubte, a promoure l'enginyeria d'escola a Barcelona.

A Espanya, la primera escola civil d'enginyeria fou la de Camins i Canals (1802) promoguda per Agustín de Betancourt (1758-1824) (Gouzévitch, 2018). L'escola, però, fou tancada el 1808 arran de la Guerra del Francès. No aconseguí obrir definitivament fins al 1834. Es tractava d'una escola lligada al Cos de Camins espanyol (Sánchez Miñana, 2019) i era, inicialment, un centre molt restringit.

Pel que fa a l'arquitectura, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid n'atorgava els títols i n'organitzà els primers ensenyaments. A partir de 1761, Benet Bails (1730-1797) va ser contractat com a director de matemàtiques. És significatiu que, animat per l'Acadèmia, publicqués diversos manuals pensats no únicament per a unes classes, sinó per a la preparació (privada) dels exàmens a través dels quals s'aconseguia el títol d'arquitecte.

Pel que fa als ensenyaments privats, podem mencionar el grup de *novators* valencians, del qual sorgí una obra com el *Compendio mathematico* de Tomàs Vicent Tosca (1651-1723), nou volums apareguts entre 1707 i 1715, amb dues reedicions durant el segle XVIII (Navarro Brotons, 1985). Les activitats del grup de *novators* valencians eren complementàries als ensenyaments de la universitat, on, com era la norma, les matemàtiques hi tenien un lloc restringit.

Tenim un exemple peculiar de curs privat, el de l'artista Pasqual Calbó (1752-1817). Se'n conserva un manuscrit, d'un miler de fulls escrits en català menorquí, que ens testimonia que a Menorca, al voltant de 1800, els joves podien aconseguir una bona formació matemàtica, que incloïa l'arquitectura i la construcció de vaixells (Roca Rosell, 2016 i 2017). Aquest manuscrit està en procés d'edició per l'Institut Menorquí d'Estudis.⁹

Hem vist que a Barcelona s'organitzà una escola, la Càtedra Pública de Matemàtiques, on Cerdà tenia previst explicar un curs complet pensant en el món de la construcció, la tècnica en general i, probablement, les activitats militars. Pel seu caràcter municipal i per la seva relació amb la Reial Acadèmia de Ciències i Arts, pensem que podria tenir alguns paral·lelismes amb la de Reims. A més, també a Barcelona, la Junta de Comerç creà una sèrie d'ensenyaments artístics i tècnics a partir de 1770 (Barca-Salom *et al.*, 2009). Com és sabut, aquests ensenyaments proveïen coneixements científics i tècnics sense atorgar cap diploma (però com un «liceo artístico», digué Francesc Carbonell el 1805). Aquests ensenyaments de la Junta serien un bon exemple de la fase c, és a dir, ensenyaments

9. N'ha aparegut el primer volum. Roca Rosell *et al.* (2020).

dins d'una institució, però sense estructura d'escola reglada. El 1851, tanmateix, es dissolgueren i donaren lloc a l'Escola Industrial Barcelonesa, una escola que graduà enginyers industrials.¹⁰

Per acabar

A França, a més dels ordes religiosos, l'Estat tingué un paper molt actiu, principalment a través de l'Acadèmia de Ciències de París (complementada per una xarxa d'acadèmies provincials molt actives). Hom veu una aristocràcia, una burgesia i cossos artesanals amb un gran compromís amb la ciència, sobretot amb la tècnica, en el marc de la concepció il·lustrada d'utilitat. La insuficiència de l'ensenyament de les matemàtiques als col·legis i universitats es compensà en cursos privats, a poc a poc aollits per les institucions, i en la publicació de manuals que permetien l'aprenentatge autodidàctic. Els diversos assaigs foren útils per configurar un ensenyament tècnic reglat tant en el marc de l'enginyeria militar com dels cossos tècnics de l'Estat.

Els casos de Barcelona i Catalunya mostren la força de les noves classes productives, amb un paper més modest, en general, de l'Estat. A Espanya, els cursos privats i els manuals també ajudaren a proporcionar una formació matemàtica als tècnics, en el període anterior a la creació de les escoles tècniques.

Hem plantejat el model de les quatre fases per ajudar en l'anàlisi de les temptatives diferents per organitzar l'ensenyament tècnic, principalment al segle XVIII i als inicis del XIX, que esperem poder aprofundir en futures publicacions.

10. Sobre l'escola de Barcelona, vegeu Lusa i Roca Rosell (1999).

Referències bibliogràfiques

- 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.
- BELHOSTE, B. (1993). «L'enseignement des mathématiques dans les collèges oratoriens au XVIII^e siècle». A: EHRARD, J. (dir.). *Le Collège de Riom et l'enseignement oratorien en France au XVIII^e siècle*. París: CNRS; Oxford: Voltaire Foundation, p. 141-160.
- BELHOSTE, B.; DAHAN DALMEDICO, A.; PICON, A. (dir.) (1994). *La formation polytechnicienne 1794-1994*. París: Dunod.
- BERENQUER CLARIÀ, J. (2015). *Tomàs Cerdà (1757-1759): Tratado de fluxiones*. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- (2017). *Monge: el padre de la geometría descriptiva*. Barcelona: RBA.
- BLANCO, M.; BRUNEAU, O. (ed.) (2020). *Mathematics in military academies (18th and 19th centuries)*. *Philosophia Scientiæ*, 24-1. [Número monogràfic]
- CAPEL, H.; SÁNCHEZ, J. E.; MONCADA, O. (1988). *De Palas a Minerva: La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*. Barcelona: El Serbal: CSIC.
- CONDE, A. F.; MASSA-ESTEVE, M. R. (2018). «Teaching engineers in the seventeenth century: European influences in Portugal». *Engineering Studies*, 10 (2-3), p. 115-132.
- DAINVILLE, F. de (1964). «L'enseignement scientifique dans les collèges des jésuites». A: TATON, R. (ed.). *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*. París: Hermann, p. 27-65.
- DELAUNAY, B. (2018). *Penser la technique à l'Académie Royale des Sciences (1699-1750)*. París: Honoré Champion.
- ESTEBAN PIÑERO, M. (2002-2003). «Las academias técnicas en la España del siglo XVI». *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 5, p. 10-18.
- FONTANON, C.; GRELON, A. (dir.) (1994). *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers: Dictionnaire biographique 1794-1955*. París: INRP: CNAM. 2 v.
- GARMA PONS, S. (2002). «La enseñanza de las matemáticas». A: PESET REIG, J. L. (dir.). *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*. Vol. IV: *El siglo XVIII*. Valladolid: Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, p. 311-346.
- GOUZÉVITCH, I. (2018). *Planète «Bétancourt»*. París: Université Paris Diderot. [Monografia HDR]
- GRELON, A.; GOUZÉVITCH, I. (2007). «Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX: retos, problemáticas e historiografías». A: SILVA SUÁREZ, M. (ed.). *Técnica e ingeniería en España*. Vol. V: *El Ochocientos: Profesiones e instituciones civiles*. Saragossa: Real Academia de Ingeniería: Institución «Fernando el Católico»: Prentice Hall de Zaragoza, p. 269-321.
- HAHN, R. (1964a). «L'enseignement scientifique aux écoles militaires et d'artillerie». A: TATON, R. (ed.). *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*. París: Hermann, p. 513-545.
- (1964b). «L'enseignement scientifique des gardes de la marine au XVIII^e siècle». A: TATON, R. (ed.). *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*. París: Hermann, p. 547-558.
- JULIA, D. (1981). *Les trois couleurs du tableau noir: la Révolution*. París: Belin.
- KRANZBERG, M. (ed.) (1986). *Technological education-technological style*. San Francisco: San Francisco Press.
- LEGUAY, O. (2010). *L'enseignement des mathématiques au XVIII^e siècle en France à travers l'étude de quelques préfaces de livres de cours* [en línia]. <<http://www.inclassablesmathematiques.fr/archive/2011/11/17/l-enseignement-des-mathematiques-au-xviiieme-siecle-en-franc.html>> [Consulta: 5 maig 2021].
- LUSA, G.; ROCA ROSELL, A. (1999). «Doscientos años de técnica en Barcelona. La técnica científica académica». *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 3, p. 101-130.
- MASSA-ESTEVE, M. R.; ROCA-ROSELL, A.; PUIG-PLA, C. (2011). «Mixed' mathematics in engineering education in Spain: Pedro Lucuce's course at the Barcelona Royal Military Academy of Mathematics in the eighteenth century». *Engineering Studies*, vol. 3, núm. 3 (desembre), p. 233-253.

- NAVARRO BROTONS, V. (1985). *Tradició i canvi científic al País Valencià modern: 1660-1720: Les ciències físico-matemàtiques*. València: Eliseu Climent.
- NAVARRO LOIDI, J. (2006). *Las ciencias matemáticas y las enseñanzas militares durante el reinado de Carlos II*. Madrid: Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica.
- O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. (2002). «Jacques Ozanam». A: *MacTutor history of mathematics archive* [en línia]. University of St Andrews. <<http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ozanam.html>> [Consulta: 5 maig 2021].
- PICON, A. (1992). *L'invention de l'ingénieur moderne: L'École des Ponts et Chaussées: 1747-1851*. París: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- ROCA ROSELL, A. (2016). *Un curs matemàtic a la Menorca de la Il·lustració, en la commemoració de Pasqual Calbó i Caldés (1752-1817)*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.
- (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, p. 48-59.
- ROCA ROSELL, A. (2019). «Ingénierie et société en Espagne, XVIII^e et XIX^e siècles: influences et relations avec la France, modèles et transferts. Quatre stades, plusieurs rythmes. Projet 2018-2019». *Études et Documents* [en línia], 18, p. 3-20. <<https://www.cmh.ens.fr/Ingenierie-et-societe-en-Espagne>> [Consulta: 5 maig 2021].
- ROCA ROSELL, A.; SALORD, J.; TORRES, J. L. (ed.) (2020). *Pasqual Calbó i Caldés: Obra científica*. Vol. 1: *Tractats de matemàtiques pures*. Maó: Institut Menorquí d'Estudis; Consell Insular de Menorca. Departament de Cultura, Educació i Esports; Barcelona: Institut d'Estudis Catalans; Palma: Universitat de les Illes Balears; Institut d'Estudis Balearics; Institut d'Indústries Culturals de les Illes Balears.
- SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2019). «Los primeros facultativos de la Inspección de Caminos y Canales (1799)». *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 17, p. 67-111.
- TATON, R. (dir.) (1964). *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*. París: Hermann. [Reimpresió de 1986]
- VICENTE MAROTO, I. (2002-2003). «Las escuelas de artillería en los siglos XVI y XVII». *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 5, p. 1-9.