

AGUSTÍ CANELLES I CARRERA (1765-1818), ASTRÒNOM IMPULSOR DE LA NAVEGACIÓ CIENTÍFICA A CATALUNYA¹

CARLES PUIG-PLA

Grup de Recerca d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Universitat Politècnica de Catalunya

*Agustí Canelles i Carrera (1765-1818),
astronomer impeller of the scientific navigation in Catalonia*

Agustí Canelles (1765-1818) va ser un científic català que va dirigir l'Escola de Nàutica de la Junta de Comerç de Barcelona des de 1806 fins a la seva mort i que va proposar-se impulsar la navegació científica catalana. Aquest frare trinitari va fer contribucions destacades en els camps de l'ensenyament de la navegació i la pràctica de la cartografia a Catalunya i Espanya. En aquest treball s'intenta reflectir qui va ser Canelles així com les principals aportacions d'aquest astrònom i matemàtic en el context de la Catalunya del darrer terç del segle XVIII i del començament del segle XIX.

Paraules clau: Agustí Canelles, nàutica, geodèsia, cartografia, astronomia, metre, Catalunya als segles XVIII i XIX.

The catalan scientist Agustí Canelles (1765-1818) was the director of the Navigation School of the Board of Commerce of Barcelona from 1806 until his death. He tried to promote catalan scientific navigation. This Trinitarian friar made contributions both in navigational training and practical cartography in Catalonia and Spain. This work tries to show who Canelles was as well as the main contributions of this astronomer and mathematician.

Keywords: Agustí Canelles, navigation, geodesy, cartography, astronomy, meter, Catalonia in the XVIIIth and XIXth centuries.

«Los maravillosos progresos de las ciencias Físico-matemáticas y la sorprendente destreza de algunos artistas han elevado a la Náutica a un grado tal de perfección en estos últimos años, que el piloto bien impuesto en los elementos de esta Ciencia, bien enterado en los preceptos y reglas que ella prescribe, y que por otra parte usa buenos instrumentos, sabe observar con finura y calcular con exactitud, puede navegar con seguridad sin temor de otros peligros que los inevitables [...]»²

Agustí Canelles (27 de setembre de 1815)

1. Primers anys del jove Agustí: Alps i Vic

Agustí Canelles i Carrera va néixer a la localitat d'Alpens —un poble muntanyenc situat a la confluència del Lluçanès, el Ripollès i el Berguedà—, conegut llavors com a Santa Maria dels Pens, que pertanyia al Corregiment de Vic del

1. Aquest treball reproduïx la recerca de l'autor sobre Agustí Canelles que es troba al capítol 4t de la seva tesi (PUIG PLA, Carles. *Física Tècnica i Il·lustració a Catalunya. La cultura de la utilitat: assimilar, divulgar, aprofitar*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Física, 2006 [tesi doctoral]).

2. De la dedicatòria inicial «A la Real Junta de Gobierno y Comercio de Cataluña», que es troba a CANELLAS, Agustín. *Elementos de Astronomía Náutica escritos para utilidad de los que se dedican al estudio de la Navegación científica*. Barcelona: Imprenta de Agustín Roca, 1816.

Principat de Catalunya. El 23 de juny de 1765³ el vicari de la parròquia, Nicolau Vila, va batejar el fill del teixidor de llana Josep Canelles i de Maria Carrera amb els noms d'Agustí, Damià i Josep. En van ser padrins Agustí Bausells, també teixidor de llana, i la germana del nadó, Anna Canelles.

L'abolició de la Universitat de Vic s'havia decretat com a represàlia pels esdeveniments de la Guerra de Successió, igual que va succeir amb la supressió de les altres universitats catalanes, Barcelona, Lleida, Girona, Tarragona, Tortosa i Solsona. A Vic, l'abolició es va fer efectiva l'any 1717. En aquesta ciutat, l'any 1710 professors i estudiants de la Universitat s'havien sumat a la recepció feta per la vila a l'arxiduc Carles d'Àustria. L'única universitat existent al Principat de Catalunya durant tota la vida de Canelles va ser la de Cervera. A Vic, però, en el Col·legi de Sant Andreu, els jesuïtes preparaven els estudiants que volien anar a la universitat mitjançant càtedres que eren sufragades per la Universitat de Cervera amb rendes de l'Almoïna General.

L'any 1749 el bisbe Manuel Muñoz i Guil va crear a Vic un Seminari Conciliar Tridentí en un edifici nou, fora de les muralles. L'any 1767 va tenir lloc l'expulsió de la Companyia de Jesús dels territoris de la Monarquia hispànica i això va afavorir que, el 1770, el Seminari es traslladés a l'antic Col·legi de Sant Andreu dels jesuïtes. A partir de mitjan segle XVIII i fins a la darrereria del segle XIX el Seminari de Vic va constituir-se en la institució cultural i educativa més rellevant, tant per la ciutat com per la seva extensa àrea d'influència. Cal tenir present que el bisbat de Vic s'estenia del pla de Girona i la Selva fins a l'Anoia i la Segarra. Val a dir que en el segle XVIII el Seminari arribà a tenir un miler d'estudiants.⁴

Sabem que Canelles va cursar els primers estudis a Vic on va aprovar gramàtica i retòrica. Després es va traslladar a Barcelona on va cursar filosofia al Seminari Tridentí.

2. Trasllat a Barcelona. Estudiant de l'Escola de Nàutica

Canelles era natural d'un indret muntanyenc de l'interior de Catalunya i, tot i que ja s'havia desplaçat a Vic per seguir estudis, l'arribada a la ciutat comtal va constituir una experiència nova que, sens dubte, va colpir el jove Agustí. Referint-se a ell, Ricart i Giralt diu que era de geni viu i entusiasta per les ciències i que el va impressionar tant la vista del mar que «el seu pensament seguint les naus que sortien de port rumb a totes les parts del món va excitar tant les seves afeccions d'excursionista que del Seminari passà a l'Escola de Nàutica de la Junta de Comerç de Barcelona».⁵

3. Segons Elías de Molins i el butlletí de l'Acadèmia de Ciències, Canelles va néixer el 22 de juny. Vegeu ELÍAS DE MOLINS, Antoni. *Diccionario biográfico y bibliográfico de escritores y artistas catalanes del siglo XIX*. Barcelona: Imprenta de Fidel Giró; Imprenta de Calzada, 1889, tomo I, p. 377-382 (l'autor té un error en l'entrada del nom de Canelles ja que escriu «José» en comptes d'«Agustín») i «Biografía. El P. Canellas». *Boletín de la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona*. Barcelona: Imprenta de Don Antonio Bergnes y Compañía, 1840, p. 29-31.

4. Vegeu BURGAYA, Josep; TORRENTS, Ricard. *Vic, la ciutat i la Universitat*. Vic: Universitat de Vic, 1999 (Uni Multiversitat; 2).

5. L'expressió «les seves afeccions d'excursionista» s'ha d'entendre, naturalment, en el context on Josep Ricart va llegir la seva ressenya biogràfica sobre Canelles, és a dir, l'Associació Catalanista d'Excursions Científiques.

A Catalunya, a partir del darrer terç del segle XVIII, la Junta Particular de Comerç de Barcelona va promoure la creació d'un seguit d'escoles d'ensenyament gratuïtes⁶ i va ser gràcies al dret de pariatge que va poder sostenir-los. La Junta, una institució que tenia un caràcter mixt entre organisme de govern i representació de la burgesia mercantil, agrícola i industrial,⁷ va destacar per la seva capacitat de fomentar les activitats econòmiques de la Catalunya de l'època, però també per haver esmerçat bona part de la seva activitat a promoure la instrucció mitjançant la creació d'escoles de caràcter tècnic. La primera d'aquestes escoles va ser l'Escola de Nàutica, la qual va quedar establerta el 1770.

Val a dir que la marina mercant espanyola va gaudir d'una de les seves etapes històriques més brillants precisament durant la segona meitat del segle XVIII i que la marina mercant catalana va renèixer de tal manera que en només un quart de segle, de 1750 a 1775, la flota del Principat es va convertir no tan sols en la més nombrosa de l'Estat, sinó en la més eficient a l'hora d'oferir un servei als usuaris habituals del transport marítim.⁸

Canelles va estudiar a l'Escola de Nàutica dirigida llavors per Sinibald de Mas, el seu primer director. Ricart i Giralt diu que va aprovar les assignatures de la carrera i va obtenir el títol d'aspirant. En l'elogi de Canelles que Ramon Muns va fer a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona,⁹ diu que va obtenir el títol de pilot, però Ricart i Giralt creu que Muns està equivocant, ja que segons ell:

«[...] l'Escola de Nàutica allavors lo mateix que ara sols podia expedir nombra-ments d'aspirants ó alumnos, obtenint los títols de pilots mediant exámen en una capital de Departament marítim y despres de fets dos viatjes á l'América.»¹⁰

De les dades que Ricart i Giralt va poder recopilar se'n despenia que només havia fet un viatge a Amèrica i, per tant, no podia examinar-se per obtenir el títol de pilot. D'altra banda, el mateix Canelles en les seves obres, on indicava tots els seus títols, no hi feia constar el de pilot.

6. Com a referències generals sobre la tasca educativa i formativa de la Junta de Comerç podeu consultar els treballs següents: RUIZ Y PABLO, Ángel. *Historia de la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona (1758 a 1847)*. Barcelona: Talleres de Artes Gráficas: Henrich y C^a, 1919; IGLÉSIES, Josep. *L'obra cultural de la Junta de Comerç 1760-1847*. Barcelona, Rafael Dalmau, 1969 (Episodis de la Història; 121); MONÉS, Jordi. *L'obra educativa de la Junta de Comerç (1769-1851)*. Barcelona: Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació, 1987.

7. MOLAS I RIBALTA, Pere. *Comerç i estructura social a Catalunya i València als segles XVII i XVIII*. Barcelona: Curial, 1977.

8. DELGADO, José M. «La Marina mercante española durante el reinado de Carlos III». A: DIVERSOS AUTORS. *II Jornadas de Historia marítima. La Marina de la Ilustración*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval, 1989, p. 63-64 (Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval; 2).

9. MUNS Y SERIÑÁ, Ramon. *Elogio del R. P. Fr. D. Agustín Canellas*. Barcelona: Imprenta de Brusi, 1818.

10. RICART GIRALT, Joseph. *Ressenyia biogràfica de Fra Agustí Canellas trinitari calsat, Lector jubilat d'Arts y Teología Soci y Censor de la Real Academia de Ciencias naturals y Arts de Barcelona, Primer mestre y Director de la Escola de Nàutica del Real Consulat de Catalunya, etc. llegida en lo dia 26 de Novembre de 1881 en la Associació Catalanista d'Excursions Científicas ab lo motiu del seu quart any de la fundació per D. Joseph Ricart Giralt*. Barcelona: Imprenta La Renaixensa, 1882, p. 403. Hem mantingut el seu català no normatiu.

Però, on va anar en aquest viatge que sí va fer? Va anar a la ciutat de Veracruz, situada a la costa del golf de Mèxic, vers on va embarcar l'any 1788. Deu anys abans, el rei havia atorgat l'ordenança i el reglament del lliure comerç amb les Índies espanyoles i el 1779 va concedir a Catalunya un registre de 300 tones o més per a una expedició a Veracruz amb la condició d'exportar productes i fruits espanyols amb la total exclusió dels estrangers. La Junta va convocar el cos d'armadors i es va triar la fragata *San Francisco de Paula* de la Compañía de Indias, la qual va quedar habilitada el juny de 1779. Aquell any es va començar a armar tota una flota comercial sota el comandament de Sinibald de Mas amb la participació dels alumnes. El mes de desembre va quedar sota les ordres de la Junta el buc *San Antonio de Padua*, també anomenat *Amílcar*. L'obertura del lliure comerç amb Amèrica va fer que el valor de les exportacions catalanes augmentés de forma espectacular entre 1778 i 1788.¹¹ Entre 1778 i 1796, el port de Barcelona va triplicar el volum del valor de les mercaderies enregistrades.¹²

3. El viatge d'Agustí Canelles a Veracruz (juliol 1788 - febrer 1789)

Havia trobat en la bibliografia la menció a un diari de navegació d'Agustí Canelles que es conservava a l'Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona.¹³ El diari de navegació de Canelles va ser un present que va fer a l'Acadèmia de Bones Lletres Vicens Joaquim Bastús i Carrera (1799-1873), un publicista i filòleg que va ser membre d'aquesta corporació barcelonina.¹⁴ El diari de navegació,¹⁵ manuscrit per Agustí Canelles, és una font d'informació que reflecteix alguns dels problemes reals que patien els vaixells que partint de Barcelona anaven a Amèrica al darrer terç del segle XVIII, una època en la qual el problema de conèixer la longitud a la mar era encara, a la pràctica, un problema real per a aquestes naus.

El viatge de Canelles a Veracruz es va iniciar al port de Barcelona el dia 3 de juliol de 1788 a bord d'un paquebot comandat pel capità Bartomeu Roig i Goday.¹⁶

11. RUIZ Y PABLO, *op. cit.*, p. 178-179.

12. FERNÁNDEZ IZQUIERDO, Francisco. «La España de Carlos III en su dimensión marítima». A: DIVERSOS AUTORS. *II Jornadas de Historia marítima. La Marina de la Ilustración*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval, 1989, p. 85 (Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval; 2).

13. Quan em vaig adreçar a l'Acadèmia de Bones Lletres, el diari de Canelles no apareixia i tot semblava indicar que no hi era. De fet, la catalogació del fons de l'Acadèmia de Bones Lletres era manual, en fitxes soltes, i la corresponent a Canelles no era al seu lloc; vaig decidir fer una inspecció pacient fitxa a fitxa, cosa que, sortosament, em va permetre, finalment, trobar la fitxa que no era a lloc i poder així localitzar el diari.

14. No sabem per quin motiu Vicens Joaquim Bastús i Carrera posseïa el diari, tot i que el seu segon cognom, Carrera, però no pas el lloc de naixement, la vila de Tremp a Lleida, podria fer-nos pensar en algun tipus de connexió familiar amb Agustí Canelles.

15. CANELLAS, Agustín. *Diario de Agustín Canellas meritorio de la Escuela gratuita de Navegacion, establecida en Barcelona con Real permiso, baxo la direccion del S^o D^o Sinibaldo Mas, Alférez de fragata, y primer Piloto honorario de la Real Armada, 1788-1789* [exemplar manuscrit conservat a l'Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona].

16. Bartomeu Roig i Badia, descendent del capità Bartomeu Roig i Goday (1762-1834), que ha conservat, classificat i digitalitzat l'arxiu de la família Roig de Canet de Mar, va tenir l'amabilitat de confirmar-me que el seu avantpassat, que comandava la nau on viatjava Canelles, va fer un diari de navegació que coincidia bàsicament amb el de Canelles. A més, em va facilitar la informació que una tal «Senyora

Agustí Canelles hi anava en qualitat de meritori. El vaixell empenia un viatge cap a la ciutat de Veracruz, a Mèxic, duent a bord un carregament d'aiguarent i productes del país. Al diari hi trobem les anotacions de cada singladura, és a dir, de l'interval de temps que, en aquella època, es considerava de migdia a migdia del dia següent. Aquestes dades s'escrivien a mà a les caselles corresponents d'una taula impresa que ocupava la meitat superior dels fulls del diari, els quals disposaven a la meitat inferior d'un espai en blanc.

Aquest tipus de diari de navegació es podia comprar a la plaça de Sant Jaume de Barcelona, a la Casa de Maria Martí. La part impresa estava dissenyada i preparada de manera que s'hi pogués escriure un seguit de dades d'acord amb les observacions quotidianes que s'anessin fent. S'indicava: el mes de l'any i els dos dies de la singladura, la possible variació al nord, l'hora del dia, les milles recorregudes, les brases de profunditat marina, el rumb navegat, el vent, l'abatiment, el rumb corregit, la distància, les veles amb les quals es navegava, la latitud de fantasia, la diferència de latitud de fantasia, el rumb de fantasia, la distància de fantasia, el meridià de fantasia, la latitud observada, la diferència de latitud observada, el rumb corregit, la distància corregida, el meridià corregit, la diferència de longitud, la longitud d'arribada i, finalment, es podia anotar si s'havia fet alguna correcció.

Les anotacions i aclariments sobre les dades escrits als espais en blanc de cada pàgina del diari ens permeten conèixer alguns detalls addicionals del viatge més enllà de les estrictes dades nàutiques. Hem volgut deixar constància de diversos detalls del viatge atès el possible interès que pot tenir aquesta font per als historiadors interessats per la cosmografia o els coneixements astronòmics i físics aplicats a la navegació.

La nau va arribar a l'estret de Gibraltar el 24 de juliol 1788; allà van albirar la nau del capità Josep Carnoltes, que també estava viatjant cap a Veracruz, amb el qual van poder parlar. Cinc dies després, el 29 de juliol, es trobaven en el paral·lel de les illes Canàries. A les vuit del vespre van albirar, tot i la foscor, l'illa de Lanzarote. Durant les dues primeres setmanes del mes d'agost van seguir navegant a tota vela amb rumb a l'oest. El 13 d'agost a les nou del vespre van considerar que es trobaven en el paral·lel de l'illa Bermuda i van dirigir la proa a l'oest tot continuant aquest rumb. El 17 d'agost es trobaven a la mar dels Sargassos i les condicions atmosfèriques van començar a empitjorar. El dia següent van estimar que estaven molt propers a l'illa Barbuda, però van haver de variar el rumb diversos cops per la situació adversa del temps. El 19 d'agost, a causa de la desfavorable situació atmosfèrica, es van trobar navegant quasi sense direcció, fins que a les deu de la nit van decidir que:

«lo aferramos todo y nos aguantamos con el trinquete y mesana solos, ya por la inconstancia del tiempo, ya también por considerarnos inmediatos a la isla Barbuda y estar muy obscura la noche por los continuos chubascos que no han parado hasta las 9 de la mañana [...]»

Teresa Vda. Sardanyons, de Pens [Alpens], interessava 1/16 en la fragata *San Antonio de Padua* (2) i també un Canvi Marítim» i que el mes de juny de 1811 Agustí Canelles apareix citat en dues cartes que es van adreçar mútuament aquesta senyora i Bartomeu Roig.

Un cop la pluja va amainar, van posar rumb cap al SO¼O, cosa que no haurien fet si haguessin sabut que es trobaven molt cap al sud com, de fet, van poder conèixer poc després en fer la corresponent observació del migdia. El 20 d'agost, doncs, en adonar-se que estaven massa cap al sud, van tornar cap al nord-oest per virar a l'oest en el moment que van creure que es trobaven novament en el paral·lel de la Barbuda. Tanmateix, l'endemà continuaven fent voltes i van haver de virar de nou a la recerca de l'esmentat paral·lel.

Durant uns cinc dies van observar moltes aus de diverses espècies, així com dofins i sargassos. Fins i tot, a les dues de la matinada del dia 24, van agafar-ne una al pic de messana. En la singladura del 25-26 d'agost, Canelles va fer correccions amb el «padrón de San Martín»¹⁷ i tenim ja referències a l'illa de San Bartolomé i al rumb que segueix el vaixell per pujar cap a l'illa de l'Anguilla. La nit del 27 al 28 d'agost de 1788 va ser una nit de tempesta horrorosa, amb xàfeces, trons i llampecs fins a les cinc de la matinada, que va tornar a obligar a aferrar totes les veles i a quedar-se només amb el trinquet.

A les nou del matí del dia 28 van creure veure el morro de l'illa de Puerto Rico i s'hi van dirigir posant rumb al sud-oest, però no van poder fer observacions perquè el cel estava molt cobert de núvols. Van seguir rumb sud-sud-oest (SSO) i van veure terra a les dues de la tarda al S¼SO. En dirigir-se cap a ella es van adonar que es trobaven més a l'oest del que pensaven i que això significava que estaven arrambats a l'illa Desecheo i van navegar rumb N½NO. A les nou de la nit del dia 29 van veure terra des del SO fins al SSO i, persuadits que era l'illa de Samaná, van anar cap al NO. El dia 30 van seguir la costa nord de l'illa de Santo Domingo. Canelles va demarcar¹⁸ el «Cerro de Montecristi» i els «cayos» i la nau va tenir algun ensurt amb la poca fondària de l'indret.

El 31 d'agost a la tarda van veure l'illa Tortuga i van anar variant el rumb per tal de pujar, tot rodejant la Tortuga, cap a Santo Domingo i Cuba (tenint a la vista la punta del Mulo de San Nicolás). A unes quatre llegües, a l'oest, tenien l'illa de Cuba. El primer dia de setembre van demarcar la punta Maisi. Els dies següents van anar perdent de vista la terra i el 5 de setembre van albirar el Petit Caiman. En la singladura del 8 al 9 van demarcar el cap de Corrientes i, vorejant la costa, van observar les blanques platges.

El 8 de setembre el paquebot es trobava al cap de San Antonio i Canelles assenyalava que tenia tres minuts de diferència de longitud des del Gran Caiman. Hi va haver alguns trons i llampecs i van prosseguir cap a la sonda de Campeche. En la singladura del 10 a l'11 de setembre de 1788 Canelles va escriure:

17. Aquest «padrón de San Martín» es deu referir a les *Tablas modernas de la situación que tienen en Latitud y Longitud todas las Costas de Tierra Firme e islas de Barlovento*, de San Martín, unes taules que donaven també, a banda de la latitud i la longitud, «sus adyacentes Sondas, Viriles, Bajos, Arrecifes, Canales, Puertos, Ensenadas y lo más notables del Cerro Mexicano». El *viril* o *veril*, referint-se al fons o sonda, és la línia que uneix els punts d'igual sonda (es pot parlar de *veril* de 25 m, per exemple).

18. En general la *marcació* és l'angle que forma la carena de la nau amb la visual d'un objecte; en nàutica la demarcació o *marcació* és l'angle projecció sobre el pla de l'horitzó de la visual que des de bord es dirigeix a un objecte i el diàmetre d'aquest horitzó que passa pel punt N, sigui aquest el vertader, el magnètic o el d'agulla.

«[...] sondé en 25 brazas, fondo poca arena, cascajo, y alguna conchuela colorada... cogí una ave con las manos del tamaño de una gallina de España negra y al anochecer se cogieron otras dos más pequeñas de varios colores.»

Per deduir la longitud va fer servir, com es veu, les dades de la sonda, que les degué comparar amb les dades de les taules de San Martín. Els dies següents van continuar sondejant, tot seguint el rumb SO i OSO. Al migdia del dia 18 van demarcar les Serres de Bernal i el dia següent, les Serres de San Martín al SE¼S. Finalment, el 20 de setembre de 1788 el vaixell arribava a Veracruz, després de dos mesos i disset dies de viatge des de la seva sortida del port de Barcelona.

En arribar a Veracruz van trobar el capità Josep Carnesoltes¹⁹ i un capità anomenat Barbeta, i també van trobar altres catalans: «Cata, Gual i Fàbregas». No tenim cap notícia del que va succeir a Veracruz durant el mes i mig anterior al retorn del vaixell.²⁰

El viatge de tornada es va iniciar el dia 4 de novembre 1788 a les dues de la tarda. La nau navegà cap al nord amb les gàbies en vela i un vent fresc de l'ESE. Van anar demarcant tal com era habitual (Punta Bernal, Punta Delgada...) i avançant a tota vela. Els dies següents van seguir el rumb NE i NNE, amb variacions, i de vegades van haver d'aferrar veles i aguantar només amb el trinquet a causa del fort vent. Poc dies després, l'11 de novembre, la situació va canviar radicalment a «calma morta».

Cap al 19-20 de novembre, el vent de proa o el fet que trobessin llargues estones de calma va provocar que no poguessin seguir el rumb i que anessin vorejant i intentant guanyar el que podien en direcció E tot procurant no decandir-se ni augmentar molt la latitud, ja que justament tenien la latitud corresponent per poder sondejar tan bon punt ho permetés el vent. Van continuar rumb N¼NE i N. En la singladura dels dies 21 i 22, van seguir tota via, però mantenint-se entre els paral·lels de 25° ½ a 26° ½; en la següent, el vent va anar variant de l'est cap al sud i va permetre que seguissin el seu rumb cap a la sonda de la Tortuguilla.

Durant tres dies, del 23 al 25, van avançar en direcció E i ENE. Els va ploure la matinada del 25, van variar a NNO i, el dia 26, van navegar a tota vela intentant dirigir-se cap a la sonda de les Tortugues que suposaven que era molt a prop. Sondaven però no trobaven fons ni a 100 braces. Els va ploure i van patir corrents del sud molt intensos. Finalment, en passar del dia 28 al 29, a la mitjanit, van sondar 50 braces tot trobant fons de sorra blanca amb algun macolí vermell.

El tipus de fons recollit i la profunditat del fons marí eren dades que, en determinades circumstàncies, servien d'indicadors per ajudar a fer una estimació de la longitud en aquella zona. Agustí Canelles ho va considerar així en la sonda que va efectuar a les dues del dia 28 de novembre:

19. Possiblement és el mateix capità del qual parla el *Diario* quan el vaixell va passar per l'estret de Gibraltar, tot i que llavors se cita com a *José Carnoltas* i no *José Carnesoltas*.

20. Només disposem d'un full blavós, solt dins el diari, que és una nota de la descàrrega, del mes de setembre de 1788, on apareixen unes poques dades que semblen correspondre al lliurament del carregament.

«Anocheció con los hor[izonte]s cargados, y cielo encelajado a las dos sondamos bien a mi satisfacción, fondo resquicio de roca, cascajo y poca arena. 45 brazas. Por este fondo, y bra[za]s me considero en Long[itu]d de 292° 35^s y hallando notable difer[enci]a con mi punto tomo este por salido cuya Lat[itu]d de estima es de 25° 45^s.»

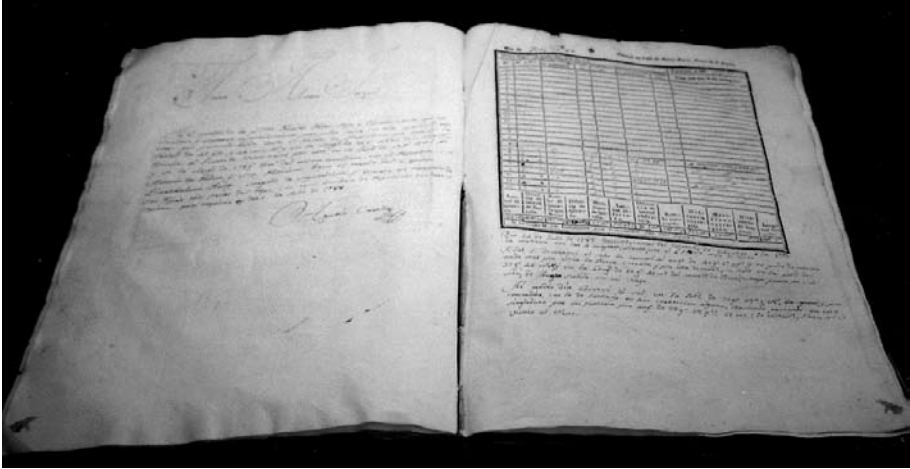
El dia següent, a les set del matí, va arribar un xàfec del nord amb tanta força de vent i quantitat d'aigua que va caldre carregar amunt totes les veles i es van quedar una hora amb només la mitjana i la trinquetilla, fins que tot es va calmar. Van sondar al migdia 45 brases i van trobar fons de sorra mixturada, com pols gruixuda. A la tarda hi va haver més xàfecs i en un nou sondeig a quaranta brases van trobar poca sorra i macolí. Al migdia següent (30 de novembre) no es va poder observar i es va sondar a 80 brases que es van transformar l'endemà, 1 de desembre, en 78 brases amb sorra molt fosca. Aquell dia a la mitjanit va començar a empitjorar el temps i va terrabastejar i, en veure venir un clar empitjorament de la situació atmosfèrica, es va fer necessari aferrar totes les veles deixant només el trinquet. Van albirar una nau, però per la foscor no la van poder reconèixer, tot i estar molt a prop:

«Amaneció con el cielo y hor[izonte]s todo un cerrazón q[u]e daba horror, y a dist[anci]a como de 2 Legua[s y] ½ vimos la embar[cació]n q[u]e con todo el furor del chubasco, nos vino a parlamento, Preguntando si habíamos hallado sonda y habiéndole manifestado nuestra demora en ella, y al mismo tiempo nuestro punto de estima se despidió la Fragata la Venus, la cual habíamos dejado de comandanta en la Bahía de Vera-Cruz. A las 7 se vio una manga q[u]e subía q[u]e nos dio algún cuidado; pero, luego se desapareció.»

Van continuar rumb E¼SE, la mar va millorar i a 100 brases ja no van trobar fons. La mitjanit del 3 al 4 de desembre van tenir un problema: *«se rompió el escotín de velacho, el de babor, y arriamos la verga para componerlo y luego se volvió a izar»*. El dia 5 es va poder demarcar la ciutat de l'Havana a l'est. A la nit, van haver de vigilar molt per la proa pel perill que representava la munió de naus que veien al seu voltant.

Van prosseguir dos dies fent demarcacions diverses: la meridiana de la Mesa de Mariel, el port de l'Havana, la Costada del Jaruco, las Tetas de Marinagua, el Pan de Matanzas. En la singladura del 7 al 8 de desembre van descobrir terra per la proa. Poc després, Canelles va tenir l'experiència d'una nit força difícil, la nit del 9 al 10 de desembre de 1788; les seves pròpies paraules mostren clarament les dificultats amb les quals la nau es va haver d'enfrontar:

«Anocheció [...] empezó a chubasquear. A las 9, me dio el viento del O con un chubasco, con tanta fuerza q[u]e me obligó a aferrar todo trapo y quedarme con solo el trinquete. A las 10 amuré la mayor, y a las 2 largué las gavias aguantado estas velas a fin de no descaecer tanto para el Este, y así pasé, toda la noche en continuo cerrazón y lluvia. Amaneció todo cerrado lloviendo y el viento refrescó tanto q[u]e fue preciso el aferrarlo todo y los hombres de arriba gritaron q[u]e se veía Tierra del E, para el SE, viré de bordo a la vuelta del SO, y me dicen q[u]e no podíamos remontar; luego mareamos, todo trapo



Diari de navegació d'Agustí Canelles (Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona. Foto de l'autor).

a la vuelta del 1º c[ua]drant]e y me responden q[u]e tampoco era posible de ningún modo el remontar dicha tierra. viéndome en esta tribulación ofre[ci]mos una Misa cantada al S^{to} Cristo del Paño, y otra[s] rezadas a las Almas del Purgatorio cuando inmediate[m] se aclaró un poco, la cerrazón y vimos perfectam[en]te q[u]e no había más q[u]e la cerrazón dicha la cual era tanta q[u]e parecía a los hombres q[u]e por todas partes se veía tierra. Entonces proseguí mi r[umb]o con las g[av]ias en 3 rizos, corriendo el viento con mucha fuerza y mar insufrible. Observé en lat[it]ud de 27º 50' y tuve 39' [de] diferencia y los corr[i]jo aguas al N.»

Poc després d'aquest ensurt, el dia 11 de desembre a la una de la tarda van agafar un tauró de grandària extraordinària, i un altre de similar, que els havia anat seguint, va ser capturat l'endemà a la sortida del sol. La segona quinzena de desembre no hi va haver moltes novetats a destacar. Per Nadal van hissar la bandera i en la singladura del 27 al 28 van demorar la Bermudilla, al NO¼N, a 53 llegües de distància. Van seguir navegant per l'oceà i a començaments del nou any de 1789 van demorar l'illa de Santa Anna al NO, a una distància de 40 llegües, i l'illa de Santa Maria a l'E¼NE, a 182 llegües. Uns dies més tard, durant la singladura de l'11 al 12 de gener, va tenir lloc una altra situació de cert dramatisme:

«Continué mi derrota, a la huella del contenido r[umb]o, con solo el trinquete, siendo imponderable el furor del v[ie]n]to y mar; de modo que pasé todo el decurso de esta singladura con mucho trabajo, y habiéndose, por la gracia de Dios, llamado el viento al ONO, fue perdiendo su fuerza poco a poco, pero todavía se quedó muy fuerte, hasta el medio día que fue calmando más y se aclaró el cielo, y me dio lugar para observar en latitud de 36º 50'' N, y tuve 45'' diferencia a la estima en tres días, y los corrijo con la segunda corrección.

Parecía q[u]e en el discurso de estas 24 horas se habían conspirado los elementos de aire, y agua contra nosotros, pues al paso q[u]e era en extremo fuerte el v[ie]n]to era en proporción furiosa el agua del mar, y excesivos los torbellinos de lluvia; de modo q[u]e nos amenazaban un evidente quebranto; pero quiso Dios q[u]e no hizo más q[u]e llevarse lo q[u]e estaba arrimado fuera [de] el bordo q[u]e fueron algunos remos y árbol de la lancha.»

Sabem, gràcies al testimoni que va deixar escrit Canelles cinc dies després de la tempesta, que el vaixell tenia trencat l'escotí de sobrevent i l'amura.

Després de veure l'illa de Santa Maria per l'est, en la singladura del 13 al 14 de gener es van dirigir vers el cap de San Vicente, on van arribar en la singladura del 21 al 22 de gener. Hi veieren dos vaixells, una fragata i una pollacra, i se'ls va acostar molt un bergantí francès que va sol·licitar que es comuniquessin, tot preguntant-los pel seu punt d'estima i demanant-los alguna conserva. L'endemà al vespre, el bergantí també va demanar-los que l'il·luminessin. El dia 26 a les quatre de la tarda la nau es trobava enfront de la meridiana de l'estret de Gibraltar i deixava enrere l'Atlàntic. A partir d'aquest moment, i en les darreres pàgines del diari, Agustí Canelles ja no va omplir les dades de les taules impreses, però sí que va deixar escrites algunes anotacions.

El bergantí francès que els havia demanat conserva els va anar imitant en tots els seus moviments tot preguntant-los què pensaven fer i si tenien idea del temps que faria, atesa la situació de contínua calma que feia. El 30 de gener no van poder aconseguir anar a Màlaga, ja que «*ni siquiera se meneava el cata-viento*». Al migdia del dia següent entraren al port de Màlaga on deurien carregar o descarregar mercaderies. Sabem que el dia 3 de febrer van deixar el port d'aquella ciutat i molt lentament, ja que aquells dies no feia gens de vent, van anar cap a Barcelona. L'arribada a Barcelona es deuria efectuar el dia 11 o 12 de febrer de 1789. Acabava així un llarg períple de tornada que havia durat cent dies.

A través del coneixement del rumb —gràcies a la brúixola o a l'observació d'estels— i de la determinació de la velocitat de la nau mitjançant la corredora, un velocímetre groller, es podia fer una estimació aproximada de la situació del vaixell a la mar i trobar, així, l'anomenat punt d'estima o punt de fantasia. En els viatges transatlàntics no es disposava de punts de referència a les costes properes per poder anar corregint aquesta estimació i va ser necessari determinar la latitud i la longitud del vaixell per mètodes astronòmics. Durant el dia, la mesura de l'altura meridiana del Sol, si es coneixia la declinació d'aquest astre, permetia determinar la latitud; i a la nit la latitud era fàcilment determinable si era possible l'observació d'estrelles (la Polar a l'hemisferi nord). El coneixement de la longitud, però, va esdevenir un problema de difícil resolució a la pràctica.²¹

Els vaixells dels segles xv, xvi i xvii van confiar en els mètodes d'estima per calcular la distància cap a l'est o cap a l'oest que els separava del port d'origen, és a dir, per calcular la longitud. A banda de la manca de visibilitat del cel durant

21. Un treball de divulgació científica sobre la recerca de mètodes per determinar la longitud es pot trobar a SOBEL, Dava. *La longitud*. Barcelona: Edicions 62, 1997.

les tempestes, l'existència de corrents oceànics, els vents inconstants o els errors d'apreciació, feien que fos molt fàcil equivocar-se amb les tècniques d'estima. En el segle XVIII els vaixells catalans seguien usant mètodes d'estima, la qual cosa feia inevitable cometre errors que anaven associats a aquests mètodes, uns errors sobre els quals prevenia Mendoza i Ríos, l'autor d'un *Tratado de navegación*.²²

El diari de Canelles dóna testimoni dels problemes derivats dels temporals i les fortes tempestes i a més mostra com calia sistemàticament observar la latitud i fer les correccions corresponents per aconseguir l'estima. De vegades, durant la travessia, en coincidir amb un altre vaixell era normal consultar-li el seu punt d'estima i així poder confrontar-lo amb el que se suposava. Durant bona part del trajecte, amb l'ajuda de la latitud es buscava un determinat paral·lel per seguir un rumb constant, oest o est depenent de si s'anava cap a Amèrica o si se'n tornava. S'utilitzava la cartografia disponible i també algunes taules, com les taules nàutiques de José de San Martín que permetien conèixer les latituds i longituds de costes de terra ferma i d'illes i fer les correccions oportunes. De vegades calia sondar i observar els fons marins per conèixer la posició del vaixell en indrets de poca fondària. Sempre que es podia es demarcava algun punt característic de la costa o de les illes. Calien, naturalment, coneixements astronòmics i cosmogràfics, però no s'usaven mètodes d'astronomia nàutica com el de les distàncies lunars per determinar la longitud.

De fet, a la segona meitat del segle XVIII el fet de disposar de taules lunars i utilitzar instruments de reflexió a la mar va facilitar la introducció de procediments relacionats amb la Lluna per situar el vaixell a la mar. El mètode que s'aniria imposant va ser el de les distàncies lunars, el qual requeria l'observació de les altures del Sol i la Lluna i la determinació de les distàncies entre els seus limbes més propers (distància aparent), fer les correccions corresponents de les altures trobades (depressió, refracció, paral·laxi...) i aconseguir la distància vertadera mitjançant càlculs de trigonometria esfèrica. La distància vertadera permetria, gràcies a les taules nàutiques, obtenir l'hora del meridià de referència i, llavors, la diferència amb l'hora del meridià local permetria aconseguir la longitud.²³ A la dècada de 1770, Sinibald de Mas no sembla que hagués ensenyat a l'Escola de Nàutica el mètode de les distàncies lunars i, d'altra banda, fins al 1791 no es va disposar a l'*Almanaque Náutico* de les taules que calculaven les distàncies vertaderes de la Lluna i el Sol que Nevil Maskelyne havia publicat al *Nautical Almanac* l'any 1767.²⁴

22. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, *op. cit.*, p. II.

23. Vegeu BARÇA, Francesc X. «Dels càlculs d'estima a l'astronomia nàutica. L'ensenyament de les ciències nàutiques a l'Escola de Nàutica de Barcelona». A: BATLLÓ, J. *et al.* (coords.). *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Barcelona, 14, 15, 16 i 17 de novembre de 2002)*. Barcelona: Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 2003, p. 43-62 (vegeu p. 46).

24. L'*Estado General de la Marina* ja va recollir les taules de Maskelyne l'any 1786 (BARÇA, «Dels càlculs d'estima...», *op. cit.*, p. 48).

4. Trinitari, matemàtic i acadèmic

Aquest viatge marítim de Canelles és, que sapiguem, l'únic que va realitzar. Els temporals i les vicissituds patides a la mar provocaven que més d'un abandonés els estudis de nàutica.²⁵ En el cas de Canelles, els mals tràngols pels quals va haver de passar van determinar-lo a entrar a l'orde dels trinitaris calçats. El pilot Felip Vidal, que més endavant va ser un deixeble de Canelles, va corroborar que la magnitud de la tempesta que el jove Agustí va viure en el viatge de retorn des de Veracruz va provocar que fes la promesa de retirar-se del món i decidís consagrar-se a la vida conventual.²⁶ Cal, doncs, suposar que va abandonar les activitats relacionades amb la nàutica per algun temps atès que, poc després de la tornada de Veracruz, va vestir l'hàbit dels trinitaris calçats en el convent que aquest orde tenia a Barcelona.

El convent de trinitaris calçats es trobava a la plaça de la Trinitat i l'edifici tenia una façana que donava al carrer d'Avinyó; era al lloc on, més endavant, hi hauria la parròquia de Sant Jaume.²⁷ Després d'ingressar en l'orde va cursar filosofia i sagrada teologia.²⁸ Fra Canelles es va dedicar a l'estudi de les arts i la teologia. Va ser nomenat lector en arts (1797) i lector en teologia (1800). En els ordes religiosos, els lectors eren els que podien ensenyar, i en el cas de Canelles sembla clar que així ho va fer, tal com indica el butlletí de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona de l'any 1840:

«En 1797 fue creado Lector en Artes, que enseñó en su Religión por espacio de tres años, según los sanos principios de las ciencias naturales y exactas bastante desconocidos en aquella época. En 1800 fue nombrado Lector de Teología, que siguió enseñando hasta su jubilación.»

En realitat no tenim gaires dades de l'activitat de Canelles durant la darrera dècada del segle XVIII.²⁹ A banda de les seves activitats estrictament eclesiàsti-

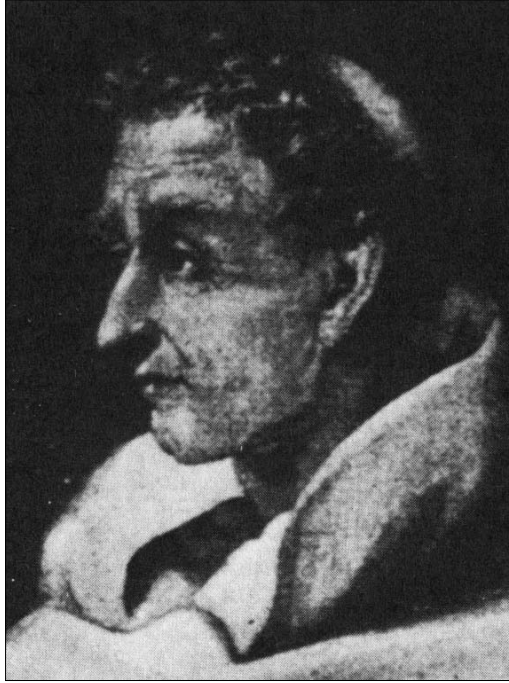
25. Un cas potser no gaire conegut d'abandó dels estudis de nàutica és el del famós maonès Mateu Orfila (1787-1853). Segons Ruiz i Pablo, Orfila els havia començat per voluntat del seu pare i l'any 1802 va fer un únic viatge a Alexandria a bord d'un bergantí. Va patir un temporal i un mareig terrible, al seu retorn, enfront de les costes de Càndia, a Creta, i fou fet pres per un corsari algerià, les quals coses el van decidir a renunciar a la nàutica i dedicar-se a la medicina (RUIZ Y PABLO, *op. cit.*, p. 290).

26. Ricart Giralt, Joseph. «Resenya biogràfica de Fra Agustí Canelles trinitari calsat, Lector jubilat d'arts y Teología Soci y Censor de la Real Academia de Ciencias naturales y arts de Barcelona, Primer mestre y Director de la Escola de Náutica del Real Consulat de Catalunya, etc. Llegida en lo dia 26 de Novembre de 1881 en la Associació Catalanista d'Excursions Científicas ab motiu de ser lo cuart any de sa fundació, per D. Joseph Ricart Giralt». *La Renaixensa. Revista Catalana*. Any XI, núm. 11 (30 novembre 1881) [Suplement al número 556 del diari *La Renaixensa*], p. 401-413 (vegeu p. 403).

27. Sobre algunes activitats dels trinitaris a la Barcelona del segle XVIII vegeu CARRERA PUJAL, Jaime. *La Barcelona del segle XVIII*. Barcelona: Bosch, Casa Editorial, 1951, vol. 1, p. 215 i 225; vol. 2, p. 204-208 i 258.

28. ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, tom I, p. 378.

29. En algun moment, i arran d'una informació que em va facilitar el professor Ventura Castellvell la primavera de 2002, vaig creure que Canelles havia fet incursions en la literatura i havia escrit peces teatrals. Tanmateix, algun temps més tard, en una nova conversa que tots dos vam tenir, em va fer saber que en realitat es tractava de Josep Canelles, i no d'Agustí Canelles. Josep sembla ser, doncs, qui havia traduït el 1757 una obra religiosa que va ser representada al poble d'Alpens.



Agustí Canelles i Carrera (font: J. Agustí, *Ciència i tècnica a Catalunya en el segle XVIII: la introducció de la màquina de vapor*, Barcelona, IEC, p. 48).

ques, hem de suposar que va dedicar-se a les matemàtiques i a l'astronomia. Amb Sinibald de Mas havia après cosmografia i ell mateix havia experimentat la utilitat de tenir coneixements astronòmics i matemàtics durant el viatge a Veracruz. En aquell viatge es va adonar que els càlculs d'estima no eren suficients per pilotar una nau sense perill i sense cometre errors en la determinació de la posició del vaixell; en particular, el coneixement de la longitud era un problema del tot fonamental que calia afrontar amb coneixements científics subministrats per l'astronomia nàutica. De fet, la seva trajectòria posterior va orientar-se molt clarament cap al conreu de les ciències matemàtiques, la cosmografia i l'astronomia. Muns i Serinyà, en l'elogi que va fer de Canelles, deia que aquest, enmig dels afanys que imposava el seu ministeri, no va perdre mai de vista les seves estimades matemàtiques i que pensava en aplicar-les sobretot a les necessitats i al benestar dels seus semblants.³⁰

30. MUNS Y SERIÑÁ, *op. cit.*, p. 8.

El 15 d'abril de 1803, el frare lector Canelles sol·licitava entrar a la direcció d'Àlgebra i Geometria de l'Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona.³¹ Va presentar la memòria *Proyecto de una medida universal sacada de la Naturaleza principalmente adecuada para España*, on defensava la necessitat d'utilitzar el metre que tot just quatre anys abans s'havia definit a París. Francesc Capalà i Vidal, com a director de la direcció d'Àlgebra i Geometria, va emetre el seu parer en relació amb la memòria presentada per Canelles sobre la uniformitat de mesures a Espanya, prenent com a unitat la deumilionèsima part del quadrant de meridià mesurat pels francesos des de Dunkerque fins a Montjuïc. Capalà va trobar que la memòria estava ben escrita, calculada i plena de notícies pertinents i considerava que si s'aconseguís la uniformitat de mesures propugnada pel Govern francès per a totes les nacions cultes d'Europa s'acabaria amb la gran confusió llavors existent. També deixava constància de la voluntat uniformitzadora del Govern d'Espanya:

«Nuestro ilustrado Gobierno ha ya mandado dicha Igualación de pesos y medidas en toda la extensión de los Reinos y Señoríos españoles, disponiendo que se tomen por norma el patrón de la vara que se conserva en el Archivo de la ciudad de Burgos: El de la media fanega del archivo de la de Ávila; Los patrones de las medidas de líquidos que se custodian en la de Toledo; y el marco de las pesas que existe en el archivo del consejo Supremo [...]»

Tres dies després, el 16 de març de 1803, l'acadèmic Francesc Santponç, que aleshores era censor interí de l'Acadèmia de Ciències, va emetre un informe favorable:³²

«los méritos de este Religioso coronados por los grados que le condecoran, y la naturaleza del escrito que presenta á V.E. sobre la uniformidad de medidas en España en que reluce mérito propio, son motivos suficientes para que el censor opine a favor de su admisión en la Academia.»

En la memòria esmentada, Canelles assenyalava els greus perjudicis que ocasionaven les discordances i desigualtats de mesures existents a la Península. Feia referència a diferents temptatives i assajos per tal d'establir una mesura universal basada en la naturalesa i defensava que aquesta mesura havia de ser la deumilionèsima part del quadrant meridional terrestre determinat per l'expedició científica dels astrònoms Jean Baptiste Delambre i Pierre André Méchain.

Després de ser admès com a soci de l'Acadèmia, l'octubre de 1803, Canelles va proposar un pla d'ensenyament públic de cosmografia i va oferir d'impartir-ne un curs gratuïtament a l'Acadèmia, la qual ho acceptà.³³ Poc després, en morir

31. Vegeu l'escrit de sol·licitud de Canelles al seu expedient a l'Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (ARACAB).

32. Vegeu ARACAB, expedient d'Agustí Canelles.

33. BARÇA, Francesc X. «La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona com a cos docent». A: NIETO-GALAN, Agustí; ROCA, Antoni (coords.). *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història, ciència i societat*. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona/ Institut d'Estudis Catalans, 2000, p. 165-195 (vegeu p. 173).



Memòria presentada per Agustí Canelles a l'Acadèmia de Ciències, l'any 1803.

el canonge Francesc Bell a finals de març de 1804, va quedar vacant la Càtedra de Matemàtiques del Reial Col·legi de Cordelles que estava agregada a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Agustí Canelles, com a professor de matemàtiques que era, al·legava que en aquell moment estava destinat pel rei per a l'exercici de les matemàtiques, i demanava, el 3 d'abril de 1804, que l'Acadèmia el proposés al rei perquè proveís al seu favor la càtedra vacant. L'Acadèmia va desdoblar la càtedra en dues: una d'elles va decidir que es dedicaria, a més, a l'ensenyament de la cosmografia, i va ser ocupada per Canelles, mentre que l'altra es va atorgar a Isidre Gallarda. Així, Canelles es va encarregar de la classe de matemàtiques i cosmografia.

A l'Acadèmia de Ciències, Canelles va mostrar la seva autoritat en qüestions matemàtiques, no només a través de la docència, sinó també pels seus informes, com ara en dictaminar la falsedat de l'afirmació del *geòmetra* d'Oviedo, Pablo Vallaura, «sobre la quadratura del cercle i la raó del diàmetre a la circumferència 20:63» que aquest va remetre a l'Acadèmia.³⁴

5. Col·laboració amb Méchain. L'establiment del metre

Com és sabut, el 1790 l'Assemblea Nacional francesa va prendre l'acord de crear un nou sistema de pesos i mesures, basat en el pèndol que bat el segon al paral·lel 45°. En demanar el parer a l'Académie des Sciences, aquesta va nomenar una comissió integrada per homes de ciència (Borda, Laplace, Lagrange, Monge i Condorcet) que es pronuncià per adoptar un sistema decimal i, per sorpresa de molts, es manifestà a favor de la deumilionèsima part del quadrant de meridià, que creien una solució més difícil, però més simple, ja que no involucrava les nocions de força i de temps que estaven lligades a la proposta del pèndol.

Cal dir que Jean-Charles de Borda (1733-1799) era l'inventor d'un aparell òptic, un cercle repetidor, el cercle de Borda, i la mesura del meridià acabaria servint per demostrar les excel·lències del seu instrument i el consagraria definitivament per fer càlculs topogràfics i astronòmics.³⁵ Es va triar l'arc de meridià terrestre que anava de Dunkerque fins a Barcelona, un meridià que es trobava a mitja distància del pol i de l'equador.

Entre 1792 i 1799 es va fer la determinació de la longitud d'aquest arc de meridià. Els treballs geodèsics, astronòmics i matemàtics es van desenvolupar sota la direcció de Delambre i Méchain i van conduir a determinar la longitud del metre com a patró universal de mesura.³⁶ Méchain, astrònom i home de ciència de reputació, va emprendre un primer viatge a Espanya el 1792 i s'encarregà de la part meridional (Carcassona-Pirineu-Camprodon-Puigsacalm-Matagalls-Barcelona). En aquest primer viatge va tenir contactes amb intel·lectuals catalans com el seu amic Antoni de Martí Franquès, va fer amistat amb Francesc Salvà i va conèixer Francesc Santponç.³⁷ També va encarregar alguns treballs a artesans de Barcelona.³⁸ L'any 1802, el Bureau des longitudes va decidir prolongar la mesura del meridià fins a les illes Balears i Méchain va emprendre, llavors, el seu segon viatge a

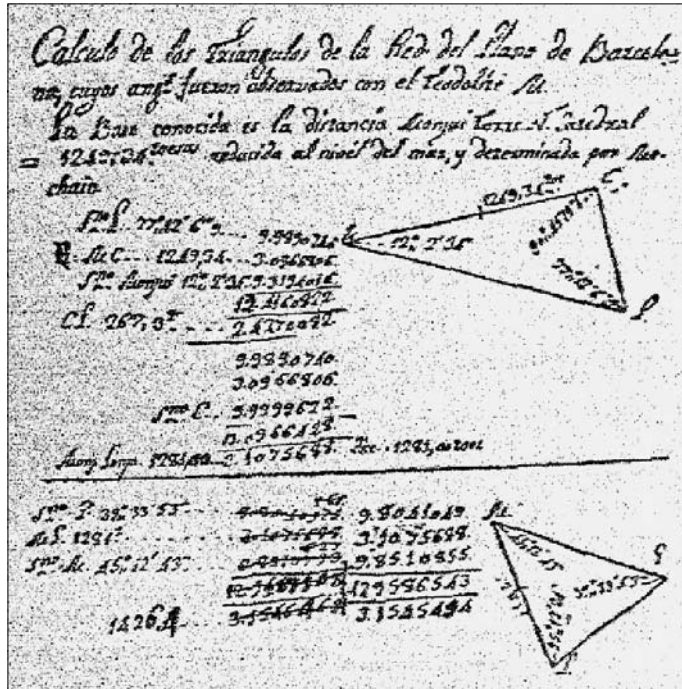
34. Vegeu ARACAB, Informes i dictàmens, caixa: 156.4.

35. Vegeu MOREU-REY, Enric. *El Naixement del metre*. Palma de Mallorca: Moll, 1956.

36. Sobre la mesura de l'arc de meridià efectuada per Delambre i Méchain vegeu ALDER, Ken. *La medida de todas las cosas. La odisea de siete años y el error oculto que transformaron el mundo*. 3ª ed. Madrid: Taurus, 2004.

37. L'1 de maig de 1793, Méchain va efectuar una excursió amb Francesc Salvà per veure una instal·lació de bombeig als afores de Barcelona. Un desafortunat accident va provocar que la palanca de quasi dos metres i mig colpegés el pit de Méchain i el llencés contra la paret i aquest caigués a terra quedant aparentment mort. A la nit van avisar el doctor Santponç, «*el mejor cirujano de la ciudad*». Méchain tenia el costat dret del pit enfonsat, les costelles aixafades i la clavícula trencada en diversos punts; tanmateix, encara que lentament —sis mesos més tard el braç dret encara li penjava inert al costat— es va poder recuperar (ALDER, *op. cit.*, p. 79-80, 122, 124 i 388).

38. ALDER, *op. cit.*, p. 62.



Càlcul d'una triangularització autògrafa d'Agustí Canelles (A. Elías de Molins, *Diccionario biográfico y bibliográfico de escritores y artistas catalanes del siglo XIX*, tom I, Barcelona, 1889).

Espanya (1803-1804). Aleshores, fra Agustí Canelles va ser designat pel Govern espanyol per col·laborar oficialment amb l'astrònom francès.

Així, doncs, durant els treballs geodèsics efectuats per Méchain en els Països Catalans, aquest va rebre ajuts esporàdics diversos, un dels quals va ser el de Canelles. En efecte, en el seu segon viatge, Méchain va arribar a Barcelona el 5 de maig de 1803. Després de llargues esperes per aconseguir autoritzacions va efectuar diverses mesures per als seus treballs de triangularització a diferents indrets com ara als massissos del Montsià, el Garraf o Montserrat, entre d'altres. A finals de 1803, de tornada a Barcelona, on havia arribat l'epidèmia de febre groga, va haver d'esperar més de dos mesos abans d'embarcar cap a les illes Balears per continuar les seves observacions i mesures fins que, finalment, el 8 de gener de 1804 va poder salpar cap a Eivissa. En aquesta època, per causes diverses, Méchain no va poder comptar amb els seus col·laboradors Enrile, Le Chevalier i Chaix, vicedirector de l'observatori de Madrid, el qual va haver de retornar a Madrid.

Méchain, per substituir els seus ajudants, «va reclutar l'ajuda d'un monjo trinitari anomenat Agustí Canelles, que es deia astrònom i estava molt segur dels

seus coneixements i ansios de figurar en una expedició històrica». ³⁹ No tenim cap constància que Canelles hagués tingut algun contacte amb Méchain en el decurs de la seva primera expedició (1792-1793), quan fou acollit a Barcelona per Antoni de Martí i Franquès i Francesc Salvà. Després d'Eivissa i Mallorca, Méchain va anar a València. El mes d'agost de 1804 va efectuar mesures a El Puig, una petita ciutat al nord de València, on va haver d'estar-s'hi més temps del compte perquè el monjo Canelles va cometre involuntàriament uns errors en els registres. ⁴⁰ L'error de càlcul de Canelles va tenir com a conseqüència la col·locació errònia d'un senyal i això va costar dues setmanes de treball addicional. Tot fa pensar que precisament a El Puig Méchain va contraure la «febre terciana» (malària) que provocà que, poc després, morís a Castelló de la Plana (el 20 de novembre de 1804). També Canelles va emmalaltir aquells dies d'unes «febres semitercianes» i el van haver de sagnar tres cops. ⁴¹

Si l'any 1803 en ingressar a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona Canelles ja va defensar, com hem dit, la necessitat d'utilitzar el metre, la seva col·laboració amb Méchain reforçaria aquest convenciment. Així, va esdevenir un divulgador convençut del llavors anomenat sistema mètric francès. ⁴²

6. Meteorologia i astronomia

És conegut que Francesc Salvà i Campillo, Agustí Yáñez i Llorenç Presas ⁴³ van fer a Barcelona llargues sèries, concatenades, de mesures sistemàtiques de variables meteorològiques. El que no és gens conegut és que Agustí Canelles des del terrat del convent dels trinitaris també va efectuar mesures (temperatura, pressió...) que, a més, sembla que es publicaven. En particular, això ho feia quan havia deixat de fer-ho Francesc Salvà, si creiem el testimoni del baró de Maldà que, a mitjan juny de 1806 i referint-se a Canelles, indicava:

«[...] i en les nits serenes dalt del terrat, lo curs i disposició de les estrelles, graus de calor i fred, que nota cada dia, en lo baròmetro i termòmetro, vents i atmosfera, en los principis dels diaris de Barcelona»;

39. ALDER, *op. cit.*, p. 290.

40. Segons ho recull Ten, Canelles va fer perdre onze o dotze dies de treball a Méchain pels errors en els registres (TEN, Antonio E. *Medir el metro: la historia de la prolongación del arco de meridiano Dunkerque - Barcelona, base del Sistema Métrico Decimal*. València: Universitat de València, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, 1996, p. 155).

41. ALDER, *op. cit.*, p. 296.

42. DEBARBAT, Suzanne; TEN, Antonio E. (eds.). *Mètre et Système Métrique*. Paris: Observatoire de Paris; València: Universidad de Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, 1993.

43. Vegeu PUIG-PLA, Carles. «Llorenç Presas i Puig (1811-1875), exponent de multidisciplinarietat científica vuitcentista a Catalunya». A: PUIG-PLA, C. *et al. Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Barcelona: Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 1995, p. 260. Vegeu també PUIG PLA, C. *Activitats i perfil intel·lectual d'un científic a la Barcelona isabelina: Llorenç Presas i Puig (1811-1875)*. Barcelona: Seminari d'Història de les Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, 1994 [treball d'investigació per a l'obtenció del títol de Màster en Història de la Ciència], i PUIG PLA, Carles. «Llorenç Presas i Puig. La matemàtica aplicada». A: CAMARASA Josep M.; ROCA, Antoni (dirs.). *Ciència i tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica als darrers 150 anys*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, 1995, p. 145-180.

i el mes següent (23 de juliol) afegia:⁴⁴

«A fes, bon entreteniment té lo físic i astròleg pare Canyelles, de la Trinitat Calçada, que és lo qui difineix quants eclipses de Sol i de lluna en lo cel, lo número d'astros i descobriments de noves estrelles en ses observacions en nits serenes dalt del terrat del convent; qual ensenya a sos deixebles en l'Acadèmia, o per S.M., [...] fent lo que vol, i no lligat com los demás frares al cor, a la celda i al confessorari. Qual, después del metge físic doctor Francisco Salvà, que observava los vents i atmosfera des son aposento en casa sua, ab aquell pal llarg i penell que els senyalava, i cansat se'n deixà i de notar-ho en los diaris estampats, ara qui ho fa, ab los augments i disminucions de graus de calor, vents, atmosfera, en termòmetros i baròmetros, és lo dit pare Canyelles, usant ulleres pròpies en totes estes observacions d'astros; no volent jo saber res de tota esta astrologia, [...]»

És interessant l'esment del baró de Maldà que Canelles usava «ulleres pròpies», la qual cosa indica que deuria tenir els seus propis instruments d'observació (ulleres de llarga vista possiblement).

D'altra banda, com mostra el text següent, a més d'ensenyar astronomia a l'Acadèmia —l'aula de física de Betlem segons el baró de Maldà—, també ho feia al convent on realitzava observacions dels astres i determinava fenòmens astronòmics com ara eclipsis de Lluna o de Sol. La tarda del 16 de juny de 1806, per exemple, va tenir lloc un eclipsi de Sol visible a Barcelona. Aquest fet va motivar que Rafel d'Amat i de Cortada escrivís en el seu diari a propòsit de Canelles:⁴⁵

«Eclipse de Sol en la tarda a cinc hores, que a estar núvol lo cel serà més fosc dit eclipse. I aquell hàbil astrònom i astròleg, lo pare Canyelles, trinitari calçat, no podrà gens fer ses averiguacions astronòmiques, tapant-li los núvols lo Sol, i així quedar-se sense sol, com tots, per no veure'l. Qual ensenya a vários minyons tal ciència d'astronomia en l'aula de física de Betlem i en la sua celda d'est convent de la Trinitat Calçada, i en les formacions de mapes i plans per coneixement dels meridians de Barcelona; [...] Tanmateix, lo bon pare Canyelles veurà, si no s'acluca d'ulls, com los demás observadors, i ell lo cap de tots, [...] l'eclipse de Sol, per haver-se serenat lo cel a 4 hores, 53 minuts, 15 segundos, a 5 hores, 44 minuts, son mig, 15 segundos, i son fi a 6 hores, 26 minuts, 30 segundos. D'est eclipse no ha sigut, a mos ulls, dels més visibles en Barcelona.»

El text anterior també mostra que era coneguda la feina que havia fet dos anys abans —amb Méchain— per a la determinació del meridià i el seu interès per la cartografia, qüestions de les quals ens ocuparem més endavant. Canelles va gaudir d'una situació de reconeixement per part dels seus contemporanis, que van saber

44. D'AMAT I DE CORTADA, Rafel, baró de Maldà. *Calaix de sastre*. Barcelona: Curial, 1769-1816; 1987-1999 [edició de l'obra manuscrita del baró de Maldà en diversos volums], 1994, vol. VII [edició impresa del diari manuscrit del baró de Maldà corresponent als anys 1804-1807], p. 181-182.

45. D'AMAT I DE CORTADA, *op. cit.*, vol. VII, p. 175.

valorar els seus coneixements. A més, va tenir el favor reial. Això li va permetre dur una activitat dedicada a l'ensenyament i a la ciència i poder disposar d'uns ingressos que no deurién ser pas gens menyspreables com feia notar el baró de Maldà:

«I és un frare ric, ab lo bon sou que té, en l'any, de no sé si passar de mil lliures, que li dóna l'Acadèmia o, més prest, lo rei, per ses investigacions i treball d'ensenyar a sos deixebles.»

7. Catedràtic de l'Escola de Nàutica. Els *Elementos de Astronomía Náutica*

A finals del segle XVIII, a l'Escola de Nàutica es podia detectar un clima enrarit i un cert malestar entre l'alumnat acompanyat d'un baix nivell d'estudis. Sinibald de Mas va morir el 30 de setembre de 1806 a les deu del vespre.⁴⁶ El fill de Sinibald de Mas, en qui aquell havia pensat en vida per substituir-lo, va ser descartat i la direcció de l'Escola es va disputar entre l'ajudant de Mas, Manuel Sans, i Agustí Canelles, que comptava amb el patrocini del secretari d'Hisenda i encaixava en la línia de modernització dels estudis de nàutica endegada des del Ministeri de Marina.

Després d'una curta direcció interina de Sans, Canelles, que tenia experiència com a professor de cosmografia a l'Acadèmia de Ciències, va ser nomenat professor el 14 de setembre de 1806. Elías de Molins indica que el nomenament de catedràtic de Nàutica va ser com a recompensa pels treballs realitzats amb Méchain.⁴⁷ De fet, Canelles va esdevenir director de l'Escola de Nàutica per nomenament reial. Es va proposar elevar el nivell dels estudis, ja que considerava que els alumnes tenien una preparació dolenta i, tot criticant que a l'Escola de Nàutica s'ensenyés encara la cosmografia segons el sistema ptolemaic, va dir que calia ensenyar-la segons el sistema copernicà.⁴⁸

«La Náutica tiene por base fundamental la cosmografía; ésta se enseñaba, en esta Escuela, según el sistema [p]tolemaico, y ahora debe enseñarse según el copernicano. Las suposiciones de uno y otro sistema son diametralmente opuestas. Lo que para uno son ilusiones, son para el otro realidades. Ha mudado, pues, radicalmente el plan de enseñanza, y de consiguiente es también preciso mudar los medios para el objeto que es la perfecta instrucción de los discípulos en el pilotaje. Una esfera artificial representativa del sistema [p]tolemaico, y otra del sistema copernicano, son absolutamente indispensables para poder explicar con fruto la cosmografía.»

A més, va sol·licitar a la Junta de Comerç l'adquisició del *Compendio de Navegación* (1757) de Jordi Juan, una obra destacada —atesa la personalitat i coneixements de l'autor— tot i que s'havia publicat feia gairebé cinquanta anys; les

46. RUIZ Y PABLO, *op. cit.*, p. 284; s'ha donat també com a data de la mort el 31 de juliol (CARRERA PUJAL, *op. cit.*, p. 110).

47. ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, p. 379.

48. BC-AJCB, lligall XXVII, 59, 5, citat per BARCA, «Dels càlculs d'estima...», *op. cit.*, p. 52-53.

Lecciones de Navegación, o principios necesarios a la ciencia del Piloto (1801), de Dionisio Macarte, i el *Curso de estudios elementales de marina* (1803), de Gabriel Ciscar.

L'Escola va haver de tancar les seves portes a causa de la Guerra del Francès (1808-1814) i les classes no es van reiniciar fins a l'abril de 1815. L'any 1816, Canelles va publicar els seus *Elementos de Astronomía Náutica escritos para utilidad de los que se dedican al estudio de la Navegación Científica*,⁴⁹ la primera part d'una ambiciosa obra que va completar l'any següent amb un segon volum, *Astronomía Náutico-Práctica para utilidad de los que se dedican al estudio de la Navegación científica*.⁵⁰ Canelles, com a professor que era de l'Escola de Nàutica, va voler fer una obra pròpia. El movia un interès didàctic i pragmàtic. El seu objectiu, gairebé obsessiu i possiblement relacionat amb la seva experiència durant el viatge a Veracruz,⁵¹ era el de subministrar una eina rigorosa i assequible per als pilots als quals volia inculcar la importància de la seva responsabilitat. Es proposava:

«facilitar la instrucción científica a los que se dedican a la carrera del pilotaje, desterrar el grosero y siempre incierto uso de sola la fantasía, proporcionar a mis alumnos una recopilación de principios, cuya adquisición les sería difícil, ya por hallarse distribuidos en varias obras de Astronomía y de Navegación, ya por estar regularmente escritos en estilo superior a la inteligencia de los que no se han dedicado a los cálculos sublimes.»

A l'Escola de Nàutica s'ensenyava el *Tratado de Pilotaje* de Gabriel Ciscar, i Canelles creia que, amb els seus *Elementos* i aquell tractat, que considerava excel·lent, els pilots evitarien els greus danys que provocava la navegació rutinària. El desig de Canelles era poder formar «pilots astronòmiconàutics perfectes». La primera part de l'obra era teòrica i subministrava els fonaments científics de l'astronomia nàutica i la segona ensenyava la pràctica de les observacions i els càlculs. Ricart i Giral, que va ser marí, com Canelles, testimoniava que a començaments de la dècada de 1880 el nom de Canelles era conegut per tots els oficials de l'Armada i Marina Mercant i que es buscaven amb interès exemplars del seu tractat d'astronomia nàutica.

Els Elementos de Astronomía Náutica i l'Astronomía Náutico-Práctica

En els seus *Elementos*, Agustí Canelles va voler tractar les matèries de manera que les demostracions no requerissin coneixements de càlcul superior. Tanmateix, en l'obra es pressuposava que l'estudiant estava suficientment instruït en aritmètica i geometria plana.

49. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, op. cit.

50. CANELLAS, Agustín. *Astronomía Náutico-Práctica para utilidad de los que se dedican al estudio de la Navegacion científica*. Barcelona: Imprenta de Agustin Roca, 1817.

51. Canelles, a l'inici del llibre, titllava d'insensats els molts que deien «jo he fet molts viatges a Amèrica sense servir-me de les observacions i càlculs que inútilment us ensenyen, i sempre m'he sortit del perill»; considerava que així s'exposaven a perdre innocentment les seves vides i, els comerciants, els seus interessos.

S'introduïen les nocions generals de l'esfera i els termes propis de la cosmografia com ara *equador, eclíptica, horitzó, meridià, color dels equinoccis, color dels solsticis, eix i pols del món, tròpic de Càncer, tròpic de Capricorn, cercles polars, pols de l'eclíptica, punts equinoccials, obliquïtat de l'eclíptica, zenit, nadir, línia meridiana*, etc. Després s'iniciava, de fet, un tractat general de trigonometria esfèrica i es mostraven les propietats, regles, proposicions, teoremes i demostracions pròpies d'aquesta disciplina encaminades a la resolució dels triangles esfèrics. S'abastava així un àmbit d'interès general per a l'astronomia i la geodèsia amb aplicacions a la geografia i la navegació.

Canelles, conscient que per a la nàutica no calia un coneixement tan general, va utilitzar didàcticament una diferenciació tipogràfica en el seu llibre, de manera que allò que tinguéssim una connexió més immediata amb la navegació es mostrava amb un cos de lletra més gran, mentre que el que es considerava menys necessari apareixia amb un cos de lletra menor.⁵² Va dissenyar una taula que sintetitzava, a través d'analogies, la resolució de setze casos diferents de triangles esfèrics rectangles.⁵³ També resolva els casos de triangles esfèrics obliquangles i ho il·lustrava amb exemples i problemes que solucionava, indicant, quan s'esqueia, la seva utilitat.

El que hem indicat fins aquí constituïa una quarta part dels *Elementos*. Després Canelles s'ocupava de quina era «la veritable figura i magnitud de la Terra», mostrant l'interès que això presentava per a la navegació i la geografia. Esmentava l'expedició geodèsica al Perú, així com la mesura de l'arc de meridià terrestre comprès entre els paral·lels de Dunkerque i del castell de Montjuïc i la posterior expedició per ampliar la mesura fins a l'illa de Cabrera. Deixava constància de la seva participació en aquesta darrera expedició en ser comissionat pel rei, del qual deia: «*expendió sumas inmensas para proveer a los comisionados de instrumentos los más perfectos que se han conocido*»;⁵⁴ citava la memòria que va presentar a l'Acadèmia de Ciències l'any 1803 sobre el metre i donava equivalències entre el valor del metre i altres unitats (vara de Castella; toesa, peu de París, i peu de Castella).

A continuació tractava detingudament de la latitud i longitud geogràfiques. La determinació de la longitud era, llavors, l'objectiu principal de la navegació, com ell bé sabia.⁵⁵ Els espanyols havien pres com a primer meridià el que passava pel «pico de Tenerife», però en aquella època la marina usava el de Cadis o, millor dit, el del reial observatori de l'Isla de León, si bé alguns geògrafs prenién el de

52. Això no era una originalitat tipogràfica del llibre de Canelles; Ciscar, per exemple, havia fet quelcom semblant el 1803, com ell mateix assenyalava al seu *Tratado de Pilotage*: «*Se han puesto de letra mayor las reglas y conocimientos más precisos, en que debe estar impuesto el que se embarca por primera vez; pero no deja de ser de mucha utilidad e importancia, aun para la práctica ordinaria del Pilotage, lo que se ha puesto en letra menor con el objeto de que los Maestros lo expongan de viva voz a los discípulos más aplicados [...]*» (CISCAR, Gabriel. *Curso de estudios elementales de la marina. Tomo IV que contiene el Tratado de Pilotage*. Madrid: Imprenta Real, 1803, p. IV-V).

53. Vegeu la taula a CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, op. cit., p. 64.

54. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, p. 104.

55. En relació amb el problema de determinar la longitud dels vaixells i l'Escola de Nàutica vegeu BARCA, «Dels càlculs d'estima...», op. cit.

Madrid. En general, cada nació feia servir com a primer meridià el del seu observatori principal. El mateix Canelles indica que els francesos, que abans usaven el meridià de l'Islla del Ferro, utilitzaven ja el de París; i els anglesos, que es valien del que passava pel cap Lisard, i de vegades el de Londres, ara feien servir el de Greenwich. Canelles es mostrava partidari d'una unificació:⁵⁶

«Sería muy del caso que por un convenio universal se fijase un origen de las longitudes, es decir, un primer meridiano que fuese común a todas las naciones y a todos los cosmógrafos, pues con esto se ahorrarían reducciones, y se simplificaría la complicada variedad de escalas en las cartas.»

La matèria que tractava Canelles a continuació en els seus *Elementos* era l'astronomia. Facilitava al lector les ascensions rectes i declinacions dels estels més brillants. Introduïa els planetes, dels quals donava les característiques principals i oferia dades quantitatives en relació amb les seves observacions. Dedicava un apartat al sistema del món on exposava el sistema ptolemaic i el sistema copernicà, per posar de manifest les raons que obligaven a considerar com a absurd el primer i com a únic vertader el segon. Elogiava Copèrnic, Tycho Brahe, Kepler i Newton («genio superior a cuantos han admirado las ciencias, geómetra profundo, físico meditador, y astrónomo sobresaliente»).⁵⁷

Seguia el text posant l'accent en el moviment diürn dels cossos celestes; la determinació de l'altura i de la distància al zenit dels astres; les ascensions i declinacions; el moviment aparent del Sol; l'explicació dels moviments aparents dels astres mitjançant els moviments reals de la Terra; l'estudi de l'oscil·lació del pèndol; la mesura del temps (dia mitjà, dia aparent o vertader, dia civil, dia astronòmic, durada de l'any, equació de temps...). Tot seguit analitzava el moviment aparent de la Lluna; els defectes⁵⁸ i correccions de les altures dels astres preses en el mar amb instruments de reflexió; els principals usos de les ascensions dels astres; la regla per trobar l'hora exacta de pas d'un astre pel meridià; la distància de l'equinocci al Sol, i el coneixement de l'orto i l'ocàs dels astres.

Al final dels *Elementos* s'explicaven, tot indicant com usar-les, les taules de declinació del Sol així com les taules auxiliars de Mendoza —publicades a Madrid el 1800—, les quals permetien trobar l'ascensió recta i la declinació del Sol encara que el pilot no disposés d'efemèrides.⁵⁹ Tot un conjunt de taules i cinc làmines finals, amb diverses il·lustracions, completaven el text.

Canelles fa menció de diversos autors estrangers al llarg de l'obra. Destaquem com un dels més citats a Lalande. Hi trobem referències a la tercera edició de

56. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, op. cit., p. 117-118.

57. Vegeu CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, op. cit., p. 160-161.

58. Canelles estudia als *Elementos* els quatre defectes que cal corregir i que provenen de l'instrument i de l'observació: depressió de l'horitzó, refracció astronòmica, paral·laxi i semidiàmetre aparent dels astres.

59. MENDOZA Y RÍOS, José de. *Colección de tablas para varios usos de la navegación*. Madrid: Imprenta Real, 1800.

l'*Astronomia* de Lalande,⁶⁰ de qui cita també el seu *Abregé d'Astronomie*.⁶¹ En referir-se als planetes, Canelles utilitzava dades de Lalande, però fa la conversió de les unitats de mesura que aquell fa servir i les actualitza.⁶² Parla de l'astrònom Bayer d'Ausburg i fa esment de Lacaille, de Boscovich citat per Cagnoli, de Christian Wolf, de Méchain i de Delambre. Canelles es refereix a les cartes celestes de l'Atlas de Flamsteed publicades l'any 1776 per l'Académie des Sciences de París després de l'examen i correcció de posicions estel·lars fetes per Le Monier i Messier i calculades per a 1780. Inclou també les darreres observacions de Maskelyne en relació a l'obliquïtat de l'eclíptica. També hem trobat al·lusions directes a algun almanac com quan, en un exemple, es donen dades del *Nautical Almanac*.⁶³

A banda dels autors esmentats, Canelles té present —perquè s'ensenyava a l'Escola de Nàutica— el *Tratado de Pilotage* de Gabriel Ciscar,⁶⁴ a qui pondera en la dedicatòria inicial del seu llibre a la Junta de Comerç. A més, en l'obra cita el *Curso de Navegación* de Mendoza i les seves taules. Convé recordar que Canelles havia demanat a la Junta, en ser nomenat professor el 1806, que adquirís, a més d'obres de Macarte⁶⁵ i Jordi Juan, el *Curso de estudios elementales de la marina* que Gabriel Ciscar havia publicat tres anys abans (1803). Les reformes dels estudis nàutics impulsades pel Ministeri de Marina el 1783 i el 1790 havien donat lloc a l'aparició de manuals i llibres de text per a l'ensenyament de la Nàutica entre els quals destacaren els de Mendoza, Macarte i Ciscar.⁶⁶ Tots aquests autors van ser considerats per Canelles.

El segon volum de la seva obra, l'*Astronomía Náutico-Práctica*, que va ser publicat l'any 1817, conté problemes pràctics d'astronomia nàutica. Segueix una estructura que respon a l'esquema bàsic: «problemes tipus - resolució - exemples». És a dir, fa un plantejament de problemes tipus i la forma general de resoldre'ls tot mostrant exemples pràctics concrets.

L'obra s'inicia amb la resolució de problemes astronòmics relacionats amb triangles esfèrics rectangles. Es proposen un seguit de problemes com ara: coneguda la posició del Sol en l'eclíptica i l'obliquïtat, trobar la declinació; donada la longitud del Sol i l'obliquïtat de l'eclíptica, trobar l'ascensió recta del Sol; donada

60. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, *op. cit.*, p. 176.

61. *Ídem.*, p. 230.

62. Canelles escriu: «aquel autor [Lalande] da las distancias en leguas de veinte y cinco al grado, y nosotros las hemos reducido a leguas de dos mil ochocientas cincuenta toesas, o de veinte al grado medio de la tierra» i després remet a consideracions anteriors que ha fet i que permeten passar de «toesas» a metres (CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, *op. cit.*, p. 142 i 106-109).

63. CANELLAS, *Elementos de Astronomía...*, *op. cit.*, p. 272.

64. Es refereix al *Curso de estudios elementales de marina*, de Gabriel Ciscar publicat per la Imprenta Real el 1803 a Madrid i del qual es va fer una segona edició el 1817. Aquesta obra conté quatre tractats: el tractat d'aritmètica, el de geometria, el de cosmografia i, finalment, el tractat de pilotatge (CISCAR, *op. cit.*).

65. Les reformes promogudes per Wynthuysen el 1790 van tendir a modernitzar els estudis de nàutica ampliant els coneixements de matemàtiques, la qual cosa es va reflectir en dos tractats representatius, les *Lecciones de Navegación* de Dionisio Macarte (1801) i el *Curso elemental de estudios de marina* de Gabriel Ciscar. La primera és encara una obra de transició (CAPEL, Horacio. *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*. Vilassart de Mar (Barcelona): Oikos-Tau, 1982, p. 209).

66. CAPEL, *op. cit.*, p. 203.

l'obliquïtat de l'eclíptica i la longitud del Sol, trobar l'angle de l'eclíptica amb el màxim d'ascensió; coneguda la latitud geogràfica d'un lloc i la declinació del Sol en sortir per l'horitzó, o en pondre's, trobar la seva amplitud; etc. Els exemples que il·lustren els problemes estan enunciats de manera que semblin o siguin propers a la pràctica del pilotatge científic:

«Supongo que un piloto se hallaba sin efemérides, pero poseía las tablas astronómicas fundamentales.⁶⁷ Necesitaba la declinación del Sol para el día 6 de agosto de 1818. Las tablas solares de Delambre me dan para el año propuesto la oblicuidad de la eclíptica de $23^{\circ} 27' 55''$, y calculando por las mismas el lugar del Sol en la eclíptica, resulta la longitud de este astro de $133^{\circ} 20' 35'' = Ad$, cuyo suplemento a $180^{\circ} = 46^{\circ} 39' 25'' = dF$ para hipotenusa del triángulo rectángulo Fed que debo calcular [...].»⁶⁸

«Quiero saber la hora en que salió el Sol el día de hoy 5 de mayo de 1816 por el horizonte de Barcelona, cuya latitud es de $41^{\circ} 23' N$. y la declinación del mismo astro a mediodía de $16^{\circ} 17' 52''$ Norte.»⁶⁹

Canelles proposa a continuació un seguit de problemes per facilitar l'ús de les taules contingudes en les efemèrides o en els almanacs. L'objectiu d'aquest primer bloc d'exercicis era aconseguir exercitar en la trigonometria esfèrica els estudiosos per poder passar, després, a abordar problemes que ajudessin els pilots a aconseguir seguretat en la navegació. Tracta, a continuació, de problemes d'astronomia nàutica. Podem remarcar que alguns dels problemes fan referència als «cronòmetres o rellotges de longitud» que defineix com «los que contruidos con resorte y volante, como los de faltriquera suplen en la mar la falta de los excelentes péndulos que sirven en los observatorios terrestres».⁷⁰

El problema de la determinació de la longitud d'una nau a la mar era una de les preocupacions fonamentals de la navegació. No resulta estrany, doncs, que Canelles dediqués una bona part de l'obra —la tercera part si no comptem les taules del final— a exposar mètodes per a la determinació de la longitud. Ell mateix cita els diferents mètodes:⁷¹

«Los medios que principalmente pueden dar a conocer la diferencia de longitud entre dos lugares son: los eclipses del Sol, de estrellas, ó de Luna; los eclipses de los satélites de Júpiter; la comparación de los ángulos horarios de

67. Canelles defensava que, si es tenia familiaritat amb el càlcul trigonomètric esfèric, era suficient proveir-se de «las tablas fundamentales astronómicas» [*Tables astronomiques*] de Delambre i Burg, publicades pel Bureau des Longitudes de France a París el 1806, les quals subministrarien tot el que calia per deduir la posició dels planetes en les seves respectives òrbites per a qualsevol època i, en conseqüència, per calcular les seves declinacions, ascensions, latituds, distàncies, etc., si es necessitaven aquestes dades i no es disposava de les efemèrides (vegeu CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, op. cit., p. 2).

68. CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, op. cit., p. 5.

69. CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, op. cit., p. 20. En aquest exemple, Canelles té en compte que la refracció fa que els astres semblin més elevats del que estan realment sobre l'horitzó.

70. *Ídem.*, p. 81.

71. *Ídem.*, p. 108.

la Luna y Sol, los cronómetros ó relojes marinos, y las distancias de la Luna al Sol, ó una estrella zodiacal.»

Canelles feia una valoració dels diferents mètodes basant-se en algun cas en l'opinió expressada per Delambre en la seva *Astronomie théorique et pratique* publicada a París el 1814, concretament el seu tractat d'astronomia nàutica on, per exemple, aquell mostrava la seva desconfiança en el mètode dels angles horaris de la Lluna per deduir la longitud. Es decantava pels mètodes més generalment adoptats des del punt de vista pràctic que eren el dels rellotges marins i el de les distàncies lunars, mètodes que explicava amb detall. Canelles era partidari d'utilitzar el mètode de les distàncies lunars que preferia a l'ús de cronòmetres —els considerava imperfectes i font d'errors en viatges que duressin mesos. Per reduir la distància aparent a la vertadera recomanava el mètode trigonomètric, aconsellat per Delambre, i el considerava el més directe i exacte «*porque sobre presentarse al alcance de todos los que están versados en la trigonometría esférica, pocas son las fórmulas que le aventajan en la brevedad, y ninguna en la exactitud cuando las observaciones sean buenas y todas las demás circunstancias ventajosas.*»⁷²

A la part final es tractava sobre mètodes per trobar les longituds i latituds dels astres per tal de calcular les seves respectives distàncies a la Lluna; s'estudiaven diversos mètodes per trobar la latitud mitjançant altures extrameridianes, és a dir, preses fora del meridià, quan les circumstàncies no permetien fer servir l'altura meridiana. Uns darrers apartats sobre les mareas⁷³ i sobre les observacions d'altures dels astres amb sectors de reflexió i horitzó artificial cloïen aquesta part. Finalment, l'obra es completava amb un conjunt de tretze taules.

Entremig dels molts exemples proposats al text per Canelles s'hi troben experiències pròpies que reflecteixen mesures realitzades per ell mateix, poc abans de la publicació de l'obra, a llocs com ara la pròpia Escola de Nàutica o la platja de Masnou.⁷⁴ També es desprèn del text el coneixement que tenia Canelles dels preus d'alguns instruments, que es podien trobar a Londres on ell, presumiblement, els deuria haver adquirit:

«Por dos mil reales vellón puede adquirirse en Londres un excelente sextante con su pie y horizonte artificial perfecto: Por mil reales puede obtenerse un reloj de segundos fijos de bastante confianza para determinar intervalos de 24 horas: Luego, según se ha visto en estas lecciones, podrá el que se haya enterado en ellas, con solo estos tres instrumentos determinar las latitudes y longitudes geográficas.»

72. *Ídem.*, p. 208.

73. En relació a les justificacions teòriques sobre les mareas com a resultat de les atraccions del Sol i la Lluna i dels fenòmens associats a les mareas, Canelles remetia el lector al tractat de navegació de Mendoza i al de Bézout; a la *Hidrographie* de Lasade; a l'*Astronomie* de Lalande i també a la memòria que Daniel Bernouilli va presentar a l'Acadèmia de Ciències el 1740 (CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, op. cit., p. 260).

74. CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, op. cit., p. 143 i 158.

Al llarg de la seva *Astronomía Náutico-Práctica* hi ha referències a diversos autors i personalitats científiques (Ciscar, Méchain, Lacaille, Maskelyne, Douwes, Pemberton, Mendoza, Galiano, Bézout, Lalande, etc.) i es detecta especialment la influència de Delambre sobre Canelles. Aquest darrer sentia per Delambre un gran respecte. Feia referència al «*poder y las razones de un sabio tan respetable como Delambre*»⁷⁵ i seguia sovint les seves indicacions i raonaments, que transmetia als seus alumnes.

Agustí Canelles considerava que un ensenyament basat en la seva obra per a la cosmografia i el tractat de pilotatge de Ciscar per a la navegació permetria formar pilots capaços de navegar amb seguretat. Gabriel Ciscar i Ciscar (1760-1829) va ser director de l'Acadèmia de Guardias Marinas de Cartagena des de 1788 fins a 1798, any en què va cessar com a director i primer mestre de matemàtiques de l'Acadèmia en ser nomenat Comissari Provincial d'Artilleria de Marina. Aquell any fou designat juntament amb Agustín de Pedrayes com a representant d'Espanya a les reunions que havia convocat l'Institut de France per fixar les unitats del sistema mètric decimal i, l'any 1800, va publicar la seva *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales*, considerada com la que va introduir el nou sistema a Espanya.⁷⁶ Com es veu, Agustí Canelles va compartir l'interès de Ciscar per les matemàtiques, la nàutica i la metrologia, i no resulta estranya la seva recomanació del llibre de Ciscar.⁷⁷

A l'Escola de Nàutica, Canelles feia que els seus alumnes, a més d'assistir a les classes teòriques, mesuressin juntament amb ell paràmetres astronòmics fent servir diferents instruments com ara quadrants mòbils, quintants, etc.⁷⁸ Com que al *Tratado de Pilotage* de Ciscar s'explicava amb deteniment l'ús dels instruments nàutics que s'utilitzaven a la mar, ell donava explicacions de com mesurar l'altura dels astres en terra —per exemple, mitjançant el quadrant mòbil. Considerava fonamental aconseguir destresa amb els instruments de mesura:⁷⁹

«*Es, pues, de la mayor importancia que los pilotos se procuren los mejores instrumentos, y se dediquen muchísimo a su uso para salir muy diestros en la observación, de cuya exactitud pende la verdad de los resultados y la seguridad en la navegación.*»

75. *Ídem.*, p. 248.

76. LÓPEZ SÁNCHEZ, Juan Francisco; VALERA, Manuel; LÓPEZ FERNÁNDEZ, Carlos. «La Academia de Guardias Marinas de Cartagena (1776-1824)». *Antilia, Revista española de historia de las ciencias de la naturaleza y de la tecnología*, vol. I, art. 3 (1995).

77. Al seu *Tratado de Pilotage*, Gabriel Ciscar ponderava la «claredat i mestria» del *Compendio de navegación* de Jordi Juan, «el savi geòmetra al qual devem la major part dels nostres coneixements matemàtics», i justificava el seu *Tratado* en els progressos de les ciències físicomatemàtiques i les seves aplicacions a la nàutica que havien fet aparèixer noves regles i nous mètodes. Destacava el problema de la longitud —anomenat «problema del punt fix» al segle XVIII— resolt, segons Ciscar per les variacions de l'agulla nàutica en alguns mars, pels rellotges marins en qualsevol navegació de menys de dos mesos i «*con la mayor generalidad por las distancias de la Luna al Sol y a las estrellas zodiacales, observadas con los excelentes instrumentos de reflexión que se construyen en el día*». Vegeu la introducció de l'obra (CISCAR, *op. cit.*, tom IV).

78. Vegeu per exemple CANELLAS, *Astronomía Náutico-Práctica...*, *op. cit.*, p. 143.

79. CANELLAS, *Elementos de Astronomía*, *op. cit.*, p. 174-176.

L'any 1820 es va fer un informe sobre l'evolució de l'Escola de Nàutica des dels seus orígens. Es feia constar que eren 1.280 els joves que havien cursat a l'Escola de Nàutica en un període 55 anys, i que llavors vivien 2 oficials de l'Armada, 6 de l'Exèrcit, 108 capitans d'altura, 3 primers pilots de l'Armada, 6 de Comerç, 129 segons i 18 tercers, la majoria dels quals havien participat en accions durant la Guerra del Francès, «*bien armando buques en corso, bien transportando tropas*».⁸⁰

8. Geodèsia i cartografia: el *precisiu* i la iniciativa d'un mapa general de Catalunya

L'interès per la metrologia per part de Canelles ja s'havia manifestat l'any 1803, quan va demanar entrar a l'Acadèmia de Ciències i va llegir el seu *Proyecto de una medida universal*, on defensava la necessitat d'utilitzar el metre. La col·laboració posterior amb Méchain, durant els treballs geodèsics de triangularització per mesurar l'arc de meridià, el van familiaritzar amb les tècniques de precisió i el maneig d'excel·lents instruments científics de l'època com ara el cercle de Borda. Aquesta experiència va estimular l'interès de Canelles pels treballs geodèsics i cartogràfics.

A finals de 1808, quan feia poc que s'havia iniciat la Guerra del Francès, Canelles va fugir de Barcelona disfressat, corrent un cert risc perquè, segons sembla, els francesos, que tenien notícia dels seus coneixements, volien aprofitar-los i van intentar atraure Canelles perquè col·laborés amb ells. Tanmateix, ell va decidir lluitar contra els francesos. Inicialment va servir algun temps al costat del brigadier Rovira, fins que l'any 1809 el va cridar el general Enrique O'Donnell⁸¹ perquè fos «*ayudante del cuartel maestro general*», addicte a la plana major de l'exèrcit, i va encarregar-li tots els treballs relacionats amb la topografia i obres de campanya. El 1810 va ascendir al grau de capità de guies, càrrec que va ostentar fins a l'octubre de 1814.

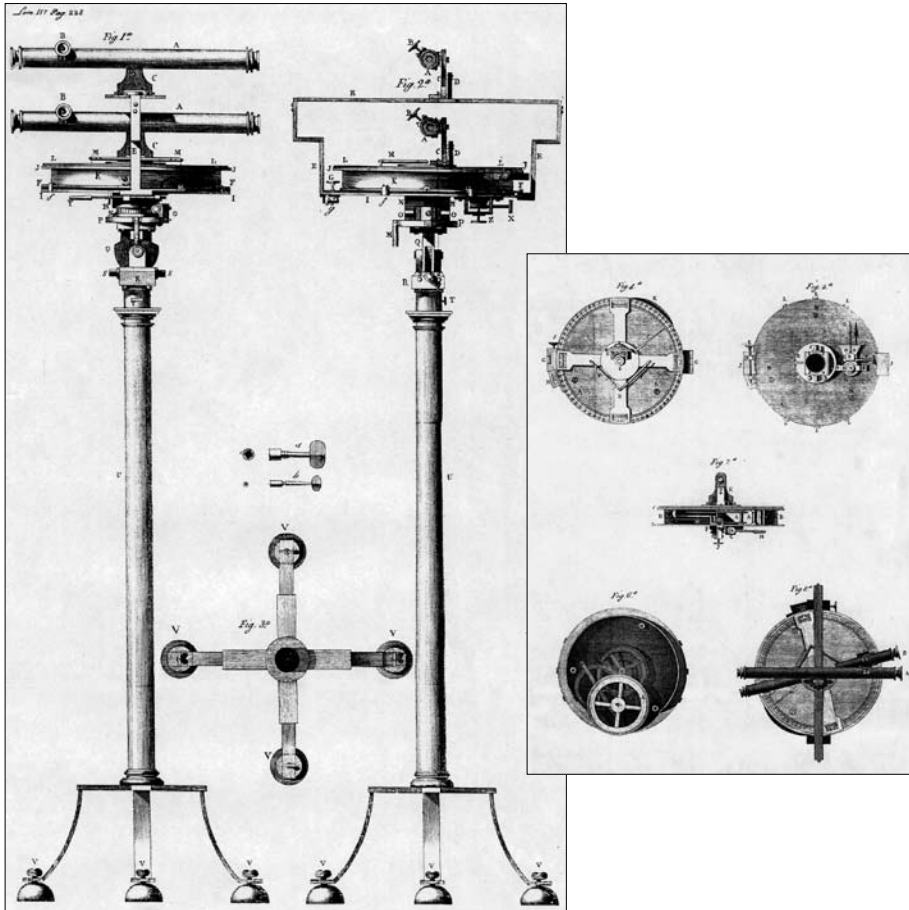
Així doncs, Canelles va treballar per l'Estat Major i va ser ajudant de camp de diversos generals. Durant la contesa va dedicar-se activament a la cartografia militar fent nombrosos aixecaments topogràfics:

«*aplicó sus luces al levantamiento de innumerables planos y cróquis, a la formación de itinerarios, a descripciones topográficas del principado, hechas con la mayor precisión trigonométrica, a fortificaciones de puntos, a la dirección de las obras para hacer de la montaña de la Buza una plaza inexpugnable, etc.*»⁸²

80. RUIZ Y PABLO, *op. cit.*, p. 367-368.

81. Enrique O'Donnell i Anethan (1776-1834) era general en iniciar-se la Guerra del Francès. Com a conseqüència d'haver aconseguit trencar el setge de Girona amb les seves tropes i haver-les conduït més tard a Vic, va ser nomenat capità general del Principat (1810). No s'ha de confondre amb el seu nebot, Leopoldo O'Donnell i Jorris (1809-1867), que també fou general i ministre de la guerra amb Isabel II.

82. «Biografia. El P. Canelles», *op. cit.*, p. 30. Elías de Molins parla del «*campamento establecido en Brusa*» i no «*Buza*» (ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, tom. I, p. 379); es tracta, però, de Busa, un llogaret del Solsonès que va formar fins a mitjan segle XIX, amb l'antic terme del castell de Castelló, el municipi de Castelló i Busa.



El «precisiu» inventat per Agustí Canelles (*Memorias de Agricultura y Artes*, maig 1820).

Torres Amat parla de Busa com un dels indrets on Canelles va aixecar plànols.⁸³ A l'alta i escarpada muntanya de Busa, Canelles va dirigir les obres de fortificació per convertir-la en una plaça forta, des del 3 de setembre de 1811 fins a finals de 1812, quan es van suspendre les obres per falta de cabals.⁸⁴ Les condicions estratègiques de l'indret van fer que, durant la Guerra del Francès, el general Lacy convertís Busa en quarter general l'any 1810. S'hi van establir una escola militar,

83. TORRES AMAT, Félix. *Memorias para ayudar a formar un diccionario crítico de los escritores catalanes*. Barcelona: Imprenta de J. Verdaguer (edició facsímil de 1973, Barcelona: Curial, 1836, p. 141-143).

84. MUNS Y SERIÑÁ, *op. cit.*, p. 18 i 29.

un hospital de sang i un camp de concentració per als presoners francesos.⁸⁵ Busa va ser el primer lloc, després de Cadis, en promulgar la Constitució de 1812, en un acte solemne al qual va assistir molta gent de les rodalies i 8.000 soldats.⁸⁶

Dels treballs que Canelles va realitzar en aquest període, Elías de Molins explica que ell mateix va poder examinar dues memòries autògrafes de Canelles que posseïa Josep N. Roca i Ferreras, amic d'Elías de Molins. Una, datada a Vic el dia 25 de febrer de 1813, era la *Descripción topográfica de la plaza de Vich y sus contornos, y exposición de las operaciones trigonométricas practicadas sobre el terreno*, amb la qual volia proporcionar als oficials de l'Estat Major bases exactes per aixecar plànols geomètrics fiables i croquis proporcionals. Conté notícies geogràfiques de Vic i indicacions estratègiques així com consideracions sobre els punts d'atac i defensa. L'altra memòria és el *Diario é itinerario del cuartel general, en el viaje verificado por el general en jefe don Francisco de Copons y Navia, á las villas de Ripoll y Ridaura, con exposición de las circunstancias ocurridas en el mismo*.⁸⁷

Va relacionar-se amb molts generals, els quals van confiar en ell i li demanaven consell en emprendre accions bèl·liques com ara les que van tenir lloc a Vic, Margalef, la Bisbal, Sant Martí, la Salut, o durant el setge de Tarragona. Va aixecar un gran nombre de plànols arreu de Catalunya (Tarragona, Sant Feliu de Codines, Vic, la muntanya de Busa...)⁸⁸

Ell va fer el primer projecte conegut en el qual es proposava la realització d'un mapa de Catalunya a partir de mesures geodèsiques (1813), on volia prendre com a base de la xarxa un dels triangles calculats per Méchain.⁸⁹

El 1814, acabada la guerra, es va reincorporar a la seva càtedra de l'Escola de Nàutica i poc després, com hem vist, publicava la seva obra d'astronomia nàutica. Tanmateix, no va deixar de banda els seus treballs de cartografia. Així, el 1816 va escriure una memòria sobre la utilitat de formar un mapa general de Catalunya amb totes les observacions relatives a la constitució física, història natural, agricultura, indústria, comerç, part històrica i militar del Principat i va proposar que es nomenés una comissió de savis per realitzar-lo. Aquesta memòria, titulada *Ideas sobre la verificación del proyecto de un examen científico y operaciones geográficas en el suelo del Principado de Cataluña*, constava de dues parts: la primera s'intitulava *Importancia de la empresa* i la segona, *Organización de la Comisión y proyecto de las operaciones*. L'experiència adquirida per Canelles en els seus treballs topogràfics durant la guerra van fer que s'adonés de la inexactitud dels mapes que existien del territori:

«Las cartas que representan el suelo de España distan mucho de la perfección necesaria para el desempeño de la guerra. Las incesantes comisiones topo-

85. CAHNER, M., a la *Gran Enciclopèdia Catalana* (GEC).

86. ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO-AMERICANA. Barcelona: Espasa Calpe, 1908, tomo IX, 1, p. 523.

87. ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, tom I, p. 379.

88. MUNS Y SERIÑÁ, *op. cit.*, p. 18.

89. MONTANER, M. C. *Mapes i cartògrafs a la Catalunya contemporània (1833-1941)*. Barcelona: Rafael Dalmau i Institut Cartogràfic de Catalunya, 2000.

gráficas que los generales han tenido a bien confiarme durante la invasión francesa, me han hecho conocer que las figuras de los territorios en la carta de Cataluña, ni tienen siquiera semejanza con los que forma la naturaleza, y siendo, como lo es realmente, en la carta del país que ha de defenderse el único medio que puede guiar al general en la combinación de sus operaciones militares, con carta tan inexactas mal podría el que manda sacar gran partido de las noticias que le remitan los vigilantes, mal podría prevenir los refuerzos hacia los puntos de avenida del enemigo, mal conocerá las posiciones militares en que pueda contenerlos.»⁹⁰

Sens dubte, la seva experiència al costat d'un científic de primera fila, com ho era Méchain, va influir en el fet que, uns anys després, inventés un instrument per a l'observació astronòmica i geodèsica que ell va anomenar *precisivo* i al qual nosaltres ens referirem com a *precisiu*. Amb ell augmentava la precisió —d'aquí el seu nom— en efectuar observacions geodèsiques i astronòmiques. L'exactitud i la finor d'aquestes observacions era més gran que l'obtinguda amb els altres cercles repetidors que s'usaven llavors. El butlletí de l'Acadèmia de Ciències indicava, l'any 1840, tot referint-se al precisiu:

«[...] pues que una observación hecha con él equivale al promedio de una serie de diez verificadas con otro, lo que debe resultar una extremada precisión en las observaciones para la medición de ángulos.»⁹¹

L'instrument va ser construït per l'acadèmic artista Gaietà Faralt,⁹² seguint les idees de Canelles. L'any 1840 es trobava dipositat en el gabinet de màquines que la Junta de Comerç de Barcelona tenia a la Llotja. Fou aquesta corporació la que es va fer càrrec de les despeses de la construcció del precisiu. La revista *Memorias de Agricultura y Artes* va publicar un extens article el maig de 1820 dedicat a aquest instrument.⁹³ L'autor va ser l'acadèmic i professor de matemàtiques Onofre Jaime Novellas,⁹⁴ el qual va descriure l'instrument. Novellas va explicar els detalls dels mecanismes de l'instrument i com s'aconseguia la precisió en les observacions.

El precisiu consisteix, fonamentalment, en un sistema de rodes dentades, les dents de les quals —en un nombre determinat—, en engranar-se amb les ales dels

90. Vegeu la transcripció d'aquest escrit inèdit de Canelles a ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, tom I, p. 380.

91. «Biografía. El P. Canellas», *op. cit.*, p. 30.

92. En relació als acadèmics artistes vegeu PUIG-PLA, Carles. «Els primers socis artistes de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (1764-1824)». A: NIETO-GALAN; ROCA ROSELL, *op. cit.*, p. 287-309.

93. A la Biblioteca de Catalunya encara es conserven les matrius calcogràfiques en coure que el gravador Folch va fer a partir dels dibuixos de Pau Rigalt per a les dues làmines que representaven el «precisiu» en les *Memorias de Agricultura y Artes*. Una d'elles, de 34,3 cm x 22,6 cm, representa el plànol, perfil i frontal de l'aparell i l'altra, de 34,3 cm x 23 cm, mostra la part superior, la inferior i l'anterior de l'instrument.

94. NOVELLAS Y ALAVAU, Onofre Jaime. «Explicacion del mecanismo, cálculo y descripcion del precisivo instrumento matemático, inventado por Fr. D. Agustin Canellas». *Memorias de Agricultura y Artes*. Tomo 10, maig 1820, p. 193-232.

pinyons que duen fixos en els seus eixos, comuniquen el seu moviment a dos índexs que giren al voltant del disc de llautó graduat, amb velocitats tals que, mentre que un assenyala els graus, l'altre ha d'indicar els segons de grau a les mateixes parts de la graduació; i com que, al mateix temps que giren les rodes, i per consegüent els índexs, s'ha de moure la ullera de llarga vista mòbil, de les dues que porta l'instrument, afermada a l'alidada, el moviment angular d'un segon es podrà mesurar amb exactitud mitjançant el precisiu.

A mitjan any 1817, malgrat els problemes de salut que ja tenia, Canelles va dirigir la verificació de les operacions topogràfiques (trigonomètriques i d'anivellació) per trobar un punt del riu Llobregat suficientment elevat que permetés el reg de tota la plana de Barcelona. El capità general de Catalunya, Francisco Javier de Castaños, li havia confiat aquest encàrrec. Aquell estiu va ser molt calorós i, en ple agost, la comissió va emprar 26 dies seguits per treballar en un terreny escarpat i sota un cel de plom. El 5 d'agost de 1817 va iniciar les operacions en companyia de José de la Santa Cruz, brigadier del Reial cos d'enginyers, Andreu Sanjaume, Antoni Sadó i Onofre Jaume Novellas.⁹⁵ Acabades les operacions en va escriure una relació.

Elías de Molins explica que d'aquests treballs només en quedava una memòria manuscrita de Canelles que, el 1889, estava en possessió del seu amic, el ja esmentat Roca i Ferreras. Aquest projecte de canal per regar el pla de Barcelona no va arribar a realitzar-se, tot i que es van realitzar les operacions per examinar un terreny difícil, en molt pocs dies, amb instruments geomètrics, «*los más precisos que se conocen en el día*», i amb «*rigurosa exactitud, demostrada por la comparación y correspondencia de los resultados*»:

*«Es mucho mayor de cuatrocientas mil varas el curso de nuestras operaciones con el nivel y estadales en la mano, sobre terrenos que en gran parte podrían graduarse de intransitables. Pero la prolijidad de nuestro trabajo se ha aumentado considerablemente con gran número de operaciones trigonométricas esféricas que se han practicado, ya para determinar las distancias entre los puntos principales, ya para comprobar los resultados procedentes de la simple nivelación, comprobación que consta ser inusada, por desconocida hasta ahora en nuestros países.»*⁹⁶

Aquell estiu de 1817 va ser el darrer estiu de la seva vida. A començaments de 1818, Canelles designava el seu alumne Novellas per substituir-lo en les seves dues càtedres, i així ho indicava a la Junta de Comerç.⁹⁷ Ell es va traslladar al poble d'Alella per refer-se d'una malaltia que tres mesos després acabaria amb la seva vida.

95. MUNS Y SERIÑÁ, *op. cit.*, p. 30; TORRES AMAT, *op. cit.*, p. 141.

96. Citat per ELÍAS DE MOLINS, *op. cit.*, tom I, p. 381.

97. Vegeu ORIOL BERNADET, JOSÉ. *Elogio de Don Onofre Jaime Novellas y Alavau, Ayudante de Náutica y Catedrático de Matemáticas Puras: leído en la sesión ordinaria celebrada en la referida Academia [de Ciencias Naturales y Artes] en 13 de enero de 1850*. Barcelona: Tipografía El Sol, 1850, p. 20.

Canelles va morir als 52 anys, a Alella, el dia 9 d'abril⁹⁸ de 1818 després d'una «*dolencia de languidez y consunción, que minando sordamente el flaco edificio de su vida, acabó últimamente con ella*». ⁹⁹ Va morir a Can Trinxet, en el barri de Mar, lloc que també es coneixia com a Casa Gaietana. ¹⁰⁰ Fra Canelles fou enterrat a l'església d'Alella, enfront de l'altar de Sant Antoni Abat. ¹⁰¹

El 17 de setembre de 1837 l'Acadèmia de Ciències de Barcelona va acordar col·locar el bust de Canelles en el fris del saló de sessions avui desaparegut. A la façana de l'actual edifici de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona es pot veure un medalló en baix relleu representant la seva efígie. L'obra de Canelles sobre astronomia nàutica va perdurar força temps durant el segle XIX perquè els seus *Elementos* sovint eren consultats pels pilots. A començaments del segle XX, el 17 d'octubre de 1905, l'edició matinal del *Diario de Barcelona* va publicar una carta oberta de Josep Ricart i Giralt adreçada a l'alcalde de Barcelona, que aleshores era Ròmul Bosch i Alsina. En aquesta carta li demanava que el retrat d'Agustí Canelles figurés a la galeria dels catalans il·lustres de les cases consistorials. ¹⁰² A més de descriure els mèrits de Canelles, Ricart indicava que el respecte dels pilots envers el seu mestre va fer popular el nom de Canelles en el comerç marítim de Barcelona, fins al punt que «*una de las fragatas de más porte en aquella época llevó el nombre de "Fray Canellas"*».

9. Principals aportacions científicotècniques d'Agustí Canelles

Agustí Canelles va fer avançar l'ensenyament i el coneixement científicotècnic a casa nostra. Entre les seves principals aportacions podem destacar les següents. Va promoure la formació matemàtica i astronòmica d'un notable nombre de deiebles, molts dels quals van esdevenir pilots. Canelles es va preocupar per introduir en els ensenyaments dels pilots mètodes astronòmics per tal d'aconseguir una navegació científica que permetés deixar de banda els tradicionals mètodes d'estima i els errors associats als mateixos.

Va ser responsable que la Junta de Comerç adquirís l'obra de Ciscar i que aquesta s'usés a l'Escola de Nàutica. Els ensenyaments de Canelles en aquesta escola es van recollir en l'obra d'astronomia nàutica en dos volums (*Elementos de Astronomía Náutica* i *Astronomía Náutico-Práctica*) que va publicar els anys

98. Muns i Torres Amat parlen del dia 10 d'abril de 1818 com a dia de la mort, no així Elfàs de Molins, que parla del dia 9 d'abril. La proximitat a la data del traspàs de l'escrit de Muns fa pensar d'entrada en la data del 10 com a més fiable; tanmateix, Salvador Artés i Llobet afirma a la revista *Alella* que en el llibre de defuncions que va de 1804 a 1859, i que es conserva a l'Arxiu Parroquial d'Alella, «consta que el dia 9 d'abril de 1818 va ser enterrat fray Agustí Canelles i Carreres, frare trinitari, de 53 anys» (ARTÉS I LLOBET, Salvador. «Agustí Canelles i Carreres, ¿un sabio alellense?». *Alella*, núm. 219 (1993)). Val a dir que Canelles, de fet, fins al juny no hauria fet els 53 anys.

99. MUNS Y SERIÑÁ, *op. cit.*, p. 26.

100. El nom de Casa Gaietana és degut al fet que, en el segle XVIII, va ser propietat de Gaietana Cordelles, casada amb el comte de Pattempach, coronel del terç del duc de Baviera. Els masovers que hi vivien a començaments del segle XIX es deien Trinxet de cognom i és per això que la casa es coneixia com a Can Trinxet (ARTÉS I LLOBET, *op. cit.*).

101. ARTÉS I LLOBET, *op. cit.*

102. *Diario de Barcelona* (17 d'octubre de 1905), p. 11.242-11.243.

1816 i 1817. En aquesta obra ensenyava als estudiants, a través de nombrosos exercicis, la resolució de problemes de trigonometria esfèrica, la determinació de les diferents coordenades astronòmiques i l'ús pràctic de les taules de les efemèrides i almanacs per tal d'aconseguir introduir la pràctica del pilotatge científic. En ella es van difondre idees d'autors estrangers com ara Lalande, Lacaille, Maskelyne i molts d'altres, i es va fer referència als continguts d'obres recents com l'*Astronomie théorique et pratique* que Delambre havia publicat el 1814. A l'obra Canelles va mostrar els diversos mètodes de trobar la longitud al mar i va defensar el mètode dels rellotges marins i molt especialment el de les distàncies lunars, que va detallar amb molta cura.

A Catalunya, la consolidació d'un ensenyament de l'astronomia com a element essencial en la formació dels pilots per l'assoliment d'una navegació científica va provenir de la tasca duta a terme per Canelles a l'Escola de Nàutica. La seva obra d'astronomia nàutica, a la qual ens hem referit, va esdevenir un text de referència per als pilots durant molts anys després de la seva mort, com ho demostra el testimoni de Josep Ricart i Giralt i la valoració que aquest marí en feia seixanta-quatre anys després de la mort de Canelles. El tipus de navegació que es testimonia al diari de navegació escrit per Canelles el 1778-1779 serveix de contrapunt a la valoració i l'ús que els pilots de bona part del segle XIX van fer de l'obra de Canelles i mostren l'avenç significatiu que van representar per als pilots, i per a la navegació catalana, els ensenyaments d'astronomia nàutica impartits per Canelles a l'Escola de Nàutica.

Agustí Canelles també va ser un defensor de la unificació en els patrons de les unitats de mesura. Així, fou partidari de la unificació del primer meridià de referència per evitar fer reduccions i haver d'usar tanta varietat d'escales com les que existien a l'època. Va ser un dels primers impulsors i defensors de la idea que calia disposar d'una unitat de mesura internacional unificada, com és el metre, i introduir-la al nostre país. D'altra banda, un aspecte poc conegut de Canelles, pel que fa a mesures que va realitzar, és el fet que va enregistrar i difondre dades meteorològiques de Barcelona, seguint la tasca que havia iniciat Francesc Salvà i Campillo.

Fou també un dels pioners en els treballs geodèsics a Catalunya. A més, va contribuir a millorar notablement la precisió de les mesures geodèsiques i la cartografia, tot dissenyant un nou instrument, el precisiu, fent aixecaments topogràfics del territori i proposant el primer projecte conegut per a la realització del mapa de Catalunya a partir de mesures geodèsiques. Les seves mesures van tenir utilitat posteriorment quan el tinent coronel d'enginyers de l'exèrcit Francisco Coello (1822-1898), fundador i president de la Sociedad Geográfica de Madrid, que va coordinar la informació cartogràfica a Espanya, va realitzar el seu famós Atlas a mitjan segle XIX. L'Atlas d'Espanya que va realitzar Coello, concebut com un complement al *Diccionario geográfico* de Pascual Madoz, es basava, si més no pel que feia a la província de Barcelona, en els treballs geodèsics de Canelles i en deixava constància en el mateix mapa.¹⁰³

103. Vegeu la làmina corresponent a la província de Barcelona de COELLO, Francisco. *Atlas de España y sus posesiones de ultramar*. Barcelona. Madrid, 1862.

«Las situaciones geodésicas marcadas en este mapa están deducidas de la triangulación para la prolongación de la Meridiana de Dunkerque; de los trabajos de D. Agustín Canelles y de los de otros varios sujetos que han situado diferentes puntos de las inmediaciones de la costa: la del Pico del Col de Jón al N. de la provincia es correspondiente a la triangulación de los Pirineos formada para el levantamiento de la carta general de Francia.»

El mestratge en matemàtiques i astronomia de Canelles va tenir repercussió en el Principat. En particular la seva tasca docent en aquestes disciplines va tenir continuïtat a través, primer, dels ensenyaments impartits pel seu deixeble, Onofre Jaume Novellas,¹⁰⁴ i, més endavant, pel deixeble d'aquest darrer, Llorenç Presas i Puig. Així, Canelles, Novellas i Presas constitueixen les tres personalitats que van dominar l'ensenyament de les matemàtiques i l'astronomia a la Catalunya del segle XIX fins a la Restauració.

104. BARÇA, Francesc X. *Matemàtiques i astronomia durant la revolució liberal*. Barcelona: Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 2005, p. 13 (Col·loquis d'Història de la Ciència i de la Tècnica; 4).