

# **Agua, salud, población. Una nueva mirada a la relación entre ciencia y economía política en la Ilustración española**

**Water, health, population. A new look to the relationship  
between science and political economy in the Spanish  
Enlightenment**

SALVADOR CALATAYUD GINER

Universitat de València

<https://orcid.org/0000-0002-1714-8760>

PAU INSA-SÁNCHEZ

Universitat de València

<https://orcid.org/0000-0003-0841-7612>

*CESXVIII*, núm. 33 (2023), págs. 243-278

DOI: <https://doi.org/10.17811/cesxviii.33.2023.243-278>

ISSN: 1131-9879

ISSNe: 2697-0643



Universidad de Oviedo



INSTITUTO FEIJOO DE  
ESTUDIOS DEL SIGLO XVIII

#### RESUMEN

Este trabajo pretende ofrecer una aproximación a algunos de los principales puntos de contacto entre disciplinas científicas y la economía política durante la Ilustración española. El objetivo principal es mostrar nuevos canales a través de los cuales pudieron haberse formulado conocimientos económicos, si bien desde planteamientos que partían desde campos afines a las ciencias de la naturaleza. El primero de estos canales sería la puesta en marcha de iniciativas de regadío, cuyo planteamiento y posterior explotación requerían la aplicación de diversas disciplinas científicas al problema económico que surgía de la necesidad de mejorar la agricultura. El segundo de los canales tiene que ver con la promoción de la salud de la población, un ámbito en el que no solo intervinieron los conocimientos de la propia medicina, sino también los de otras ciencias afines, como la química o la estadística.

#### PALABRAS CLAVE

Regadío, medicina, economía política, Ilustración

#### ABSTRACT

This work aims to offer an approach to some of the main points of contact between scientific disciplines and political economy during the Spanish Enlightenment. The main objective is to show new channels through which economic knowledge could have been formulated, albeit from fields related to the natural sciences. The first of these channels would be the implementation of irrigation initiatives, whose approach and subsequent exploitation required the application of various scientific disciplines to the economic problem that arose from the need to improve agriculture. The second of the channels has to do with promoting the health of the population, an area in which not only the knowledge of medicine itself was involved, but also that of other related sciences, such as chemistry or statistics.

#### KEYWORDS

Irrigation, medicine, political economy, Enlightenment

*Recibido:* 22 de septiembre de 2022. *Aceptado:* 16 de febrero de 2023.

Este trabajo ha contado con ayuda económica del proyecto de investigación PGC2018-100017-B-I00 y del contrato de formación predoctoral FPU18/01210. Los autores agradecen las sugerencias de Salvador Almenar, Francesco D'Amaro y Pablo Cervera.

## Introducción

Pocas cosas agradarían más al profesor Ernest Lluch que ver cómo sus propios trabajos sobre el siglo XVIII español son una fuente de la que todavía nacen ideas y reflexiones que dan lugar a nuevas preguntas de investigación sobre ese siglo todavía tan desconocido. Es precisamente un trabajo del profesor Lluch el que, por la naturaleza de su acercamiento a la economía política, nos sirve de partida para este trabajo: los conocidos *Escritos de Juan López de Peñalver*, editados en el año 1992, que suponen la primera obra monográfica dedicada al estudio de los aspectos económicos de la obra del malagueño. A juicio de Lluch (1992), los intereses intelectuales de López de Peñalver giran alrededor de tres polos principales: el primero de ellos es el uso de las matemáticas para resolver cuestiones relacionadas con la economía política; el segundo es la demografía y su papel en el desarrollo y la prosperidad de las naciones; y el tercero es la difusión de la industrialización y las máquinas. Teniendo en cuenta su formación científica y la diversidad de disciplinas que cultivó a lo largo de su trayectoria, en no pocas ocasiones se ha considerado a López de Peñalver como un pionero de la economía matemática.<sup>1</sup>

Sin embargo, y como debería ocurrir siempre que aventuramos la calificación de un autor como pionero, conviene primero preguntarse si López de Peñalver fue realmente una *rara avis* en lo que respecta a sus intereses o si, por el contrario, la transversalidad de sus propuestas tiene antecedentes en la España del siglo XVIII, incluso si éstos no fueron del todo evidentes. Es posible que la dificultad de encontrar estos antecedentes se deba a la inexistencia de autores en los que concurrían intereses tan diferentes o a que no se ha podido encontrar la relación directa de sus aportaciones con la economía política. Sin embargo, como trataremos de demostrar en las páginas que siguen, algunas características de determinados círculos intelectuales que emergieron en la España de segunda mitad del siglo XVIII invitan a pensar que la relación entre ciencias naturales, técnica aplicada y economía política era mucho más estrecha de lo que se ha considerado hasta la fecha. Siguiendo con el personaje que nos sirve de incentivo para motivar nuestra exposición, resulta sencillo ver cómo los intereses intelectuales demarcados por el

---

<sup>1</sup>Notablemente en los trabajos de Ernest Lluch (1992, 1999), pero también en Estapé (1971: 106-135) o Villas Tinoco (2007).

profesor Lluçh derivan de una trayectoria intelectual muy particular, en buena parte explicada por su atípica biografía. Destacar algunos episodios de la biografía de López de Peñalver nos permite entender mejor su trayectoria científica y cómo de ella se desprendieron unos intereses intelectuales tan específicos y aparentemente dispares, pero que, a nuestro juicio, guardaban en realidad una estrecha relación.

La andadura académica de Peñalver comienza con un interés por la minería que se materializó a través de numerosas experiencias en explotaciones mineras del territorio español y, probablemente, con algún tipo de estudio en la Escuela de Minas de Madrid. Poco después es pensionado por el gobierno español de Floridablanca para desplazarse a la Alta Hungría, una zona en la cual se venían desarrollando las principales innovaciones técnicas para la actividad minera con procedimientos técnicos que se encontraban a la vanguardia mundial y donde se ubicaba una de las instituciones universitarias especializadas en tecnología minera más reconocidas de la época, la *Bergakademie* de Schemnitz (Guagnini, 2004: 597-598). Sin embargo, finalmente Peñalver solicita un cambio de destino para dirigirse a París, donde coincidirá con el ingeniero canario Agustín de Betancourt (1758-1824), que en esos momentos se encontraba estudiando en la prestigiosa *École des chemins et chaussées* en la capital francesa. En ese contexto, y juntamente con Betancourt, Peñalver desarrolla un notable interés por las materias que se trataban en la escuela francesa —y muy especialmente por la hidráulica— y los beneficios que podría reportar su estudio en España.

La relación entre ambos intelectuales no concluyó con su vuelta a España, ya que Agustín de Betancourt, nombrado director del Gabinete de Máquinas creado en el Retiro en 1792, consiguió un puesto de trabajo para Peñalver como catalogador de las máquinas que en él se reunían. Esto sirvió para convencer todavía más a Peñalver de la importancia de las máquinas para la prosperidad de la nación, como dejó claro en la introducción al *Catálogo del Real Gabinete de Máquinas* publicado en 1794 (López de Peñalver, 1794). Dicho opúsculo supone un interesante resumen de sus ideas respecto a la utilidad del desarrollo tecnológico en la prosperidad de las naciones. Peñalver comienza afirmando que «las máquinas de todos géneros traen tanta utilidad, y es tal su influencia en la prosperidad de las naciones, que su uso se extiende cada día mas» (López de Peñalver, 1794: xv). Sin embargo, señala, es habitual que la réplica de prototipos se realice sin éxito en muchas ocasiones, dada la poca precisión en el trazado de los planos o los libros en los cuales se basa la manufactura. Por ello, propone la elaboración de catálogos de máquinas al estilo del que está prologando como una forma de evitar los comportamientos ignorantes y deshonestos en el diseño y elaboración de máquinas, fomentando así el trabajo científico verdaderamente útil. Para este cometido, Peñalver no duda en destacar que «las Artes ganarán

mucho, desde el día en que se unan á los que las profesan, los que observan la naturaleza, y los que miden y calculan sus operaciones» (López de Peñalver, 1794: xxii), dejando patente su convicción de la importancia de la medición y el cálculo aplicados a mejorar la producción desde un punto de vista técnico.

El interés por la hidráulica que había desarrollado durante su estancia en París, sumado a los conocimientos técnicos que había adquirido gracias a su trabajo junto con Betancourt en el Gabinete de Máquinas, se materializará en la elaboración conjunta de la *Memoria sobre los medios para facilitar el comercio interior* (1792). En esta obra, defendían la importancia de la construcción de vías de comunicación que permitieran un verdadero desarrollo del comercio interior y la prosperidad nacional. Al mismo tiempo, subrayaban la importancia de la creación de instituciones de educación superior que, a semejanza de las francesas, permitieran la formación en el propio territorio nacional de ingenieros cualificados para llevar a cabo el diseño y la ejecución de dichas infraestructuras. En este sentido, y sin duda influidos por su experiencia en el Gabinete, Betancourt y Peñalver insistieron en la necesidad de utilizar herramientas matemáticas para el diseño de sistemas o artefactos que permitieran salvar los obstáculos que la naturaleza imponía, por ejemplo, en el planeamiento de canales navegables en zonas con desniveles (Betancourt y López de Peñalver, 1792). De hecho, los conocimientos de Peñalver en materia hidráulica le servirán para ser nombrado director del Canal Imperial de Aragón y del Canal de Castilla en 1807. La técnica hidráulica concebida por Peñalver se configuraba, así, como una parcela de conocimiento en la cual se unían una preocupación por la innovación tecnológica y el uso de nuevas herramientas técnicas y, al mismo tiempo, la intención de poner dichas innovaciones al servicio de la prosperidad social. En el ámbito concreto de la aplicación del agua al regadío, tras visitar el canal de Castilla, Peñalver señalaba que el riego no sería posible hasta que «[...] los naturales sepan las prácticas» (p. liii) y aprovechaba para rebajar las expectativas excesivas que habitualmente despertaban, por sí mismas, estas obras. Se trataba de prevenciones que, en el siguiente apartado, veremos desarrolladas por otros autores que se ocuparon de este ámbito del desarrollo agrícola.

Teniendo en cuenta el interés que la figura de Peñalver ha suscitado en el ámbito de la historia del pensamiento económico, y utilizando su trayectoria intelectual como pretexto, el objetivo principal de este artículo es profundizar en la relación disciplinar entre ciencia, técnica y economía política y su cultivo por parte de autores en la España de segunda mitad del XVIII. Trazaremos así un recorrido por algunas de las principales vías a través de las cuales comenzaron a formularse ideas propias de la economía política partiendo de disciplinas científicas relacionadas con el estudio de la naturaleza. En este sentido, proponemos

un recorrido por una serie de materias y autores que no han entrado en el canon de la historia del pensamiento económico español, pero que son relevantes para analizar mejor el desarrollo de la economía política en España. Pese a no aparecer habitualmente en la literatura, nuestra propuesta es que la toma en consideración de estos autores aporta matices importantes para comprender el pensamiento económico en el tránsito del siglo XVIII al XIX de manera diferente a como ha sido estudiado hasta la fecha. En este sentido, es importante recordar que en el siglo XVIII la economía todavía se percibía como una parcela más del orden natural, sujeta a las leyes de la naturaleza (Wolloch, 2017: 128). El uso de analogías con fenómenos naturales a la hora de explicar conceptos de carácter económico iba más allá del mero recurso pedagógico, ya que para muchos pensadores no existían realmente diferencias ontológicas entre ambos mundos (Schabas, 2006). Así, elementos de la naturaleza pasaron a ser examinados desde una perspectiva total, es decir, tanto por sus características físico-químicas como por sus implicaciones sociales, en un siglo en el que estas últimas pasaron a ser preeminentes en el discurso científico. El caso de la química del XVIII resulta paradigmático en este sentido, ya que, como afirma Abbri (1984), su ámbito de interés iba mucho más allá de los temas que posteriormente se han identificado como propios de la disciplina, a causa del dinamismo intelectual que caracterizó al contexto científico dedicado a la química en Europa durante buena parte del siglo XVIII (Bertomeu Sánchez y García Belmar, 2006).

En este sentido, el trabajo se articula alrededor de dos ejes que reúnen, a nuestro juicio, algunas de las materias más importantes que alimentaron la relación entre ciencia natural y economía política. Ambos ejes incluyen varias de las vías a través de las cuales este acercamiento disciplinar se produjo en España. En primer lugar, el agua. El desarrollo de la política hidráulica, especialmente a partir del impulso recibido por parte del Gobierno desde mediados del siglo XVIII, conllevó la aplicación de un buen número de saberes técnicos –vinculados principalmente a la ingeniería y la agronomía– a la mejora de la producción agrícola. En segundo lugar, los descubrimientos e innovaciones en los ámbitos de la medicina, la química y, posteriormente, la geografía y las matemáticas pronto encontraron puntos de contacto para su aplicación a la economía política. Tratamos, pues, un conjunto heterogéneo de disciplinas, de diferente entidad y características, pero con algunos denominadores comunes que irán surgiendo en el curso del artículo. El principal de ellos es, sin duda, la relación de todas ellas con los mecanismos con que se pretendía activar el progreso económico y el crecimiento de la población, objetivos básicos de la economía política. En las páginas que siguen repasamos el contexto intelectual de estas disciplinas en la España de la época, con las limitaciones que impone el marco de un artículo para el tratamiento conjunto

de ciencias tan dispares. Creemos, sin embargo, que acercarnos a esta disparidad es un primer paso necesario para conseguir el objetivo último, que es poner de manifiesto los múltiples canales a través de los cuales se trabó progresivamente una relación cada vez más intensa entre ciencia, técnica y economía.

## La(s) ciencia(s) del regadío

El regadío como técnica agrícola fue uno de los componentes del conjunto de propuestas que, en el siglo XVIII, buscaban promover el progreso económico, objetivo que incluía el aumento de población. En muchos de los escritos de los ilustrados se planteó el uso agrícola del agua, pero, además, desde el Estado se formuló, por primera vez, una «política hidráulica».<sup>2</sup> Esta, que tendría efectos modestos, cabría entenderla, según Pérez Sarrión (1996: 229), como «[...] un conjunto de planes más o menos coordinados, al servicio de objetivos políticos más generales y llevados a cabo de forma más o menos coordinada por distintos departamentos ministeriales».<sup>3</sup> Especialmente visible durante la etapa de Floridablanca como primer secretario de Estado (entre 1777 y 1792), a falta de recursos públicos suficientes, se consiguió implicar en esta política al capital comercial relacionado con América (Pérez Sarrión: 236) así como a inversores extranjeros (Zylberberg, 1993: 175-188). El Banco de San Carlos también financió algunas obras, como el canal de Guadarrama, y se llegó a emitir deuda externa con este fin (Tedde, 1988 y 2000).

En las ideas y en la aplicación práctica del regadío aparecen diversos puntos de contacto con la economía política. Para acercarnos a esta cuestión, es preciso recordar las diferentes dimensiones que confluyen en el regadío y que se han tratado de sintetizar en la Figura 1. Es lo que llamamos «ciencias del regadío»: un conjunto de disciplinas que conflúan en la exploración de las posibilidades, virtudes y límites del uso agrario del agua. En este carácter multidimensional residen algunas de las concomitancias con respecto a la economía política. Por un lado, la ingeniería hidráulica tuvo un protagonismo central en los proyectos de regadío de cierta entidad, aunque estaba ausente de la mayoría de iniciativas a pequeña escala que, como veremos, fueron muy abundantes si no predominantes. A su vez, aparece a menudo vinculada al conocimiento del territorio y de los recursos y, por tanto, a los avances de la geografía. Como, además, la necesidad

---

<sup>2</sup> La preocupación por suplir, mediante el regadío, la escasez de humedad estuvo acompañada en el s. XVIII por la atención prestada al exceso de agua que se producía en los humedales y marjales. La consideración de estos espacios como perjudiciales para el desarrollo agrícola y para la salud de la población (por la presencia del paludismo) dio lugar a diferentes proyectos de desecación. (Giménez Font, 2008: 230-239 y 365 y ss).

<sup>3</sup> Manuel Colmeiro ya ofreció una relación de los proyectos de nuevos regadíos de los siglos XVII y, especialmente, XVIII (Colmeiro, 1965: 696-699).

del regadío derivaba de un juicio sobre el clima del país y su influencia en las cosechas (el clima «[...] ardiente y seco [...]» en palabras de Jovellanos, uno de los estorbos de la naturaleza), la ingeniería aparece vinculada también a los estudios sobre meteorología.

La agronomía, por su parte, se ocupó del riego en tanto que tecnología agrícola, en relación con otras técnicas para mejorar la producción. Si en los postulados y las prácticas de la «nueva agricultura» europea el regadío ocupaba un lugar secundario, su importancia sería mucho mayor en las agriculturas mediterráneas. Pese a ello, la caracterización del riego como técnica agrícola, con sus peculiaridades y métodos de aplicación, aparece poco en los escritos de los ilustrados. En cambio, sí aflora en ocasiones el reconocimiento de que se trata de un saber empírico, por lo que la mejor manera de transmitirlo sería mediante el ejemplo de quienes lo conociesen.<sup>4</sup> En este sentido hemos de entender propuestas como las de Olavide o Ward cuando consideraban que, para enseñar a utilizar el agua, había que atraer a agricultores de regiones como Valencia, Murcia o Granada a los lugares donde se quisiera extender el riego (García Cano, 2020: 81). Como sucedió en el canal que construyó Francisco Cabarrús a finales del Setecientos, este recurso no siempre aseguraba el éxito de las empresas de riego (Zylberberg, 1979: 426-429).

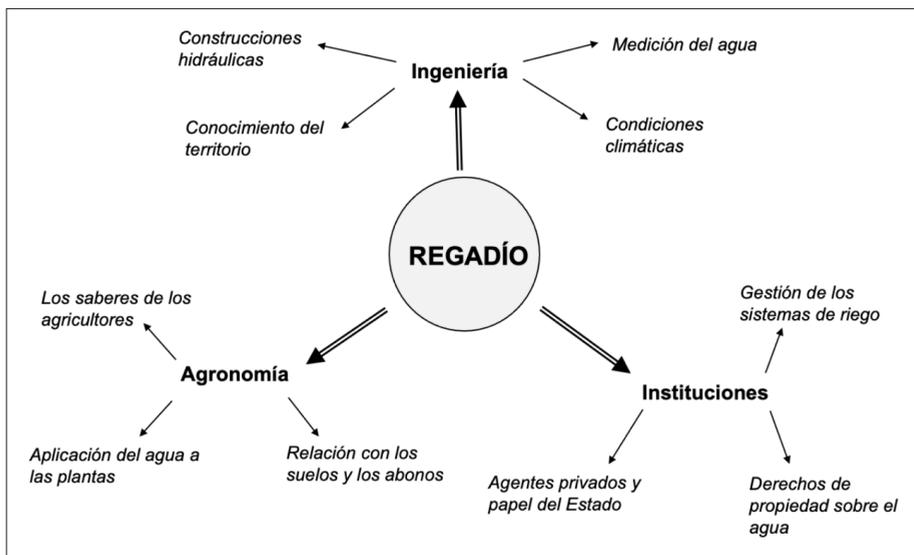


Figura 1. Dimensiones científicas que confluyen en la práctica del regadío.

<sup>4</sup> En general, la difusión de nuevas técnicas y conocimientos agronómicos parece haber sido fruto de la imitación más que el resultado de las recomendaciones de los agrónomos (Jones, 2016: 82).

Finalmente, el regadío estaba condicionado por factores institucionales, como ha explicado la reciente economía institucional. Se trataba de iniciativas que exigían la participación de agentes muy diversos y que incidían sobre el ciclo hidrológico y otros elementos del medio natural, que resultaban alterados. Esta dinámica afectaba a individuos y colectivos más allá del área regada. Por todo ello, resultaban centrales los acuerdos, las normas y los recursos organizativos. Se trata de cuestiones muy diversas: quién promovía las obras; qué tipo de relaciones se establecían con los intereses preexistentes en cada caso; qué derechos de propiedad se fijaban sobre el agua; qué grupos sociales se beneficiaban del riego; cómo se elaboraban las normas que regirían el uso del agua y quienes serían los encargados de aplicarlas; etc. Estas tres dimensiones aparecen, normalmente, entrelazadas tanto en la literatura de la época como en los proyectos puestos en práctica y en las soluciones dadas a problemas que surgían en la implementación del regadío.

### *El uso agrario del agua en la literatura ilustrada*

El regadío fue considerado muy ampliamente por los Ilustrados como una necesidad y un medio fundamental para la mejora de la agricultura. Sin embargo, este consenso contrasta con la limitada atención que recibió en sus obras. Jovellanos no escribió ningún trabajo dedicado monográficamente al regadío, pese a haberlo hecho sobre cuestiones tan dispares como la canela de Quito o el empleo de bueyes y mulas en las labores del campo. De hecho, el apartado sobre la «falta de riego», en la parte dedicada a los estorbos físicos del *Informe de la Ley Agraria* apenas ocupa dos páginas en las que apunta unas pocas cuestiones muy generales. Solo más adelante, en el apartado sobre el cerramiento de tierras, el gijonés formula una sugerente idea sobre el riego, que comentaremos más adelante.

Tampoco autores como Jaime Caresmar o Manuel Sisternes dedicaron más atención que Jovellanos al regadío, a pesar de proclamar su importancia. En otros escritores de la época, las alusiones al tema que nos ocupa son siempre breves y poco originales. En José Antonio Valcárcel, que vincula sus propuestas a las condiciones propias de la agricultura valenciana, las referencias al riego son algo más abundantes, aunque no hay un tratamiento monográfico. El riego solo aparece en relación con las labores aplicadas a determinados cultivos. Para encontrar aportaciones que aborden el regadío de forma monográfica o que le concedan una mayor centralidad, hay que referirse a dos autores, Francisco de Ulloa y Francisco Vidal y Cabasés.

El primero de ellos era un ingeniero militar con experiencia en la dirección de obras hidráulicas, como el Canal de Castilla en la década de 1750 o los

regadíos del Esla y el Órbigo. Según Capel (2002: 8), era uno de los mayores especialistas españoles en ingeniería hidráulica de la segunda mitad del XVIII. Por sus vínculos familiares, se encontraba próximo a los ambientes ilustrados: su padre, Bernardo de Ulloa, había publicado dos obras sobre fábricas y comercio y su hermano Antonio había sido consejero de Ensenada. Por su parte, Vidal y Cabasés, presbítero de la catedral de Tortosa, fue miembro de la Real Sociedad Económica Matritense y un buen conocedor de la literatura agronómica europea. Según Argemí (1993: 34), su obra sobre el riego destaca entre otras de la época por ofrecer «[...] la mejor comprensión de lo que era la ‘nueva agricultura’ en su totalidad.» Se trata, pues, de dos perspectivas diferentes, pero igualmente relevantes en la literatura dieciochesca. Por otro lado, la escritura de las obras de los dos autores coincide plenamente con los años en que se estaban construyendo dos de los canales que tendrían, en la época, una mayor repercusión en la expansión del riego en España: el Canal Imperial de Aragón y la segunda parte de la Acequia Real del Júcar.

Veamos con algún detenimiento estas aportaciones, comenzado por José Antonio Valcárcel. Su *Agricultura general y cultivo de la casa de campo*, publicada entre 1765 y 1795) estaba influida por textos agronómicos recientes, pero también por «[...] el contacto directo con instituciones y personas vinculadas a la actividad agronómica en Valencia» (Cervera, 2003: 190). Valcárcel apunta una doble vertiente del regadío. Por un lado, el aspecto técnico agronómico. La adecuación del riego a los tipos de suelo sería una condición necesaria y, por ello, ofrece una clasificación de los suelos y de la acción del agua en cada uno de ellos. De ahí se deduce una relación compleja entre tierra, agua y cultivos, a lo que añaden más tarde también los abonos, con referencias a Duhamel de Monceau o a Jethro Tull. Todo ello se vincula a una discusión sobre el «alimento» o el «jugo nutricio de las plantas» (libro IV) en una época en que los conocimientos sobre nutrición de los vegetales eran dispersos y poco fundamentados en el análisis químico (Sigaut, 1998: 209; Bernat, 2008: 167). En relación con ello, Valcárcel describe la práctica del riego aplicada a diferentes cultivos (número de riegos, momento de ejecutarlos, disposición de los elementos hidráulicos, etc.). Seguramente es aquí donde el conocimiento de las huertas valencianas influyó más, como sugiere su explicación sobre el riego de la alfalfa, los melones o la morera, tres cultivos habituales de aquellas.

Por otro lado, Valcárcel también dedica atención a los aspectos sociales e institucionales del regadío. La explotación del agua de los ríos y de los acuíferos subterráneos (Libro 1, p. 108-110) permitiría asegurar las cosechas y hacer viables las explotaciones campesinas. Como consecuencia, contribuiría también a incrementar la población, el importe de los diezmos y los ingresos de la Hacienda.

Al mismo tiempo, reflexiona en torno a los derechos de propiedad sobre el agua (Libro 1, 245 y ss.). Para él, una definición demasiado excluyente de estos derechos se convierte en un obstáculo para el acceso al riego y encarece sus costes con grave perjuicio para los cultivadores. En este punto, debía tener presentes los regadíos de Lorca o Alicante, donde, de forma poco habitual en el litoral mediterráneo, existía la propiedad privada sobre determinadas dotaciones de agua, que se vendían habitualmente en subastas públicas. Como la historiografía reciente ha demostrado (Garrido, 2011: 525-528), este sistema limitaba la eficiencia en el uso del agua, lo que va en la dirección de la opinión crítica de Valcárcel.

Esta misma distinción entre aspectos técnico-agronómicos e institucionales la encontramos en el manuscrito fechado en 1767 *Discurso político en que se trata de las utilidades que traen al Estado las acequias de riego y de los obstáculos que se les opone*, de Francisco de Ulloa. Partiendo de una visión de la economía en la que las diferentes actividades están interrelacionadas, Ulloa otorga una centralidad especial al regadío:

la mayor utilidad del país proviene de la mayor acción en que están todas sus partes, y siendo la agricultura, las artes, y el comercio los más poderosos medios de esta acción, quién dudará que el regadío es el que fomenta estas tres partes principales de la acción, es como el principio de la mayor utilidad del país. (cit. en Capel, 2002: 29)

Desde la perspectiva agronómica, el riego permite suprimir el barbecho y cultivar todos los años, aumenta los rendimientos de las cosechas y posibilita nuevos cultivos más productivos o rentables como el lino, el cáñamo o el arroz. Por otra parte, las características propias del cultivo de regadío favorecen la pequeña explotación y la cesión en arrendamiento de grandes propiedades. Aunque Ulloa no lo especifica, seguramente se refiere al carácter intensivo en trabajo de los cultivos de regadío.

Como otros muchos ilustrados, este autor plantea la necesidad de estimular la extensión del riego y lo hace mediante algunas nociones de lo que podríamos denominar el proceso de difusión de innovaciones. En tanto el regadío es desconocido en muchos lugares o puede haber prevención sobre sus resultados, el mejor modo para extenderlo es a través del ejemplo. Era lo que había pretendido en 1767 el Secretario de Hacienda Miguel de Múzquiz cuando ordenó que se llevaran a cabo cultivos experimentales en algunos parajes del canal de Castilla «[...] para persuadir prácticamente a los naturales del país de las ventajas que pueden conseguir con el uso del riego» (Capel, 2002: 17). Múzquiz conocía de primera mano la cuestión del regadío, puesto que había hecho construir una

acequia para llevar el agua a sus propiedades en la zona arrocera de Sueca (Valencia), además de poseer un molino en Sagunto, otra de las huertas valencianas (Matoses, 1987: 31-34; Rosado, 2010: 149).

El texto de Ulloa destaca, sobre todo, por sus ideas poco corrientes sobre la economía del riego. Por un lado, señala las dificultades que se presentan a la construcción de canales y a la extensión del regadío.<sup>5</sup> La rentabilidad de estas iniciativas, que requieren grandes inversiones, sería dudosa por varias razones. Una de ellas es la dificultad de cobrar tasas de riego que cubran los costes, una vez en funcionamiento el canal, como se demostraría en el caso del proyecto llevado a cabo por el duque de Híjar (Calatayud, Millán y Romeo, 2022). Además, el aumento de las cosechas puede ser menor del previsto por el inversor porque la aplicación del agua depende enteramente de los agricultores, que pueden no reunir los conocimientos o los medios para hacerla en las mejores condiciones. En este sentido, habría una diferente capacidad de actuación entre el empresario que suministra el agua y los usuarios de esta, que eran quienes materializarían en la práctica los beneficios del riego. Por todo esto, en segundo lugar, Ulloa cuestiona la idoneidad de la iniciativa privada o empresarial para la construcción de canales de riego: «las obras de las acequias son más proporcionadas para que las ejecuten los dueños de las tierras, que no un particular, a menos que éste gozase la propiedad de todas, o la mayor parte de ellas» (38). La construcción y operación de los sistemas de riego por los propios usuarios aparecía validada por el tiempo y la experiencia, puesto que había sido la modalidad predominante en las acequias que venían operando desde siglos atrás. Si, como afirmaba Ulloa, «el espíritu de reunión que fomentaba estas obras, faltó o se entibió con el tiempo; y después se fueron multiplicando las dificultades, que impidieron su continuación», era preciso recuperarlo para extender el riego en España. Se trata de una apelación poco habitual al carácter comunitario de la gestión del regadío, una cuestión central en los análisis actuales sobre el modo de administrar recursos comunes como el agua, tal como se admite desde la economía institucional y, en particular, desde los estudios de Elinor Ostrom.

El tercero de los autores señalados, Francisco Vidal i Cabasés, abordó la cuestión del regadío desde una perspectiva más cercana a la «nueva agronomía»

---

<sup>5</sup> «La Azequia una vez concluida y que el agua está corriente, es menester que ésta se emplee en beneficiar las tierras, y ésto como ya se a dho no es tan fácil; por que la falta de conocimiento de las gentes del País, hazen que entren en ello con algún rezelo, que se aumenta a proporción que las noticias que tienen de la preparación que se le ha de dar a las tierras, del orden que han de llebar en las simientes, y del método en que han de usar del agua es más limitado, a que se agrega la repugnancia con que generalmente lleban lo que algún día han de contribuir por el agua, que es lo que más haze retardar; por lo que es preciso, que el Dueño de la Azequia les imponga en todo lo correspondiente al regadío, y el único medio es, hazerlo ver por experiencia» (40).

(Argemí, 1993; 34). Las *Conversaciones instructivas en que se trata de fomentar la agricultura por medio del riego de las tierras* (1778) tienen como fuentes a autores europeos destacados (Duhamel, Tull), pero también a españoles como Herrera, al tiempo que recurría a los casos de Valencia, Aragón y Granada como escenarios en los que contrastar las virtudes del uso del agua. Siguiendo la obra de Gustav Adolf Gyllemborg, *Elementos naturales y químicos de agricultura*, que Casimiro Gómez Ortega había traducido solo tres años antes, para Vidal el agua sería el principal «jugo nutricio con que medran las plantas» (p. vi).<sup>6</sup> El cultivo adecuado, el abono y las semillas son importantes, pero el riego es central: «Sobre todas las circunstancias que deben concurrir para fomentar la agricultura, no hay cosa más importante que el establecimiento de sus competentes riegos [...]. Sin el socorro de la agua o riego es infructuoso cuanto en ellas se practique» (p. xi). Para Vidal, esto sería especialmente importante porque creía que el clima de su época padecía sequías mayores que en la «antigüedad», para las cuales no habría otra solución que el riego (p. xi). En efecto, estas sequías fueron muy acentuadas precisamente en los años en que Vidal debía estar redactando el texto, la primera mitad de los años setenta, como han demostrado los actuales estudios históricos sobre el cambio climático.<sup>7</sup>

La exposición del libro recorre la secuencia completa del uso agrario del agua, desde el acuífero hasta los campos. En el inicio, el tortosino lleva a cabo un esbozo del ciclo hidráulico (el agua caída como lluvia, su infiltración en el suelo, su almacenamiento subterráneo y la posterior salida al exterior) en el cual el agua es tratada como recurso natural con su propia dinámica (pp. LXXXV y ss). Ligado a ello, el autor aporta informaciones prácticas: cómo hallar las aguas subterráneas, a través de qué medios y señales, según el tipo de terrenos y prestando atención al aspecto del paisaje para intuir la presencia del líquido elemento (LXXXVI y ss.). La observación geográfica y algunas nociones de geología aparecen aquí como recursos al servicio de la primera etapa de todo proyecto de riego. El segundo paso correspondería a la ingeniería hidráulica: el modo de construir canales, de captar el agua de los ríos, de excavar pozos y de construir máquinas elevadoras. Al referirse a las norias, un artefacto «[...] muy común

---

<sup>6</sup> Sobre la relación entre química y agricultura en el siglo XVIII y primeras décadas del XIX, véanse Jones (2016), Halm (2020), Roberts y Werrett (2017). En este último (2017: 3) se considera que la química adquirió un papel destacado en el desarrollo agrario y económico en general, un siglo antes de la segunda revolución industrial, considerada convencionalmente como el momento de la irrupción de esta ciencia en la producción. Las aportaciones de Lavoisier sobre el papel del aire y el agua en la vegetación, en Poirier (1993: 313-315), y sobre las mejoras de la agricultura en general, propuestas por el químico francés, véanse 211 y ss. En España, la dimensión química de la agricultura ya fue valorada por botánicos como Claudio Boutelou; y en 1829 Juan Plou traducía la *Química aplicada a la agricultura*, del conde de Chaptal, véase Sunyer (1996: 100).

<sup>7</sup> Alberola (2014: 202). En general, el último cuarto del siglo XVIII fue de una gran inestabilidad atmosférica en el Mediterráneo español (2012: 199-238).

entre nosotros» (CLXXII y ss.), insiste en los defectos de su construcción y en la necesidad de aprender de los Países Bajos. No hay aquí ninguna valoración de la tradición árabe peninsular en esta materia y la atención se desplaza a una tecnología más sofisticada, la de las bombas construidas en Francia u Holanda.

Antes de realizar cualquier inversión, Vidal aconseja estudiar la calidad del agua (XCIV y ss.), para lo cual ofrece una clasificación de los tipos de aguas y destaca cómo interactúa cada uno de ellos con los suelos. Pero las aguas, como las tierras, se pueden corregir y mejorar, una tarea que exigiría cierta cualificación de los cultivadores (C y ss.). Al mismo tiempo, la eficiencia de la obra hidráulica exigía también una adecuada elección del recorrido del canal y un diseño basado en las reglas de la hidráulica. En este punto, el autor sigue a Bernard Forest de Bélidor, *Architecture Hydraulique ou l'art de conduire, d'élever et de menager les eaux* (1737). El rigor en este punto es fundamental para Vidal: solo la adecuada construcción de los canales y su adaptación a las condiciones del territorio regable permitiría reducir costes y asegurar la operatividad del sistema, condiciones para asegurar la viabilidad del riego. El conocimiento matemático en especialidades como la geometría y la trigonometría aparece como una exigencia para el éxito de las obras de regadío. Junto a ello, se requiere también un cálculo adecuado de los costes de construcción (salarios, número de trabajadores, obstáculos de la obra), no siempre fáciles de anticipar. En este sentido, propone un cálculo teórico realizado por personal competente, en lugar de la práctica habitual de dejar esta cuestión en manos de los «prácticos». Finalmente, en el punto de llegada del agua, es preciso preparar la superficie regable para hacer posible el trazado de la red de pequeñas derivaciones y el suministro del agua a todas las parcelas (CXXIII y ss.). La eficiencia en el funcionamiento final del riego dependería de todos estos factores.

Cabasés dejaba abierta una cuestión de gran trascendencia: las expectativas generadas por el regadío podían chocar frecuentemente con la realidad de su aplicación al cultivo. Otros autores lo apuntaron ya en estos años y el problema seguiría planteándose durante el siglo XIX, por ejemplo bajo la Restauración, cuando se discutió la implicación estatal en las obras hidráulicas (Calatayud, 2022: 250-251). Cien años antes, Jovellanos, a pesar de sus escasas páginas dedicadas al regadío, realizó observaciones certeras que rebajaban el optimismo habitual sobre los efectos del riego. Recogiendo quejas de cultivadores que habían recibido el agua del canal de Castilla, Jovellanos destacaba el aumento de costes que implicaba el riego, la mayor necesidad de trabajo —«labores más continuas y repetidas», (Jovellanos, 1795: 723)— y la exigencia de emplear abonos que a veces no estaban disponibles. El propio manejo de la infraestructura del riego exigía empleo de mano de obra y cualificaciones particulares. Con

todo ello, el cultivo de cereales, única opción de los agricultores castellanos, no aseguraba la rentabilidad de la inversión que el riego exigía. Adicionalmente, el uso inadecuado del agua podía salinizar los suelos, como denunciaban propietarios y colonos de la zona. Para Jovellanos, estas cuestiones explicarían las reticencias que, con frecuencia, encontraba el riego y que «[...] han sido objeto de tantas necias invectivas contra la supuesta flojedad e ignorancia de nuestros labradores» (Jovellanos, 1795: 722).

### *Las iniciativas prácticas: grandes y pequeños regadíos*

Muchas de las cuestiones apuntadas por estos escritos se plantearon en la práctica de la expansión del regadío durante la segunda mitad del siglo XVIII. Esta expansión puso de manifiesto las dificultades y los problemas que condicionaban el cambio agrario basado en el riego. Las obras de gran alcance —el Canal Imperial de Aragón, la continuación de la Acequia Real del Júcar y, a menor escala, el canal de Cabarrús— fueron escasas, pero muestran, con claridad, tres tipos de problemas: los derivados de la financiación y la rentabilidad de la inversión; los que afectaban a la adecuación técnica al entorno físico del canal; y aquellos relacionados con la aplicación final del agua a los campos, en la cual los resultados no siempre estaban a la altura de las expectativas.

No podemos dar cuenta aquí de estas trayectorias, pero sí señalar que, en todos estos proyectos, la ingeniería hidráulica desempeñó un papel destacado. La política hidráulica estatal había exigido la intervención de ingenieros, arquitectos y otros técnicos con menor formación. Algunos tuvieron cierto prestigio en la época, como el francés Carlos Lemaire y sus hijos (en el canal de Castilla y en el de Guadarrama), mientras otros, menos conocidos, llevaron a cabo intervenciones importantes, como es el caso de Juan Escofet en la Acequia Real del Júcar (Peris, 1992: 300-307). En el caso del Canal Imperial, el proyecto se debió a ingenieros holandeses y franceses. Además de los militares, hubo personajes, como López de Peñalver, que tuvieron un cierto papel, como hemos apuntado. De manera paralela, el trazado de canales exigía disponer de mapas para un adecuado conocimiento del territorio. Los ingenieros militares solían tener conocimientos en este sentido (Capel, 1982: 287 y ss.) y la geografía y la cartografía experimentarían avances importantes en la segunda mitad del XVIII (Pérez Sarrión, 1996: 230). En cambio, la medición de los caudales hídricos siguió dominada por la imprecisión (González Tascón, 1990: 482).

Sin embargo, en el ámbito de la ingeniería, el derrumbamiento de las presas de El Gasco (Madrid) en 1799 y de Puentes (Murcia) en 1802 significó un duro golpe a la política hidráulica (Capel, 1997: 11). También dañó el prestigio de los

técnicos que las habían diseñado, blanco de críticas por parte de Betancourt, en el contexto de la reforma de la formación de los ingenieros que se había emprendido por esas fechas y que llevaría a la fundación de la Escuela de Caminos y Canales en 1802 (Rumeu de Armas, 1980: 297 y ss.). En todo caso, los errores formaban parte del aprendizaje porque, en una época en la que todavía se estaban sistematizando y racionalizando los conocimientos del ingeniero, «la maîtrise pratique des savoirs-faire précède leur maîtrise technique» (Vérin, 1993: 342-253). Por otro lado, los ingenieros no solo diseñaron sino que pasaron a tener un papel predominante en la ejecución de las obras, incluida la dimensión económica. Podría decirse que «al vincular personas, carreteras, puentes y canales [los ingenieros] deberán contribuir no solo al bienestar económico, sino también al establecimiento de una sociedad de intercambios razonables» (Picon, 1998: 174).

Las obras hidráulicas de gran tamaño, proyectadas y dirigidas por ingenieros, son las más conocidas, pero constituyen solo una parte del regadío de la época. En algún caso, como los regadíos derivados del pantano de Tibi, en Alicante, venían operando en medio de una gran escasez de agua, a causa del medio semiárido, desde tiempo atrás (Gil Olcina, 1993: 95-104; Alberola, 2015: 17). Junto a estas obras, había una infinidad de realizaciones modestas, llevadas a cabo de modo empírico, sin intervención de ingenieros y al margen de cualquier diseño de «política hidráulica» desde arriba. Sus efectos sobre la extensión de la superficie regada fueron tan importantes o más que los derivados de los grandes proyectos, a menudo fruto de planteamientos poco realistas (Gil Olcina, 1992: 143-144). Abarcaban desde las iniciativas individuales de pozos y norias hasta obras colectivas en los ríos y otros acuíferos, en ocasiones con la intervención de un conjunto de «expertos» locales (Faus Prieto, 1995: 41 y ss.). En este ámbito, podría aplicarse la opinión de Argemí (2002: 453) sobre la revolución agrícola: «peasants –the best practical agronomists– discovered indirect methods». Estas pequeñas iniciativas de riego, poco conocidas y difíciles de cuantificar, fueron objeto, sin embargo, de alguna atención en la literatura de la época. Dos testimonios importantes estudiaron el territorio y, al hacerlo, mostraron la importancia de estos regadíos. Se trata de las obras de Antonio J. Cavanilles (*Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia*, 1795-1797) y de Ignacio de Asso (*Historia de la economía política de Aragón*, 1798). Ambas son rigurosamente contemporáneas y recogen una descripción pormenorizada, entre otros muchos aspectos, de las pequeñas obras de riego. Los dos autores escriben desde una visión multidisciplinar de su objeto de estudio. Cavanilles no cita a ningún autor de agronomía o economía (Cervera, 2003: 265-268). Su texto representaría el «punto de vista territorial [que] se

convertirá en el aglutinante de una pluralidad de saberes incapaces todavía de imponerse ‘autónomamente’» (García Monerri, 1997: 671). Por su parte, para Asso, la economía política era todavía historia de la economía política y estaría limitada por su «horizonte espacio-institucional», en el que se podía abordar la historia natural, la de la agricultura y la del resto de actividades productivas. Ambos serían ejemplos de aquellos personajes que, según Godoy, «viajaban por el reino por cuenta del Estado [...], los unos recogiendo en secreto datos de estadística para las oficinas de Fomento, los otros explorando nuestras riquezas escondidas o ignoradas en los campos, en los litorales y en las entrañas de la tierra» (cit. en García Monerri, 1997: 690).

El texto de Cavanilles sitúa el agua en el centro de la agricultura de la región. Para él, «las aguas del Reyno de Valencia son el principal agente que ha convertido los eriales en jardines, y los sitios antes abandonados en perpetuo manantial de riquezas». Sin embargo, su punto de vista está alejado de la referencia, más habitual, a la realización de grandes obras hidráulicas. Junto a las huertas del litoral, de cierta escala, serían los pequeños aprovechamientos del agua los que habían aumentado la riqueza de la región: iniciativas modestas de carácter local, pero muy abundantes, así como el uso de norias. En todo ello, la innovación tecnológica no era una cuestión central: la mayor parte de estos aprovechamientos se basaban en técnicas tradicionales, poco sofisticadas, pero bien adaptadas al medio y a las necesidades de los cultivadores. El protagonismo de las iniciativas correspondería a un conjunto de agentes, entre los que se encuentran los labradores anónimos, junto a propietarios acomodados en ámbitos locales, a quienes el abate conoció en sus viajes. En algunos casos, se trataba de personajes bien situados en la sociedad de la época, como el filólogo Francisco Pérez Bayer, impulsor del regadío en Benicàssim, o de Pascual Caro, hijo del marqués de la Romana, que construyó un pequeño embalse en Moixent. En cualquier caso, estas iniciativas se producían al margen de la influencia estatal, como sucedía con la práctica totalidad de las obras que se realizaron en la región.

Junto a ello, Cavanilles plantea un esbozo de economía del agua. Al comparar su uso en el riego de los arrozales y en el de las huertas, considera que los volúmenes empleados en los primeros podrían generar una productividad mayor dedicados a otros cultivos, lo que permitiría incrementar en mayor medida la superficie regada. Se trataba de una visión intuitiva, apenas respaldada por cifras o cálculos. Además, las razones productivas no eran las únicas que fundamentaban su condena del cultivo del arroz. Este debía limitarse, sobre todo, a causa de sus consecuencias sanitarias, en especial la proliferación del paludismo. El botánico y viajero enlazaba aquí con las polémicas en torno a los arrozales, que seguirían vigentes aún durante todo el siglo XIX. La cuestión le enfrentó, en un

debate muy vivo, con el valenciano Vicente Ignacio Franco, un personaje de la ilustración local, con intereses en la zona dedicada a este cultivo. En esta discusión sobresalen algunos aspectos que afectan a un amplio abanico de cuestiones que irían desde la valoración de la capacidad productiva del territorio, pasando por los mecanismos del ciclo hidráulico, hasta los efectos demográficos de las opciones productivas. Se debatió sobre la productividad real de la agricultura arroceras: mientras que para Cavanilles la producción aumentaría si se dedicaran los recursos hídricos a otros cultivos, para Franco nada podía sustituir al arroz en la mayor parte de las tierras donde se cultivaba. A su vez, esta discrepancia llevaba a una discusión sobre la adecuación de las tierras para las diferentes plantas: para Franco, las tierras de arrozal no podían dedicarse a otros cultivos a causa de su carácter pantanoso y la excesiva humedad. En cambio, según Cavanilles, gran parte de los arrozales habían invadido tierras anteriormente de huerta, extendiendo artificialmente áreas de marjal: eran pantanosas «por el arte», no «por la naturaleza». Por otra parte, incluso las áreas pantanosas por naturaleza se podían sanear y desecar, mientras que Franco desconfiaba de esta posibilidad porque atribuía la humedad ambiental a procesos meteorológicos difíciles de modificar (Mateu, 1987: 126-132; Cervera, 2003: 263).

Ambos escritores disentían también sobre las causas del paludismo: mientras Cavanilles lo atribuía al estancamiento del agua en las áreas pantanosas y en los arrozales, Franco no veía esta relación, puesto que también se daba la enfermedad en zonas ajenas a los marjales. Dado el desconocimiento en la medicina de la época de la causa real de transmisión a través de los mosquitos, ambas posturas podían sostenerse. Para ello, Franco tomó como argumento el caso de China (seguramente a través de la lectura de la *Encyclopédie*), cuya numerosa población se basaba, precisamente, en el cultivo del arroz. La discusión sanitaria sobre los arrozales fue un lugar común también en la Ilustración italiana (Faccini, 1976) y lo sería todavía durante el siglo siguiente en España o Portugal (Calatayud, 2012: 46; Joanaz de Melo, 2010: 117) y más tarde aún en otras regiones mediterráneas como Turquía (Evered y Evered, 2016: 115).

La cuestión se planteaba, así mismo, en otros dos aspectos. Por un lado, la base social del cultivo: para Cavanilles, la riqueza de los propietarios que residían fuera de las zonas de cultivo se obtenía a costa de la salud de jornaleros y vecinos de los pueblos arroceros; en cambio, según Franco, el cultivo involucraba a todos los sectores sociales y generaba una demanda de trabajo que favorecía también a quienes no tenían tierras. Por otro lado, se plantearon los efectos demográficos, con cifras de mortalidad y crecimiento de la población en las zonas arroceras, que daban resultados diametralmente opuestos en los dos autores a pesar de aportar estadísticas de diferentes lugares de la región. A

su vez, Cavanilles relacionaba la cuestión arrocerá con aspectos más generales, como la política comercial: los problemas causados por la gramínea desaparecerían con la liberalización del comercio, que, al permitir cubrir el déficit de trigo de la región, reduciría los incentivos para el cultivo del arroz (Cervera, 2003: 245). El argumento, sin embargo, obviaba el dato decisivo del gran diferencial de rendimientos del arroz respecto a otros cereales. En definitiva, la cuestión del arroz representaba un debate sobre los empleos potenciales del regadío y sobre los efectos de uso del agua no solo en la producción, sino también en el estado general de la población. En la determinación de costes y beneficios, el impacto sobre la salud pública cobró un lugar central.

Por su parte, el texto de Ignacio de Asso estaba muy marcado por la variedad de los intereses intelectuales de su autor. Naturalista, historiador, economista y abogado, el aragonés había realizado viajes de «observación» durante las décadas de 1770 y 1780, a partir de su dedicación a las ciencias naturales llegando a publicar un estudio botánico de Aragón (Usoz, 2000: 600). Era también un importante propietario de olivares y viñedos, con dificultades de gestión de sus tierras (Casas Torres, 1947: XII): unas cien fincas, dispersas en diez poblaciones, que sumaban casi cien hectáreas, con un mayorazgo que trató de desvincular a partir de 1803 (Peiró, 1998: 56 y 121).

Para su *Historia de la economía política de Aragón*, Asso recorrió la práctica totalidad de la región y consultó los archivos de veintiuna localidades. En cada partido o entidad territorial sigue un mismo esquema: la descripción física del territorio, con referencias a la flora; la caracterización de las tierras y de su aptitud para el cultivo; la producción y sus tendencias. Todo ello con referencias históricas y cifras de precios de productos y de la tierra. Para explicar la situación presente de la economía, Asso considera necesario explorar el pasado con detenimiento (Peiró, 1998: 125).

En lo referente al regadío, encontramos en el libro una crítica de las condiciones establecidas para acceder al agua en el Canal Imperial. Tributos excesivos para las nuevas tierras regadas y unas tasas de riego arbitrariamente altas habrían hecho que, en aquellos momentos iniciales, «las tierras permanecen incultas y el beneficio no corresponde al capital que ha costado esta obra» (p. 61). En cambio, Asso valora positivamente el riego proporcionado por acequias tradicionales de menor escala derivadas de los afluentes del Ebro, el Jalón y el Huerva, entre otros (pp. 55-57 y 71 y ss.). En este punto, cuantifica con precisión todas las huertas regadas en cada uno de los partidos y ríos. Sin embargo, en correspondencia con la crítica feroz a las estructuras feudales con la que había iniciado el libro, consideraba que las cargas señoriales reducían los beneficios del agua para los agricultores (Peiró, 1998: 121).

Pese a todo, su visión es optimista sobre los avances que habría experimentado la agricultura desde el siglo anterior: aumento de la producción y el ganado; nuevos cultivos; regadío. En cambio, la industria se encontraría en decadencia, en parte porque «[...] la escasez de brazos, que actualmente se experimenta, no permite distraerlos de las tierras de cultivo» (118). Se requería, pues, un mayor crecimiento de la población, para lo cual era necesario extender la «[...] agricultura intensiva, que es la única que multiplicando el trabajo y aplicación de los mismos operarios [...] podrá lograr que fructifique doble de lo que ahora rinde» (118).<sup>8</sup> Como el resto de autores tratados aquí, la población, en su doble condición de consumidora de alimentos y ofertante de mano de obra, cobraba una centralidad a la hora de comprender las implicaciones económicas del uso del agua.

La centralidad del crecimiento demográfico y del sostenimiento de la población que muestran las reflexiones sobre el regadío se extenderá también a otras disciplinas, que tendrán también estos temas como ejes fundamentales de su desarrollo, como se verá en el apartado siguiente. Como sucedía en el caso del paludismo, analizado más arriba, la mejora de la salud o la estadística destinada a conocer el alcance de las enfermedades y sus efectos sobre las dinámicas poblacionales, así como la ulterior relación de éstas con el bienestar de los pueblos, serán también ámbitos en los que encontraremos notables concomitancias con la economía política.

## **De la medicina y la química a la economía política**

El segundo de los campos a través de los cuales emergió un profundo interés por la economía política está ligado al estudio de la salud y de los mecanismos biológicos y químicos que regulan los organismos humanos, como se muestra en la Figura 2. En particular, conviene resaltar el establecimiento del vínculo entre la necesidad de promover la salud de los individuos con el fin de asegurar el poder de las naciones, y en última instancia también su prosperidad, a través de la producción incrementada que generaría un mayor número de habitantes. Esta comprensión amplia del fenómeno humano es relevante también en el caso de disciplinas estrechamente relacionadas con la medicina o que podían proporcionarle instrumentos para llevar a cabo sus objetivos. El caso de la química es el ejemplo más evidente. Como han señalado Bertomeu Sánchez y García Belmar (2006), la enorme variedad de trayectorias personales e intelectuales que confor-

---

<sup>8</sup>Entre las condiciones que influirían en la agricultura, Asso incluye, como había hecho Vidal y Cabaés, la historia del clima, que, a su juicio, habría empeorado desde la Edad media y se habría vuelto más frío, lo que, en términos de la historiografía actual, se ha categorizado como la fase final de la llamada «pequeña edad del hielo». En el caso de España, el último tercio del siglo XVIII, cuando el aragonés realizaba sus viajes por la región, se caracterizó por grandes oscilaciones climáticas (Alberola, 2010: 60).

maba la comunidad científica dedicada a la química en Europa durante el siglo XVIII dio lugar a una pluralidad de enfoques que, en muchas ocasiones, implicaban necesariamente considerar la relación de la química con otras disciplinas científicas. Por todo ello, consideramos conveniente analizar la relación entre medicina, química y la repercusión que los hallazgos en dichas disciplinas, así como la introducción de técnicas provenientes de otras ciencias, pudieron tener en el ámbito de la economía política en la España de la segunda mitad del siglo XVIII.

La viruela es una de las enfermedades más letales de la historia de la Humanidad y una de las más contagiosas nunca registradas. Tras la progresiva desaparición de la peste bubónica en Europa, especialmente a partir del siglo XVI, la viruela tomó un lugar preeminente entre las principales afecciones de la población, situándose ya como endémica en algunas partes del continente en el siglo XVII. Pero fue a partir de comienzos del siglo XVIII cuando el aumento de la virulencia de la enfermedad la convirtió en un problema social de primera magnitud cuyas recurrentes oleadas no solo resultaron ser enormemente mortíferas, sino que la convirtieron en una enfermedad global (Bennett, 2020). En el caso de España, la mortalidad no fue sustancialmente distinta a la del resto de países europeos, que se situaba en torno al 15 % del total de contagiados de la enfermedad en sus distintas variantes (Pérez Moreda, 2020). A pesar de ello, sí se ha apuntado a que la viruela, junto con la difteria y otras enfermedades infecciosas, contribuyó decisivamente a elevar las defunciones durante las grandes crisis de mortalidad españolas de la primera mitad del siglo XVIII (Llopis *et al.*, 2015). Además, habida cuenta de las características de transmisión del virus que la causaba, la viruela afectó en una proporción similar a individuos de todos los estamentos sociales, incluidas las clases más altas, como demuestran los numerosos casos de muertes o graves secuelas físicas entre la realeza europea de la época (Duro Torrijos, 2014).

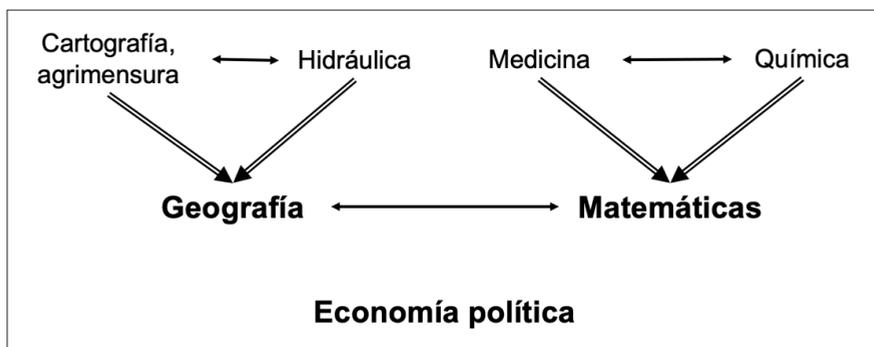


Figura 2. Relación entre las diferentes disciplinas científicas y su confluencia en la economía política.

En este contexto, las técnicas preventivas para evitar el contagio o paliar los efectos de la enfermedad fueron extendiéndose poco a poco a lo largo de la geografía española, no sin dificultad a causa de las deficientes vías de comunicación con las que contaba la Península en la época (Bennett, 2020). La más primitiva de ellas fue la denominada variolización o inoculación, que consistía en la inserción de tejidos corporales de una persona afectada por la enfermedad en la epidermis de una persona sana, de modo que el organismo sano desarrollara una respuesta inmune que impidiera un desarrollo grave de la enfermedad. La difusión de la nueva técnica en el continente fue amplia, aunque no estuvo exenta de voces discordantes que señalaron los potenciales perjuicios que podría tener para el paciente, en oposición a procedimientos más tradicionales, como el aislamiento, basados en la idea de evitar la propagación al impedir el contacto entre enfermos y sanos. En España, el debate entre partidarios y detractores de la inoculación se desarrolló en términos similares y también aquí se produjeron intensos debates entre defensores de la inoculación y de las técnicas tradicionales, cuyas posiciones estaban usualmente motivadas por la influencia de la religión sobre la idea de enfermedad, pero de manera más determinante por el tipo de formación médica que habían recibido sus respectivos partidarios (Duro Torrijos, 2014).

En el marco de estos debates, la estadística pronto se erigió como «un instrumento social [...] aplicado a mejorar las condiciones socio-sanitarias» (Duro Torrijos, 2014: 96), ya que permitía, a través de la aplicación de los avances que en teoría de la probabilidad habían tenido lugar en las décadas inmediatamente anteriores, la medición cuantitativa de los potenciales efectos que sobre la población podrían tener las intervenciones en salud pública, con un grado de exactitud hasta la fecha desconocido. Pioneros del estudio matemático de la probabilidad, como el marqués de Condorcet (1743-1794) o Pierre-Simon Laplace (1749-1827) habían insistido en la conveniencia del empleo de sus métodos para el estudio no solo de las ciencias naturales, sino también de las humanas, considerando que el correcto empleo de las matemáticas aportaría resultados útiles tanto en las primeras como en las segundas. De hecho, según el propio Laplace, el estudio de la salud y los efectos sobre la población de determinadas terapias suponía uno de los campos en los que la probabilidad podría resultar útil, llegando a utilizar precisamente la inoculación como ejemplo práctico (Rosser Matthews, 2021).

Volviendo al contexto español, numerosos autores han coincidido en considerar al médico militar de origen irlandés Timoteo O'Scanlan (1723-1795) como el gran precursor del estudio y aplicación de la inoculación de viruelas en España.<sup>9</sup> A su amplia obra sobre la propia técnica de la inoculación y sus ven-

---

<sup>9</sup>La literatura sobre la figura de O'Scanlan es amplia y ha prestado creciente atención al personaje en los últimos años. Sin ánimo de exhaustividad, entre las aproximaciones clásicas cabe destacar Logan (1964)

tajas cabe sumar una intensa participación en los debates públicos respecto a la conveniencia de su popularización. En este sentido, y como ha señalado White (2016), resulta de enorme importancia entender el doble objetivo perseguido por O'Scanlan en sus escritos. Por un lado, la descripción detallada del procedimiento técnico de la inoculación, de modo que médicos profanos en la materia pudieran reproducir la técnica con seguridad y, por otro lado, la explicación en un lenguaje accesible para la mayor parte de la población de los beneficios que la inoculación de viruelas podía reportarles (White, 2016).

O'Scanlan no era ajeno a los debates internacionales sobre la inoculación y en sus obras demuestra que conocía el trabajo de los mayores especialistas europeos en la materia (White, 2016: 284). Pero, además, O'Scanlan manifiesta una gran modernidad en sus argumentaciones al incluir profusión de datos y medidas estadísticas para apoyar sus tesis, en línea con lo que comenzaba a plantearse por parte de autores franceses. Así, en la introducción a su obra *Práctica moderna de la inoculación* (1784), explica la importancia del estudio sistemático de las observaciones de la naturaleza, a semejanza del procedimiento que se emplea en otras ciencias naturales, ya que a su juicio son «como un espejo, que debe representar los hechos con toda verdad, y semejanza», y de ese modo «cada uno puede sacar las consecuencias, y aplicarlas á la teorica, y práctica de la inoculación, según las reglas de la buena Física» (O'Scanlan, 1784). Para demostrar la validez de este punto de vista, y junto con muchos otros argumentos de carácter técnico o religioso, O'Scanlan dedica un buen número de páginas a demostrar que las probabilidades de sobrevivir a la viruela son mucho mayores para un individuo inoculado de viruelas. Además, el irlandés también lleva a cabo cálculos contrafactuales sobre la potencial ganancia de población que se produciría si la inoculación estuviera más extendida. El interés del galeno por la aplicación de la probabilidad al estudio de los efectos de las terapias sobre la población resulta particularmente evidente cuando en el propio texto presenta las características del debate sobre el concepto de probabilidad que había enfrentado a los matemáticos Jean Baptiste Le Rond D'Alembert (1717-1783) y Daniel Bernoulli (1700-1782), así como las implicaciones que las diferentes concepciones tendrían en el cálculo e interpretación de las probabilidades de contraer fatalmente la enfermedad.<sup>10</sup>

Sin ninguna duda, la vehemencia con la que O'Scanlan defendía los mencionados argumentos en los debates sobre la importancia de las intervenciones en salud pública tenían que ver con las implicaciones políticas y económicas

---

y Parrilla Hermida (1980), mientras que más recientemente trabajos como Duro Torrijos (2014), Tuells (2014) o White (2016, 2020) han contribuido a un mayor conocimiento de su producción y científica y, en general, a contextualizar mejor su figura dentro del panorama de la ciencia española del XVIII.

<sup>10</sup> Con respecto al debate entre D'Alembert y Bernoulli sobre la naturaleza de la probabilidad y sus aplicaciones, véase Bacaër (2011) y Colombo y Diamanti (2015).

que para la prosperidad de la nación podía tener el crecimiento o decrecimiento de la población. Ello no resulta sorprendente si consideramos la tradición de pensamiento poblacionista en España. Desde esta perspectiva, conviene remarcar algunos aspectos de la evolución de dicho pensamiento en nuestro país durante los siglos inmediatamente anteriores. Como ha señalado Martín Rodríguez (1984), la preocupación por la despoblación en España se inicia a partir del estancamiento demográfico que tuvo lugar durante la Edad Moderna. El creciente interés por el tema se mantuvo constante durante el siglo XVII en forma de continuas publicaciones que contribuyeron a modular la imagen de un país despoblado, si bien en la mayoría de los casos no disponían de una información estadística lo suficientemente sólida como para sostener sus afirmaciones. Sin embargo, no sería hasta bien entrado el siglo XVIII cuando comenzarán a aparecer descripciones de la población basadas en fuentes fidedignas de información estadística, como los sucesivos Censos que se llevaron a cabo durante la segunda mitad de siglo.<sup>11</sup> De manera más determinante, las nuevas voces que trataron el tema de la despoblación lo hicieron desde una óptica que incluía un componente económico mucho más marcado, al relacionar las cifras de habitantes con su capacidad para ejercer una actividad económica y, por ende, promover la prosperidad de la nación en su conjunto (Martín Rodríguez, 1984: 63).

Si bien O'Scanlan había incidido en sus escritos en la importancia que para la prosperidad de la nación tenía el crecimiento de la población y, por tanto, la difusión de técnicas profilácticas para evitar enfermedades, no dedicó obras específicas al tema ni podemos decir que fuera autor de contenidos económicos como tales. Sin embargo, su magisterio desde Ferrol pudo haber influido en la trayectoria científica de un autor cuyas contribuciones se encuentran, precisamente, en el nexo de unión entre la medicina, la química y la economía política. Se trata de Juan Smith Sinnot (1757-1809), militar también de origen irlandés, cuyo contexto familiar pudo haber redundado en un contacto estrecho con la Corte, lo que le habría puesto en condiciones para acceder a determinados círculos. Juan Smith era sobrino carnal de Pedro Sinnot, uno de los intelectuales y funcionarios del «grupo irlandés» del entorno de Ricardo Wall en sus años como Secretario de Estado (1754-1763) (Téllez Alarcía, 2003). Como se desprende de las disposiciones notariales del legado de Sinnot, parte de la herencia fue asignada a un sobrino llamado «Juan Sinnot, sacristán de Fragata de la Marina Española». Tal figura no existía en la Armada, pero guarda gran parecido fonético con el empleo de «capitán de fragata», que efectivamente detentaba Juan Smith y Sinnot en el año del fallecimiento de su tío, según consta en su hoja

---

<sup>11</sup> Para una descripción general sobre los mencionados Censos, sus principales innovaciones, aportaciones e inconvenientes, véase Juan Vidal (1998:134-139) y Eiras Roel (1990).

de servicios (Sánchez Carrión, 2010). Es probable que quien redactó el legado no conociera el primer apellido del sobrino y le otorgara como primero el de su tío fallecido. La omisión del apellido «Smith» en el legado puede haber sido la causa de que hasta ahora no se haya relacionado a Juan Smith con Pedro Sinnot. Así, Juan Smith, auspiciado por los contactos de su tío, se encontraba en una relativamente buena posición en su carrera militar.

La siguiente noticia de Juan Smith procede de un informe de Francisco Gautier, a finales de 1773, sobre la situación y los alumnos de la recién creada Academia de Ingenieros de Marina en El Ferrol (Sánchez Carrión, 2010). Se indica que el joven «ha principiado la Geometría», pero no se recoge su graduación. Siguió su formación en la Academia Militar de Barcelona y volvió a Ferrol para examinarse de Ordenanza. Siendo agregado a ingeniero de Marina, en 1776 ascendió a ayudante de ingeniero y alférez de fragata. Una posterior relación de ingenieros agregados lo describe «muy adelantado en las matemáticas y según su actual talento me parece saldrá un buen ingeniero». Según Sánchez Carrión (2010), ascendió a ingeniero ordinario y teniente de navío en 1782; a ingeniero en 2º y capitán de fragata en 1787; a ingeniero en jefe y capitán de navío en 1792 y, por último, a brigadier en 1793. De este modo, podemos inferir que Smith pasó en Ferrol buena parte de las décadas de 1770 y 1780, precisamente el lugar desde el que Timoteo O'Scanlan llevó a cabo su actividad de promoción de la técnica inculadora.

Tras numerosos ascensos en rangos militares, Juan Smith fue nombrado director de las obras de ampliación del puerto de Tarragona en 1799 y, a partir de entonces, desempeñaría importantes funciones en la vida pública de la ciudad (Adserà, 1993; Camós, 2018). Se preocupó por las condiciones de vida de los trabajadores portuarios, como demuestran sus escritos sobre la elaboración de la sopa a la Rumford (Adserà, 1993). En 1801, transcurridos quince años de la traducción de Buchan por Pedro Sinnot, Juan Smith publicará los *Progresos de la Vacina en Tarragona*, una obra pionera sobre la vacunación en España (Riera y Rigau-Pérez, 1992). La estrecha relación entre Pedro Sinnot y su sobrino se evidencia en sus intereses comunes. Sinnot había sido un destacado traductor. Son conocidos los avatares de su traducción del *Diccionario Universal de Artes y Ciencias* de John Barrow entre los censores de la Real Academia de la Historia. Esta obra, que nunca llegó a publicarse,<sup>12</sup> era una respuesta a la *Cyclopædia* de Ephraim Chambers, fuente de inspiración de la *Encyclopédie* de Didérot y D'Alembert. La malograda traducción fue, con todo, el primer intento de traducción de un diccionario, sin duda dentro del proyecto arandista de traducciones

---

<sup>12</sup> Véase Marqués de Laurencín (1926) o Velasco Moreno (2000).

que se vio, como ocurrió con otros proyectos, interrumpido con la llegada de Floridablanca.

Sinnot consiguió, no obstante, publicar en 1785 otra traducción de contenido aparentemente menos controvertido que el diccionario de Barrow: la de la *Medicina Doméstica* del escocés William Buchan (1729-1805). Como señala Lawrence (1975), el objetivo divulgativo de Buchan era «abrir la Medicina a la humanidad», enfatizando en el estudio de la prevención de las infecciones e insistiendo en las medidas de higiene básica. Buchan estudió la enfermedad de la viruela y la inoculación, cuestión central en el debate sobre la democratización de las prácticas médicas en el siglo XVIII (Miller, 1957). Es llamativo que Juan Smith retomase uno de los temas que más interesaron a su tío como era la transmisión de las enfermedades infecciosas y, especialmente, el estudio de la viruela y los procedimientos para prevenirla. Smith describía la enfermedad de la viruela, los tratamientos hasta entonces aplicados, la propagación de la vacuna en la ciudad de Tarragona, las instrucciones para su inoculación, así como sus principales ventajas. Para Smith, el Estado se beneficiaría de una mayor población por la reducción de la mortalidad: «La felicidad común —concluía— es la única recompensa a que aspiro».<sup>13</sup> También sorprende que ni el tío ni su sobrino contasen con una formación médica específica.

Para comprender el cambio en los intereses intelectuales de Juan Smith, alternando su foco de atención entre temas aparentemente dispares como la medicina y la economía política, se hace necesario ahondar en la naturaleza de la relación entre ambas disciplinas y, especialmente, en las posiciones metodológicas que pudieron favorecer su interconexión por parte de intelectuales de este período. En este punto, conviene no olvidar la importancia que las necesidades materiales derivadas de la gestión cotidiana del hogar tuvieron en el desarrollo de la práctica química a través de la experimentación doméstica (Werrett, 2018). Otra línea de investigación, ya explorada por Argemí y Bolado (2005) o Le Roux (2011), se ha centrado en la figura de intelectuales como Jean-Baptiste Chaptal y la relación entre su formación científica como químico, sus ideas económicas y su papel como gestor político en el contexto de la expansión industrial en Francia. En este sentido, los autores aciertan trazando los principales paralelismos entre el pensamiento químico de Lavoisier y los planteamientos de Chaptal sobre la realidad económica y, especialmente, la creencia en la existencia de leyes naturales que regían no solo el mundo físico, sino también el orden moral. Es también el caso del alemán Johann Heinrich Gottlob von Justi, que concibió la química como una faceta más de la *Polizeiwissenschaft* al servicio de las ideas cameralistas para el gobierno de los territorios y el mantenimiento del orden, en el sentido

---

<sup>13</sup> Biblioteca Nacional de Catalunya (BNC), Tor. 937/6-12°.

de que la química estaba en la base de muchas de las innovaciones tecnológicas que tenían potencial para transformar la sociedad de la época (Wakefield, 1999). Como demuestra Argemí (2004), esta visión integradora es también uno de los puntos de partida del padre del pensamiento fisiócrata, François Quesnay (1694-1774), que habría transmitido a algunos de sus colaboradores más cercanos, como el químico Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794).

Si nos centramos en España, esta parece ser la base de la agenda investigadora no solo de Chaptal sino de un grupo de estudiosos más amplio y heterogéneo entre los que se encontraría Juan Smith Sinnot. Tanto es así que en 1797 Juan Smith traduce la obra de Lavoisier *Premier mémoire sur la transpiration des animaux* (1790) bajo el título *Disertacion chímica sobre la respiracion y transpiracion* (Lavoisier 1797 [1790]).<sup>14</sup> Es posible que la aparente falta de relación de este título con la economía política haya sido la causa de su desatención por parte de los historiadores. Sin embargo, al considerar cuidadosamente algunas de las extrapolaciones de conceptos del orden natural al orden social llevadas a cabo por Lavoisier, la traducción de esta obra por parte de Juan Smith cobra sentido. Como apunta Argemí (2004), el paralelismo trazado por Lavoisier entre los excedentes en el esquema fisiócrata y en la respiración animal y vegetal contribuyó a «dar contenido empírico a las ideas fisiócratas», pero desde un origen teórico completamente distinto, el de la ciencia natural. Conviene no olvidar en este punto la importancia que para los fisiócratas tenía la trasposición trazada inicialmente por Quesnay entre la circulación de la sangre y la circulación del «cuerpo social», que Lavoisier interiorizó sin demasiadas reservas junto con buena parte de los planteamientos de la escuela, especialmente aquellos referidos a la eliminación de los obstáculos a la libertad de funcionamiento del sistema (Poirier, 1993). La presentación de tal paralelismo entre economía y ciencia natural no debe entenderse manera aislada, pues existieron otros similares como el de Carlos Linneo (1707-1787), quien consideraba que la actividad humana estaba inextricablemente unida a la naturaleza en lo que constituía un «sistema de intercambios entre animales, plantas, minerales y la atmósfera» (Schabas, 2006: 41). No debe extrañarnos, por tanto, que Juan Smith tradujera también *De l'économie politique moderne. Discours fundamental sur la population* (Sánchez Hormigo, 2018; Camós, 2018), obra del economista suizo Jean Herrenschand (1728-1812) de claro corte poblacionista. Es muy probable que el interés por los planteamientos surgidos de las ideas fisiócratas desarrollados por Lavoisier mo-

---

<sup>14</sup> Al referirse a esta obra, Argemí y Bolado (2005) emplean la traducción española elaborada en 1929 por Juan Pablo d'Ors, publicada en la colección *Cuadernos de Ciencia y de la Cultura* de la Editorial La Lectura, codirigida por Eugenio d'Ors y Gregorio Marañón (Martínez Carrasco 2013), soslayando sin embargo la existencia de la traducción de Juan Smith.

tivara la traducción de esta obra por Juan Smith (1800), así como la publicación de los *Progresos de la Vacina* en 1801. Desde esta perspectiva metodológica, la ciencia natural y la ciencia social –la economía política– eran vasos comunicantes y la investigación en alguna de ellas repercutía necesariamente en la otra. No cabe duda de que los ambientes intelectuales en los que Juan Smith se movía durante los años del cambio de siglo también contribuyeron a que sus perspectivas sobre la relación entre ambas disciplinas se asentaran y fructificaran.

## Conclusiones

El tratamiento de temas económicos en la España ilustrada no se circunscribió a autores cuyo interés principal estaba en la propia economía política. Un buen número de especialistas en otras disciplinas científicas también teorizaron y realizaron propuestas aplicadas al análisis del comportamiento de lo social y, más específicamente, a problemas propios de la economía política. Atendiendo a los antecedentes de la literatura, podría parecer que los puntos de contacto entre ciencia y economía política se limitaban al uso de las matemáticas para el tratamiento de asuntos relacionados con la economía política, como en el caso extensamente estudiado de Juan López de Peñalver. Sin embargo, los puntos de contacto con la economía política no se circunscribieron a un solo campo científico, sino que variaron enormemente atendiendo a las perspectivas aplicadas que proveían los progresivos hallazgos en las diferentes disciplinas. Uno de los ámbitos más importantes en los que se produjo este contacto fue el uso de dichos resultados para el fomento de los planteamientos poblacionistas y su papel en el crecimiento y la prosperidad de las naciones, una preocupación compartida desde distintas parcelas del saber.

En agricultura, la introducción del regadío como forma de extender los cultivos estaba inextricablemente unida a los desarrollos científicos ligados a la ingeniería y a la propia agronomía. Específicamente, la introducción del regadío requería un profundo conocimiento de la naturaleza de la relación entre el agua y las distintas especies, así como el comportamiento de las plantas ante distintos suelos y abonos. Desde el punto de vista de la ingeniería, se hacía necesario el uso de los conocimientos físicos aplicados a la gestión del agua para su traslado eficiente teniendo en cuenta las condiciones del clima y los diferentes territorios. Todos estos elementos se combinaban, en los escritos estudiados aquí, con observaciones acerca de los incentivos para promover el regadío. De ese modo, se planteaban cuestiones que afectaban directamente a la economía política como los derechos de propiedad sobre los recursos hídricos, los factores que determinaban la rentabilidad de las inversiones en obras de riego o las opciones productivas

más acordes con el uso agrario del agua. Por otra parte, los escritores analizados incorporaban al saber ilustrado prácticas que los agricultores realizaban en las huertas más antiguas y conocimientos empíricos que se derivaban de esa tradición agrícola. Al hacerlo, situaban estas prácticas y esos conocimientos en relación con los hallazgos que diferentes ciencias estaban realizando por varias vías. Estos hallazgos tendían a llenar de contenido las políticas de la Monarquía en cuanto a fomento de la población y la economía, especialmente en lo que concernía a la política hidráulica, formulada durante la segunda mitad del siglo XVIII.

Por su parte, en medicina, la preocupación por comprender mejor los mecanismos biológicos que se encontraban detrás de las enfermedades infecciosas, en tanto que aspecto fundamental para el correcto desarrollo de una nación, dio lugar a avances científicos como la inoculación, cuyo objetivo era reducir las enfermedades infecciosas y, con ellas, la elevada mortalidad que la mayoría de ellas llevaba aparejada. Desde este punto de vista, las disciplinas científicas permitían la observación y la evaluación de la naturaleza, de modo que fuera posible gestionar sus componentes de forma eficiente con el fin de que pudiera ser útil para la felicidad de los pueblos en cualquiera de los aspectos que a ella pudieran contribuir, bien fuera maximizando la población y el bienestar o reduciendo los riesgos o amenazas que desde la naturaleza se pudieran producir. Se trataba de aportaciones en los márgenes de lo que se estaba configurando como «una ciencia con principios fijos y demostrables» (Sánchez-Blanco, 2007: 231), pero que ofrecían temáticas, puntos de vista y descubrimientos sobre la naturaleza que estaban estrechamente relacionados con los mecanismos que la economía política aspiraba a definir con precisión.

## Bibliografía

- ABBRI, Ferdinando (1984), *Le terre, l'acqua, le arie. La rivoluzione chimica del Settecento*, Bologna, Il Mulino.
- ADSERÀ MARTORELL, Josep (1993), *Joan Smith i Sinnot: director del port modern de Tarragona (1800-1809)*, Tarragona, Autoritat Portuària de Tarragona.
- ALBEROLA ROMÀ, Armando (2014), *Los cambios climáticos. La pequeña edad del hielo en España*, Madrid, Cátedra.
- (2015), «Propiedad, control y gestión del agua en regadíos deficitarios del sureste español: la huerta de Alicante durante la Edad Moderna», *Minius*, 23, págs. 7-40.
- ARANDA HUETE, Amelia María (1996), «La joyería en la Corte durante el reinado de Felipe V e Isabel de Farnesio», Tesis doctoral, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid.

- ARGEMÍ, Lluís (1993), *La revolución agrícola en España*, Madrid, Akal.
- (2002), «Agriculture, Agronomy, and Political Economy: Some Missing Links», *History of Political Economy*, vol. 34, n.º 2, págs. 449-478.
- (2004), «La fisiocràcia i la seva continuació», *Manuscripts*, vol. 22, págs. 45-58.
- ARGEMÍ, Lluís y Elsa BOLADO (2005), «Jean Antoine Chaptal: from chemistry to political economy», *European Journal of the History of Economic Thought*, vol. 12, n.º 2, págs. 215-39.
- ARIAS DE SAAVEDRA ALÍAS, Inmaculada (2000), «Irlandeses en la alta administración española del siglo XVIII», en M<sup>a</sup> Begoña Villar García (coord.), *La emigración irlandesa en el siglo XVIII*, Málaga, Universidad de Málaga.
- BACAËR, Nicolas (2011), *A Short History of Mathematical Population Dynamics*, London, Springer.
- BENNETT, M. (2020), *War Against Smallpox: Edward Jenner and the Global Spread of Vaccination*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BERNAT, Pasqual (2008), *Ciència, tècnica i agricultura a la Catalunya de la Il·lustració (1766-1821)*, Girona, Diputació de Girona-Centre de Recerca d'Història Rural.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón y GARCÍA BELMAR, Antonio (2006), *La revolución química: entre la historia y la memoria*, València, Publicacions de la Universitat de València.
- CALATAYUD, Salvador (2012), «El Estado en los campos. La regulación del cultivo del arroz en la España del siglo XIX», *Investigaciones de Historia Económica*, vol. 8, n.º 1, págs. 41-51.
- (2022), «Intervencionismo hidráulico. La gestación del papel del Estado en la promoción del regadío», en Salvador Calatayud, Jesús Millán y M<sup>a</sup> Cruz Romeo (eds.), *Reformas antes del reformismo. Estado y sociedad de elites en la España contemporánea*, Granada, Comares, págs. 239-271.
- CALATAYUD, Salvador, MILLÁN, Jesús y ROMEO, M<sup>a</sup> Cruz (2023), «Agrarian Development and State Building in Spain. The Contest for Irrigation in the Valencian Region, 1770–1860», *Rural History*, 34, 1, págs. 39-54.
- CAMÓS, Agustí (2018), «Juan Smith Sinnot y Antoni de Martí i Franquès en la vacunación de Tarragona del año 1801», *Asclepio*, vol. 70, n.º 1, pág. 209.
- CAPEL, Horacio (1982), *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*, Barcelona, Oikos-tau.
- (1997), «Los ingenieros militares y los canales en España y América durante el Setecientos», *Biblio 3W. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, vol. 35 [en línea]

- (2002), «El Discurso político sobre el regadío del ingeniero militar Fernando de Ulloa, 1767», *Biblio 3W. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, vol. 348, [en línea].
- CASAS TORRES, José Manuel (1947), «Prólogo», en Ignacio de Asso, *Historia de la economía política de Aragón*, Zaragoza, CSIC.
- CERVERA FERRI, Pablo (2003), *El pensamiento económico de la Ilustración valenciana*, Valencia, Biblioteca Valenciana.
- COLMEIRO, Manuel (1965,[1863]), *Historia de la economía política en España*, Madrid, Taurus, vol. 2.
- COLOMBO, Camilla y Mirko DIAMANTI (2015), «The smallpox vaccine: the dispute between Bernoulli and d'Alembert and the calculus of probabilities», *Lettera Matematica*, vol. 2, págs. 185-192.
- DELGADO Y ORELLANA, José Antonio (1985), *Catálogo de pruebas de nobleza del real colegio de San Telmo de Sevilla*, Madrid, Hidalguía.
- DURO TORRIJOS, José Luis (2014), *Los inicios de la lucha contra la viruela en España. Técnica e ideología durante la transición de la inoculación a la vacuna (1750-1808)*, Tesis doctoral, Alicante, Universidad de Alicante.
- ESTAPÉ, Fabián (1971), *Ensayos sobre historia del pensamiento económico*, Barcelona, Ariel.
- EIRAS ROEL, A. (1990), «Problemas demográficos del siglo XVIII español», *Sémata*, n.º 3, págs. 9-30.
- EVERED, Kyle T. y Emine Ö. EVERED (2016), «A conquest of rice: agricultural expansion, impoverishment, and Malaria in Turkey», *Historia Agraria*, n.º 68, págs. 103- 136.
- FACCINI, Luigi (1976), *Uomini e lavoro in risaia. Il dibattito sulla risicoltura nell'700 e nell'800*, Milán, Franco Angelli.
- FAUS PRIETO, Alfredo (1995), *Mapistes. Cartografia i agrimensura a la València del segle XVIII*, Valencia, Edicions Alfons el Magnànim.
- FRESSOZ, Jean-Baptiste (2012), *L'apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris, Seuil.
- GARCÍA BELMAR, Antonio y José Ramón BERTOMEU SÁNCHEZ (2001), «Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822), los libros de texto y los nuevos públicos de la química en el último tercio del siglo XVIII», *Dynamis*, n.º 21, págs. 351-374.
- GARCÍA CANO, M<sup>a</sup> Isabel (2020), *Ideas, leyes y economía en las Nuevas Poblaciones Carolinas. Fuente Palmera, Fuente Carreteros y Ochavillo del Río (1767-1872)*, Córdoba, Universidad de Córdoba.
- GARCÍA MONERRIS, Carmen (1997), «Las Observaciones de Cavanilles en tiempos de política», *Cuadernos de Geografía*, n.º 62, págs. 671-691.

- GARRIDO, Samuel (2011), «Governing scarcity. Water markets, equity and efficiency in pre-1950s Eastern Spain», *International Journal of the Commons*, vol. 5, n.º 2, págs. 513-534.
- GIL OLCINA, Antonio (1992), «Las políticas hidráulicas del reformismo ilustrado», en Antonio Gil Olcina y Alfredo Morales Gil (eds.), *Hitos históricos de los regadíos españoles*, Madrid, Ministerio de Agricultura, pp. 143-181.
- (1993), *La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico*, Alicante, Universidad de Alicante.
- GIMÉNEZ FONT, Pablo (2008), *Las transformaciones del paisaje valenciano en el siglo XVIII. Una perspectiva geográfica*, Valencia, Institución Alfons el Magnànim.
- GONZÁLEZ DE CANALES Y LÓPEZ-OBREIRO, Fernando y Manuel GONZÁLEZ DE CANALES Y MOYANO (2009), «Tres siglos de empleos y divisas en el cuerpo general de la armada española (1714-2000) (II): empleos de los oficiales particulares», *Revista General de Marina*, vol. 256, n.º 5, págs. 627-634.
- GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio (1990), «La ingeniería hidráulica durante la Ilustración», en Joaquín Fernández Pérez e Ignacio González Tascón (eds.), *Ciencia, técnica y Estado en la España ilustrada*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, págs. 481-498.
- GUAGNINI, Anna (2004), «Technology», en Walter Rüegg (ed.), *A History of the University in Europe, volume III: Universities in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HALM, Christopher (2020), «Enquiries of *Plaster of Paris*: a material history of early agrochemical knowledge in the United States of America, 1785-1812», *Annals of Science*, vol 77, n.º 2, págs. 169-188.
- JIMÉNEZ PRIEGO, Teresa (2001), «Agustín Dufflos: Joyero del Rey de España», *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII (Historia del Arte)*, n.º 14, págs. 113-145.
- JOANAZ DE MELO, Cristina D. (2010), *Contra cheias e tempestades: Consciência do território, debate parlamentar e políticas de águas e de florestas em Portugal, 1852-1886*, Florencia, European University Institute.
- JONES, Peter M. (2016), *Agricultural Enlightenment: Knowledge, Technology, and Nature, 1750-1840*, Oxford, Oxford University Press.
- JOVELLANOS, Gaspar M. de (1795), «Informe de Ley Agraria», en *Obras Completas*, vol. X *Escritos económicos*, Oviedo, KRK Ediciones y Ayuntamiento de Gijón, págs. 693-824.
- JUAN VIDAL, José (1998), «La población urbana en la España del siglo XVIII», en Pere Molas Ribalta, Alfredo Alvar Ezquerria y José Manuel de Bernardo Ares (coords.), *Espacios urbanos, mundos ciudadanos: España y Holanda (ss. XVI-XVIII): Actas del VI Coloquio Hispano-Holandés de Historiadores celebrado en*

- Barcelona en Noviembre de 1995*, Córdoba, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- LAURENCÍN, Marqués de (1926), *Don Agustín de Montiano y Luyando, primer director de la Real Academia de la Historia: noticias y documentos*, Madrid, Real Academia de la Historia.
- LAWRENCE, C. J. (1975), «William Buchan: medicine laid open», *Medical History*, vol. 19, n.º 1, págs. 20-35.
- LE ROUX, T. (2011), *Le laboratoire des pollutions industrielles. Paris, 1770-1830*, París, Albin Michel.
- LOGAN, P. L. (1964), «The Inoculation of Smallpox—Dr. Timoteo O’Scanlan (1726-1800?)», *Journal of the Irish Medical Association*, n.º 54, págs. 53-61.
- LLOPIS AGELÁN, Enrique, José UBALDO BERNARDOS SANZ y Ángel Luis VELASCO SÁNCHEZ (2015), «¿Pasó de largo por la España interior la primera fase de la transición demográfica? La mortalidad en Ávila y Guadalajara, 1700-1895», *Investigaciones de Historia Económica*, vol. 11, págs. 19-31.
- LLUCH, Ernest (1992), «Juan López de Peñalver en los orígenes de la economía matemática», en Juan López de Peñalver, *Escritos de López de Peñalver*, Madrid, Antonio Bosch-Instituto de Estudios Fiscales.
- (1999), «Juan López de Peñalver, un economista», en Enrique Fuentes Quintana (dir.), *Economía y economistas españoles (vol. 4: La economía clásica)*, Barcelona, Galaxia Gutenberg-Círculo de Lectores, págs. 441-446.
- MARTÍN RODRÍGUEZ, M. (1984), *Pensamiento económico español sobre la población: de Soto a Matanegui*. Madrid, Pirámide.
- MARTÍNEZ CARRASCO, Alejandro (2013), *D’Ors y Ortega frente a frente*, Madrid, Dykinson.
- MATEU, Enric (1987), *Arroz y paludismo. Riqueza y conflictos en la sociedad valenciana del siglo XVIII*, València, Edicions Alfons el Magnànim.
- MATOSÉS, Rafael (1987), «Bases del modern sistema de reg a Sueca: les provatures i les realitzacions del segle XVIII», *Quaderns de Sueca*, vol. IX, págs. 25-38.
- MEIJIDE PARDO, Antonio (1991), «Tentativas para promover la industria del jabón en la Galicia setecentista», *Cuadernos de Estudios Gallegos*, vol. 39, n.º 104, págs. 113-130.
- MILLER, Genevieve (1957), *The adoption of inoculation for smallpox in England and France*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- O’SCANLAN, T. (1784), *Practica moderna de la inoculacion, con varias observaciones y reflexiones fundadas en ella, precedidas de un discurso sobre la utilidad de esta operacion y un compendio historico de su origen y de su estado actual, particularmente en España, con un catalogo de algunos inoculados*, Madrid, Imprenta de Hilario Santos.

- PARRILLA HERMIDA, Miguel (1980), «Biografía del doctor Timoteo O'Scalan (1726-1800)», *Asclepio*, 32, págs. 287-293.
- PEIRÓ, Antonio (1988), *Regadío, transformaciones económicas y capitalismo (La tierra en Zaragoza, 1766-1849)*, Zaragoza, Diputación General de Aragón.
- (1998), *Ignacio de Asso y la Historia de la economía política de Aragón*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico.
- PÉREZ MOREDA, Vicente (2020), «Hacia un marco analítico de las consecuencias demográficas y económicas de las epidemias», *Investigaciones de Historia Económica*, vol. 16, n.º 4, págs. 3-9.
- PÉREZ SARRIÓN, Guillermo (1984), *Agua, agricultura y sociedad en el siglo XVIII. El Canal Imperial de Aragón, 1766-1808*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico.
- (1996), «Política hidráulica y capital financiero en la España ilustrada», en Guillermo Pérez Sarrión y Guillermo Redondo Veintemillas (dirs.), *Los tiempos dorados. Estudios sobre Ramón Pignatelli y la Ilustración*, Zaragoza, Gobierno de Aragón, págs. 226-299.
- PERIS ALBENTOSA, Tomás (1992), *Regadío, producción y poder en la Ribera del Xúquer. La Acequia Real de Alzira, 1258-1847*, Valencia, Generalitat Valenciana.
- PICÓN, Antoine (1998), «Arquitectos e ingenieros», en Ferrone, Vincenzo y Daniel Roche (eds.), *Diccionario histórico de la Ilustración*, Madrid, Alianza, págs. 170-175.
- POIRIER, Jean-Pierre (1993), *Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794)*, Paris, Pygmalion.
- RIGAU PÉREZ, José G. y Manuel RIERA BLANCO (1992), «Los primitivos de la vacuna en Tarragona y el ingeniero de marina Don Juan Smith», *Gimbernat*, vol. 17, págs. 289-303.
- ROBERTS, Lissa L. y WERRETT, Simon (eds.) (2018), *Compound Histories. Materials, Governance and Production, 1760-1840*, Leiden y Boston, Brill.
- ROSADO, Luis M. (2010), «La desamortización y enajenación del dominio de Sueca a finales del antiguo régimen: la presencia de Godoy como duque y señor de Sueca», *Revista de Historia Moderna*, n.º 28, págs. 147-166.
- ROSSER MATTHEWS, J. (2021), *Quantification and the Quest for Medical Certainty*, Princeton, Princeton University Press.
- RUMEU DE ARMAS, Antonio (1980), *Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de caminos y canales*, Madrid, Turner.
- SAMBRICIO, Carlos (1986), «La lógica de los canales en la cultura de la Razón», en *El Canal de Castilla* (catálogo), Valladolid, Junta de Castilla y León, págs. 39-58.

- SÁNCHEZ-BLANCO, Francisco (2007), *La Ilustración goyesca. La cultura en España durante el reinado de Carlos IV (1788-1808)*, Madrid, Centro de Estudios Políticos y Constitucionales.
- SÁNCHEZ CARRIÓN, José María (2010), *Los ingenieros de la marina motores de la renovación y la tecnificación de la construcción naval española (1770-1827): su organización, academia y realizaciones*, tesis doctoral, E.T.S.I. Navales, Universidad Politécnica de Madrid.
- SÁNCHEZ HORMIGO, Alfonso (2018), «Adam Smith and the Neophysiocrats: War of Ideas in Spain (1800-4)», en Marcella Corsi, J. A. Kregel y Carlo d'Ippoliti (eds.) *Classical Economics Today. Essays in Honor of Alessandro Roncaglia*, Londres, Anthem Press, págs. 223-242.
- SCHABAS, Margaret (2006), *The Natural Origins of Economics*, Chicago, University of Chicago Press.
- SIGAUT, François (1998), «Entre pratiques raisonnées et science efficace: l'âge des doctrines en agronomie», en Marie- Claire Amouretti y François Sigaut (dirs.), *Traditions agronomiques européennes. Élaboration et transmission depuis l'Antiquité*, Paris, C.T.H.S, págs. 197-221.
- SUNYER, Pere (1996), *La configuración de la Ciencia del suelo en España (1750-1950)*, Madrid, Ministerio de Agricultura y Doce Calles.
- TEDDE DE LORCA, Pedro (1988), *El Banco de San Carlos (1782-1829)*, Madrid, Alianza y Banco de España.
- (2000), «Comercio, dinero y banca en los escritos de Cabarrús», en Enrique Fuentes Quintana (dir.), *Economía y economistas españoles. (Vol. 3: La Ilustración)*, Barcelona, Galaxia Gutenberg, págs. 487-528.
- TÉLLEZ ALARCIA, Diego (2003), «El 'grupo irlandés' bajo el ministerio Wall (1754-63)», en María Begoña Villar García y Pilar Pezzi Cristóbal (dirs.), *Los extranjeros en la España moderna: Actas del I Coloquio Internacional*, Málaga, Ministerio de Ciencia e Innovación, págs. 737-750.
- TUELLS, José (2014), «Sobre la utilidad, seguridad y suavidad de la inoculación (1779). Discurso de Timoteo O'Scanlan (1726-1795) en la Real Academia de Medicina», *Vacunas*, vol. 15, n.ºs 1-2, págs. 63-68.
- USOZ OTAL, Javier (2000), «El pensamiento económico de la Ilustración aragonesa», en Enrique Fuentes Quintana (dir.), *Economía y economistas españoles. (Vol. 3 La Ilustración)*, Barcelona, Galaxia Gutenberg, págs. 583-606.
- VELASCO MORENO, Eva (2000), «Pedro Sinnot: la obra intelectual de un clérigo irlandés en España», en María Begoña Villar García (coord.), *La emigración irlandesa en el siglo XVIII*, Málaga, Universidad de Málaga.

- VÉRIN, Hélène (1993), *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du xvie au xviii siècle*, Paris, Albin Michel.
- VILLAS TINOCO, S. (2007), «Juan López de Peñalver, un malagueño casi desconocido», *Péndulo*, n.º 18, págs. 86-99.
- WAKEFIELD, R. A. (2000), «Police Chemistry», *Science in Context*, 12(3), págs. 231-267.
- WERRETT, Simon (2018), «Household Oeconomy and Chemical Enquiry», en Lissa L. Roberts, y Simon Werret (eds.), *Compound Histories: Materials, Governance and Production, 1760-1840*, Leiden, Brill, págs. 35-56.
- WHITE HAYES, Michael Cristopher (2016), «La figura de Timoteo O'Scanlan: una revisión», *Cuadernos dieciochistas*, n.º 17, págs. 275-296.
- WOLLOCH, Nathaniel (2017), *Nature in the History of Economic Thought. How natural resources became an economic concept*, Londres, Routledge.
- ZYLBERBERG, Michel (1979), «François Cabarrús, agriculteur éclairé, ou un banquier aux champs», *Mélanges de la Casa de Velázquez*, vol. 15, págs. 415-450.
- (1993), *Une si douce domination. Les milieux d'affaires français et l'Espagne vers 1780-1808*, Paris, Comité pour l'histoire économique et financière de la France.