

REVOLUCIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓXICA E ENERXÉTICA: A INFLUENZA SOBRE O PENSAMENTO ECONÓMICO DOS SÉCULOS XVI E XVII ¹

SINCLAIR MALLET GUY GUERRA* / GUSTAVO DE CONTI MACEDO**

TANIA MARÍA DE CASTRO CARVALHO NETO*** ²

*Instituto de Electrotécnica e Enerxía

Universidade de São Paulo (USP)

**Departamento de Enerxía

Facultade de Enxeñería Mecánica

Universidade de Campinas (UNICAMP)

***Centro de Ciencias Sociais

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Recibido: 28 de xullo de 2004

Aceptado: 25 de maio de 2005

Resumo: Este traballo sitúa algúns dos escritos económicos dos séculos XVI e XVII no contexto das revolucións científicas e tecnolóxicas dese período e precedentes, fase de transición do feudalismo ao capitalismo. Tamén discute o cambio do centro de atención dos autores, xa que de asuntos teolóxicos, lóxicos e éticos pásase a tratar as " cousas prácticas da vida", tal e como ocorreu nos dous séculos estudados. Para iso dásele relevancia ao traballo de William Petty. Continúa discutindo o progreso na apropiación de sistemas enerxéticos e como este feito transformou a realidade feudal dirixíndoa cara a unha economía mercantilista, alterando tamén as preocupacións dos letrados en relación coas cuestións sociais, inducíndoos a percibir o comercio internacional como un dos factores que explicarían o enriquecemento dun Estado. Finalmente, o pensamento económico do período foi analizado polo miúdo procurando resaltar nos escritos a influencia dos sistemas enerxéticos e da tecnoloxía, así como a visión sobre estes temas dos autores ou das escolas de pensamento.

Palabras clave: Avance científico e tecnolóxico / Economía mercantilista / Pensamento económico / William Petty / Enerxía.

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND ENERGY REVOLUTION: THE PRECEPTS OF THE ECONOMY THINKING OF THE XVI AND XVII CENTURIES

Abstract: This work places some of the economic writings of the XVI and XVII centuries in the context of the technological and scientific revolutions of the period and those preceding it, the transition phase from feudalism into capitalism. It also discusses the change in focus by the authors, from theological, logical and ethic subjects to the "basic facts of life", as occurred in the centuries studied. For this, relevance is given to William Petty's work. It goes on to discuss the progress in the adequacy of energy systems and how this transforms the feudal reality into the guidelines of a mercantilist economy, also altering the concerns of the knowledgeable into social issues, leading them to acknowledge international trade as one of the factors explaining the enrichment of a Nation. Finally, the economic thinking of the period is broken down, aiming to stress the influence of the energy systems and of technology on the writings, as well as the authors' view or that of the academy on those issues.

Keywords: Scientific and technological improvement / Mercantilist economy / Economic thinking / William Petty / Energy.

¹ Trátase da primeira parte de tres estudos que os autores están elaborando e cuxo fin é relacionar o pensamento económico e as transformacións científicas e tecnolóxicas que contribuíron á adecuación e uso das novas fontes e formas enerxéticas que tiveron lugar nos períodos comprendidos polos séculos XVI/VXII, XVII/primeira metade do XIX e, finalmente, segunda metade do XIX/XX.

² Os autores agradécenlles aos dous avaliadores anónimos as súas contribucións crítico-analíticas. Tamén agradecen os comentarios realizados polo profesor doutor César Honorato da UERJ.

1. INTRODUCCIÓN

A revolución científica que tivo lugar na Europa dos séculos XVI e XVII estivo motivada por un ideal de ruptura coa rixidez institucional da Idade Media. Por un lado, o monopolio intelectual e o universalismo cultural da Igrexa católica e, por outro, o particularismo lexislativo dos feudos foron desmontados coa lenta introdución de tecnoloxías enerxeticamente máis eficientes. Estas empezaron a substituír máquinas movidas por enerxía humana e animal por outras movidas por auga, vento e calor para a produción manufactureira, agrícola e para o transporte.

Foi exactamente no transporte onde a introdución de tecnoloxías máis eficientes na utilización da enerxía eólica (como o mastro principal, os tres mastros, a vela redonda, o compás e a capacidade de carga a grande escala) propiciou a expansión comercial e a conseguinte transición cara a economías mercantilistas.

A produción intelectual intentaba, a través das ciencias naturais, romper co inflexible sistema educativo impondo novos métodos de análise, novas preocupacións, un novo concepto de acumulación de coñecemento e unha nova linguaxe de entendemento: a matemática. Desta forma, primeiro a astronomía e a filosofía e logo outros campos do coñecemento, rendéronse a estes novos paradigmas. Na economía política, esta nova realidade trouxo preocupacións diferentes dos ditames morais e reguladores da Idade Media. Os avances na tecnoloxía e na apropiación enerxética e material impuxeron unha pauta de discusión na que o comercio e a acumulación de moedas parecían ser a pedra angular do desenvolvemento dunha nación (ou mellor, do enriquecemento do rei) e así foi analizado polos bullionistas e polos mercantilistas. William Petty, pertencente a unha segunda xeración de pensadores da revolución científica, xa no século XVII, preocupados por temas máis prácticos que académicos, introduce a matemática como linguaxe científica nas análises económicas e a aritmética política.

A expansión das fronteiras comerciais proporcionou maiores fluxos de mercadorías e o desenvolvemento de industrias locais como a naval, a téxtil e a metalúrxica. As fontes enerxéticas eran a auga, o vento e a leña, é dicir, fontes renovables. Quen dominaba máis eficientemente estes recursos dispoñibles, dado o estado da tecnoloxía, era Holanda. Neste período embrionario, pre-revolución industrial, Holanda xorde como paradigma de desenvolvemento a medida que supera en riqueza a Francia, e os factores que levan a isto son individualizados polos escritores económicos da época. De feito, a discusión proposta por Petty intenta enumerar os motivos polos cales Holanda, sendo un país pequeno e pouco poboado, pode ser máis rica que Francia. Especificidades xeográficas e inserción no comercio internacional foron os factores explicativos. A produción tecnolóxica e a eficiente apropiación enerxética (dispoñibilidade de ventos e, en consecuencia, de muíños) foron recoñecidos por Petty como unha das principais causas do dominio holandés no comercio internacional.

O mercantilismo e a aritmética política son, xa que logo, contemporáneos: i) ao uso de sistemas enerxéticos renovables como a leña, a auga e o vento; ii) á lenta

transición do feudalismo ao capitalismo; iii) ao cambio da agricultura ao comercio como sector produtivo preponderante; iv) á difusión do uso da linguaxe matemática nas ciencias naturais e sociais en contraposición á lóxica escolástica. Non constitúen escolas de pensamento estruturadas en teorías e hipóteses ben definidas. É un tempo de competición no comercio internacional entre países (entre reis) debido aos avances tecnolóxicos na apropiación enerxética, e os argumentos económicos están marcados por esta realidade. O afán por resolver os problemas prácticos impide unha construción analítica menos corporativista e coherente coa realidade. Trátase da xestación do pensamento económico, que aínda se presenta de forma confusa e pouco definida, introducindo temas e linguaxes que serán definitivamente organizados a partir de Adam Smith.

A primeira parte deste traballo intentará situar os escritos económicos dos séculos XVI e XVII no contexto das revolucións científicas e tecnolóxicas do período e precedentes, que están no centro da lenta transición do feudalismo ao capitalismo.

Na segunda parte discutirase o cambio do centro de atención dos autores, xa que de asuntos teolóxicos, lóxicos e éticos se pasa a tratar as “*cousas prácticas da vida*”, tal e como sucedeu nos dous séculos estudados.

Na terceira parte discutirase o progreso na apropiación de sistemas enerxéticos e como isto transformou a realidade feudal nunha economía mercantilista, alterando tamén as preocupacións dos letrados coas cuestións sociais, levándoos a percibir o comercio internacional como o factor explicativo do enriquecemento dun Estado.

Na cuarta e na quinta partes analízanse polo miúdo os pensamentos económicos do período e intentarase resaltar a influencia dos sistemas enerxéticos e da tecnoloxía nos escritos, así como a visión sobre estes temas dos autores ou das escolas de pensamento.

2. A REVOLUCIÓN TECNOLÓXICA E CIENTÍFICA DOS SÉCULOS XVI E XVII

A aritmética política é unha división metodolóxica do pensamento económico do século XVII, cuxa creación se asocia habitualmente ao inglés William Petty (1623-1687). O nome “aritmética política” pode ser explicado por unha carta publicada no ano 1927-1928 baixo o título *The Petty-Southwell Correspondence*, orixinalmente escrita no ano 1687: “[A álgebra] foi traída polos mouros de Arabia a España e de alí ao noso país, e William Petty utilizouna para outros asuntos que aqueles puramente matemáticos, isto é, na política baixo o nome de aritmética política, reducindo moitos termos de reflexión en número, peso e medida para permitir un tratamento matemático”³.

Os séculos XVI e XVII observan a afirmación da física cuantitativa sobre a vella física entendida como a descrición das cantidades sensibles dos obxectos; en to-

³ Petty (1927a, p. 15, carta a Southwell de 03-11-1687).

dos os campos da investigación científica as medidas de cantidade son utilizadas sobre o obxecto de análise. A concepción matemático-mecánica do home e do mundo atópase en varios autores deste século como en Hobbes (1588-1679), profesor de Anatomía e de Astronomía de Petty nos anos 1645-1646, que estuda as razóns matemáticas da anatomía humana; en Descartes (1596-1650), creador da Xeometría Analítica, que no seu *Compendium musicae* indaga sobre as relacións matemáticas na música; en Francis Bacon (1516-1626), que desenvolve o método indutivo; en Newton (1642-1727), que defendeu un universo rexido por leis universais susceptibles de expresión matemática; en Giordano Bruno (1548-1600)⁴; en Kepler (1571-1630); en Copérnico (1473-1543); en Galileo (1564-1642)⁵ e en tantos outros.

En síntese, o estado de ánimo da revolución científica dos séculos XVI e XVII preconiza: 1) o chamamento á “experiencia”, o que implica a existencia de “verdades científicas” ou incluso a “neutralidade da ciencia”; 2) a convicción de que o saber científico é acumulativo, o que implica un desenvolvemento linear e permanentemente incompleto e aínda máis: a democratización do coñecemento como condición para alcanzar a “verdade”; 3) unha linguaxe científica universal: a matemática; 4) a liberación da limitada intelixencia humana dos preconceitos e amarras institucionais que obstrúen o seu funcionamento normal; 5) a independencia entre ciencia e teoloxía⁶.

Esta percepción do mundo xorde como contrapunto á concepción estritamente relixiosa dos séculos precedentes. O cambio das preocupacións ou do método de análise é radical para os pensadores da época en comparación coa Idade Media. Agustín d’Ippona (354-430) e Tomás de Aquino (1225-1274) foron os grandes autores da época medieval e as súas preocupacións poderían ser resumidas a grandes trazos en cuestións éticas e de regras de conduta (ciencias sociais) e na adecuación dos fenómenos naturais aos escritos bíblicos (ciencias naturais). O método é o principio da autoridade e da fe.

A exaltación aos valores espirituais e da tradición freou a liberdade científica, a innovación tecnolóxica e a expropiación dos recursos naturais. Institucións como as corporacións de artes e oficios e a igrexa están en plena sintonía coa produción para o consumo local e co modo de vida espiritual. Como afirma Weber (1864-

⁴ Giordano Bruno, nos seus escritos do *Spaccio*, parece ter sido o primeiro defensor da idea de “progreso”. Reivindica a “plena dignidade da acción técnico-económica, do esforzo de transformación e produción en lugar da rigorosa e pouco propicia natureza” (Rossi, 1989, p. 74).

⁵ Para Galileo, “a filosofía está escrita neste gran libro que permanece sempre aberto ante os nosos ollos; pero non podemos entendela se non aprendemos primeiro a linguaxe e os caracteres en que esta foi escrita. Esta linguaxe é a matemática e os caracteres son os triángulos, os círculos e outras figuras xeométricas” (Randall, 1976, p. 237).

⁶ Hooykaas, no seu libro *A religião e o desenvolvemento da ciência moderna*, afonda na cuestión da ruptura entre teoloxía e ciencia. Segundo este autor, “(...) os protestantes foram mais numerosos entre os cientistas do que sería de se esperar” en función da proporción de católicos romanos/protestantes da poboación total. En todos os países de Europa parece que o protestantismo serviu como ideoloxía de fondo para os estudosos e cientistas do século XVII.

1920) e a súa famosa obra *A ética protestante e o espírito do capitalismo*, a ruptura coas institucións feudais iníciase coa reforma protestante de Martín Lutero (1483-1546). Outros autores viron na obra *Essays de théodicée* (1710) de Leibniz (-1716) –na que critica maliciosamente a posición católica tradicional da metafísica newtoniana⁷– a ruptura necesaria entre pensamento científico e teoloxía, ou mellor, “*un paso en dirección á exclusión definitiva de Deus do universo*” (Hall, 1980, p. 158).

A realidade feudal é lentamente transformada pola introdución de tecnoloxías cada vez máis eficientes enerxeticamente como os muíños de vento e hidráulico, a prensa con caracteres móbiles⁸, os navíos de vela, os mecanismos de transmisión como a biela e o pistón, o arreo de cuarto dianteiro e a pólvora que, perfeccionados e difundidos a partir do século X, modificaron a estrutura institucional feudal, as relacións sociais e económicas e a produción científica.

A lenta transformación desta sociedade trouxo novos problemas aos pensadores económicos. Conceptos como prezo, mercadoría, mercado e riqueza nacional pasaron a ser obxecto de análise. Os primeiros en pensar de forma consciente –por métodos normativos ou descritivos– foron os bullionistas, os mercantilistas e os aritméticos políticos, e as súas teorías serán discutidas máis adiante tendo en conta os cada vez máis eficientes contextos enerxéticos.

O contexto histórico é de afirmación dos estados nacionais e a noción de equilibrio de poder dentro de Europa (*raison d'état*), de expansión comercial europea monopolista (colonización ultramarina) e da reforma protestante de Martín Lutero (1483-1546). As reflexións dos pensadores económicos adoptan nos seus escritos a óptica de “conselleiros do príncipe” preocupados por aumentar o poder económico do príncipe e, en consecuencia, o seu poder militar. A riqueza nacional é a principal preocupación das discusións económicas.

3. SABER INTELECTUAL VERSUS SABER TÉCNICO

A literatura dos séculos XVI e XVII é extraordinariamente abundante en canto á discusión do contacto que naquel momento existía entre o saber científico e o saber técnico-artesanal (Rossi, 1989). O nacemento da cooperación entre escola e procedementos técnicos ten lugar a partir do século XV. Polémicas e apaixonadas acusa-

⁷ A discusión sobre Deus e a extensión da lei da gravidade a todo o universo era recorrente a finais do século XVII. Os autores escolásticos, así como Galileo, Bacon e outros, defendían a posición newtoniana de que Deus guiara providencialmente a evolución do cosmos cara á creación, morte e redención do home. Leibniz era contrario tanto á xeneralización da lei da gravidade como á idea da evolución do universo dirixida por Deus.

⁸ O primeiro libro impreso en Europa por Gutemberg foi a Biblia (1445), e en trinta anos esta nova técnica difundíuse por case todo o continente. A prensa con caracteres móbiles –que proporcionou unha notable redución no custo dos libros– foi, sen dúbida, a que máis repercutiu neste florecemento científico. Spiegel (1971, p. 94) usa como indicador –aínda que non é o ideal– o catálogo da Kress Library da Universidade de Havard, onde había preto de 200 obras (libros e panfletos) no século XVI, uns 2000 no século XVII e uns 5000 entre os anos 1700 e 1776.

cións por ambos os dous lados revelan a insatisfacción coa antiga visión grega, presente nas obras de Aristóteles, de Platón e doutros, na que o traballo manual é tido como depreciativo das calidades humanas⁹. A diferenza da antigüidade clásica e da Idade Media, os técnicos-artesáns da Idade Moderna escribiron mesmo sen rigor nin calidade científica, metodolóxica nin literaria e publicaron libros sobre as artes, a ciencia e a sociedade, polemizando contra a tradición escolástica practicada nas universidades.

Preocupados por estas lagoas, grupos de intelectuais empezaron a interesarse cada vez máis por aspectos prácticos do desenvolvemento pleno do saber científico. Esta tendencia da adaptación dos saberes intelectuais ás novas esixencias do mundo moderno a través do programa educativo para nobres ingleses é recollido por Humphrey Gilbert no seu *Queen Elizabeth Academy*, escrito cara ao ano 1562 (Rossi, 1989, p. 47). Nel, “*a ensinanza da lóxica únese á da retórica e tenden a darlle condicións ao alumno para proferir oracións políticas e discursos militares. A filosofía política ten a tarefa de estudar a historia dos distintos estados, os sistemas de goberno, os sistemas tributarios, a administración da xustiza. Pero é no estudo da filosofía natural e da matemática onde predomina claramente a transformación do saber ‘físico’ nun saber de carácter técnico relativo ás fortificacións, á estratexia, ao uso das artillerías. A xeografía e a astronomía son ensinadas en función da navegación; a medicina, para a atención e medicación dos feridos. Os resultados dos estudos e experimentos ‘deberán ser presentados sen frases enigmáticas e escuras’.* Unha nave armada e un xardín experimental estarán a disposición do estudante. A ensinanza do dereito, das linguas modernas, da música, da esgrima e da danza completará a educación do novo nobre”.

Os libros sobre máquinas publicados en Europa na segunda metade do século XVI e na primeira metade do século XVII están dedicados á arte militar, á minería, á metalurxia, á industria do vidro e á navegación. Estes son os problemas que se lles presentan ás persoas da época como resultado dos recentes descubrimentos xeográficos e astronómicos e da apropiación eficiente de sistemas enerxéticos, isto é, o vento para a navegación e o moído de grans, e a enerxía térmica para a fundición. Son preocupacións pola adquisición de coñecemento das cousas prácticas e que, na gran maioría dos casos, están escritas por persoas estudadas e dedicadas a resolver problemas técnicos e non por artesáns sen estudos¹⁰. A mediados do século XVII creáronse as primeiras asociacións de investigación baseadas na cooperación entre os investigadores e o Estado para o “avance e o progreso das ciencias e das artes a través da colaboración”: a *Accademia del Cimento* (1657), a *Royal Society* (1662) e a *Academie des Sciences* (1666).

⁹ Para Aristóteles “*algúns homes, por natureza superiores, son libres e outros escravos e, para estes últimos, a escravitude é conveniente, adecuada e certa*”.

¹⁰ Georg Bauer Agrícola é un bo exemplo diso. Nado en Saxonia no ano 1494, estudou en Leipzig, en Bolonia e en Venecia. Escribiu sobre xeoloxía e mineraloxía (entre as súas publicacións cómpre citar o clásico *De Re Metallica*) mentres desempeñaba funcións de médico e de diplomático.

A partir da segunda metade do século XVII, coa morte de F. Bacon, de Descartes, de Galileo e de Kepler, xorde unha segunda xeración de investigadores reformadores: Samuel Hartlib, John Dury, William Petty, John Evelyn e Robert Boyle, que se mostran interesados en perfeccionar os inventos e a sociedade. Influenciados polos ideais e polos métodos da xeración anterior, son a expresión dunha sociedade que ve aumentar rapidamente o seu benestar grazas ás rápidas melloras tecnolóxicas. En palabras de John Wilkins: “*nas miñas investigacións filosóficas e matemáticas, máis alá da felicidade e do pracer que me proporcionan, hai tamén a posibilidade dun efectivo beneficio de carácter práctico: especialmente para aqueles nobres que arriscan o seu patrimonio naquelas onerosas e dispendiosas aventuras, como a extracción do carbón mineral, a extracción das minas (...) e tamén para aqueles artesáns que son hábiles na práctica desas artes*”.

En William Petty atopamos elementos que caracterizan a filosofía experimental: a polémica contra a cultura demasiado teórica; a utilidade práctica da ciencia; a indivisibilidade entre ciencia, técnica e artes; e o optimismo do desenvolvemento das máquinas e da ciencia.

O entusiasmo destes homes pola técnica e polas artes mecánicas debíase a un movemento de contracultura, é dicir, contra a cultura tradicional do escolástico erudito ligado ao sistema educativo universitario, e procientista/experimentador. Para Boyler, “*son a filosofía natural, as mecánicas e a agricultura, de acordo co noso novo gremio filosófico, o que valoriza o coñecemento en canto é útil á práctica*”¹¹. Máis tarde, no ano 1671, na súa obra *Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy*, Boyle reafirma o programa científico formulado por F. Bacon pero agora para a esfera económica: “*que os bens da humanidade poden ser bastante aumentados en función do interese dos filósofos naturais pola industria*”.

4. ENERXÍA, COMERCIO E PRODUCCIÓN

Grosso modo, desde o ano 1000 ata o século XV hai un período de lentas transformacións que son o resultado de deliberados esforzos de substitución da enerxía humana por outras enerxías observables na natureza. Neste sentido, o dominio da tecnoloxía mecánica substituíu aos sistemas enerxéticos de tracción animal por máquinas movidas polo vento e pola auga, máis eficientes produtiva e enerxeticamente. Descartes, na súa obra *Discurso sobre o método* (1637), afirma que “*de coñecermos a forza e as accións do lume, da auga, do ar, das estrelas, dos ceos e de todos os demais corpos que nos rodean coa mesma precisión con que coñecemos os diversos oficios dos artesáns, poderíamos aplicalas, de igual maneira, a todos*

¹¹ Carta de Boyle a Marcomber datada en outubro do ano 1646 e publicada no ano 1744 por Bich en Londres baixo o título *Works*, I, p. 20 (Rossi, 1989, p. 106).

os usos que lle son propios e converternos así en amos e partícipes da natureza” (Descartes, 1637, pp. 61-62, citado en White (1962, p. 96)).

Preto do século XV atopábanse en toda Europa cada vez máis instalacións mecánicas movidas por muíños de auga ou de vento encargadas de *“curtir ou lavar; serrar madeiras; triturar calquera cousa, desde olivas ata minerais; para accionar foles de altos fornos, martelos de forxas ou moas destinadas a retocar e pulir armas e armaduras; para reducir os pigmentos que se usaban nas pinturas ou na polpa para o papel, ou no malte para a cervexa. A revolución industrial da Idade Media, baseada na auga e no vento, parece ter alcanzado o seu máximo refinamento no ano 1534, cando o italiano Matteo dal Nassaro instalou nas marxes do Sena unha pulidora de pedras preciosas, da que se apropiou a Casa Real da Moeda no ano 1552 para fabricar as primeiras moedas «acuñadas mecanicamente»*” (White, 1962, p. 106).

O afán xeral por dominar a enerxía natural e por aplicala en beneficio humano ponse de manifesto, a partir do século XII na India e do século XIII en Europa, nos intentos por conseguir o “movemento perpetuo”. O interese por esas máquinas de movemento, que podían diversificar os medios de forza e impulsión, espertou a percepción do universo como unha “máquina en perpetuo movemento”. Os éxitos tecnolóxicos espertaban as mentes e rompían coa rixidez intelectual e institucional da Idade Media. O crecente dominio da enerxía mecánica facía aumentar a idea e a fantasía de que o universo era un inmenso depósito de enerxías controlables pola vontade humana. No ano 1260, Roger Bacon escribiu que *“é posible construír máquinas grazas ás cales os grandes barcos, con apenas un home manexándoos, navegarán máis velozmente que se estivesen cheos de remadores; é posible construír vehículos que se moverán a velocidades increíbles e sen axuda de animais; é posible construír máquinas voadoras nas que o home... poderá vencer o ar con ás coma se fose un paxaro...; as máquinas permitirán chegar ao fondo dos mares e dos ríos*” (White, 1962, p. 152).

Os límites á apropiación dos recursos naturais a grande escala, xa iniciados co dominio dos sistemas enerxéticos hidráulicos e eólicos –que fixeron aumentar a produción agrícola, o crecemento demográfico, a expansión das cidades e a produción metalúrxica– (Rich e Wilson, 1967, vol. IV, cap. I), foron definitivamente vencidos cando se substituíu na navegación a enerxía humana dos remos pola enerxía eólica. As melloras no transporte marítimo –sobre todo, o temón de popa preto do século XIII– desencadearon o desenvolvemento comercial, a acumulación capitalista, a ruptura institucional co feudalismo, os cambios sociais e o xurdimento dos economistas políticos “mercantilistas” (Cipolla, 1989).

Cómpre sinalar que *“a construción de navíos, a súa manutención e o seu avituallamento representan investimentos que favorecen o crecemento dun verdadeiro capitalismo financeiro*” (Hémery, Debeir e Deléage, 1993, p. 132). A expansión na construción de navíos, gran consumidora de madeira, que se produciu en Europa a

partir do século XV tivo lugar, en primeiro lugar, na península Ibérica, estendéndose despois a Holanda no século XVI e a Inglaterra no século XVII. Entre os anos 1649 e 1688 construíronse en Inglaterra 209 novos navíos, case todos de guerra. A industria naval era, a esta altura, unha das maiores en cada país que a posuía, xerando empregos e renda (Oppenheim, 1896, citado en Church e Wrigley, 1994).

A transición do feudalismo cara ao capitalismo está marcada, como xa se dixo, pola substitución dos sistemas enerxéticos renovables (auga, vento e leña) polas enerxías fósiles; o principio desta substitución tivo lugar nos séculos XVI e XVII como consecuencia da escaseza dos primeiros. O carbón mineral, substituto escollido pola súa abundancia e proximidade técnica coa leña, pasa a ser utilizado en diversos sectores da manufactura. Unha petición de patente no ano 1610 en nome de Sir William Slingsby esclarece as dificultades de substituír a madeira polo mineral. Na súa petición, Slingsby divide as manufacturas en dous grupos: aquelas nas que o carbón mineral foi utilizado con éxito e outras nas que esta substitución fallou. Segundo a súa división, o primeiro grupo incluía as tecnoloxías de ebulición: “cervexa, sal mariña, azucre, tintura”. No segundo grupo colocou o cocemento de “malte, pan, ladrillos, tellas, cerámica” e a fundición de “metal de campás, cobre, latón, ferro, chumbo e vidro” (Nef, citado en Church e Wrigley, 1994). No ano 1700 só a produción de ferro aínda non se adecuara á utilización do carbón mineral.

Esas novas liñas de produción que utilizan enerxía térmica esixirán investimentos cada vez maiores en capital, así como a aproximación da ciencia á técnica. “A enerxía vólvese desde aquela un campo de traballo para investidores, sabios e enxeñeiros (...) que desempeñará un papel decisivo na nova economía” (Hémery, Debeir e Deléage, 1993, p. 139).

5. PENSAMENTO ECONÓMICO: BULLIONISTAS E MERCANTILISTAS

Como se sinalou anteriormente, as cuestións morais dominaron os debates sobre temas económicos en toda a Idade Media. “A doutrina económica medieval constaba (...) dun corpo de definicións e preceptos destinados a regular a conduta cristiá nas esferas da produción, do consumo, da distribución e do intercambio de bens” (Pribram, 1988, citado en Roncaglia e Labini, 1995, p. 156). A intención non era entender o funcionamento dos fenómenos naturais ou dos sistemas económico-sociais, senón impoñer regras de conduta que non alterasen o *status quo* político-intelectual.

As innovacións tecnolóxicas apropiadoras de enerxías non humanas modificaron definitivamente a estrutura institucional da Idade Media a través de melloras nos transportes marítimos de longo percorrido. O comercio internacional facíase agora a grande escala e a distancias cada vez maiores, permitindo a acumulación de

riquezas para os países que dominaban a tecnoloxía náutica. En resumo, as principais melloras foron, despois do ano 1300, a adopción da vela redonda e do mastro principal, a transición dos navíos dun mastro aos de tres, o compás, o aumento da capacidade de carga –no século XV–; e a introdución dos canóns para ataque e defensa dentro das embarcacións –no século XV–¹².

Neste contexto de dominio da tecnoloxía náutica, da enerxía eólica, da enerxía de explosión do canón, que inutilizou as murallas de protección dos castelos, formáronse os estados nacionais. As reflexións sobre os fenómenos económicos intentan explicar basicamente de onde provén a riqueza dunha nación de cara ás novas formas de acumulación propiciadas polas tecnoloxías agora dispoñibles. Desta forma, o debate dáse, en primeiro lugar, entre bullionistas e mercantilistas¹³. Os primeiros –da palabra inglesa *bullion*, que significa ouro ou prata en lingotes–, representados por autores como Thomas Gresham (1519-1579), John Hais (morto no ano 1571) ou Bernardo Davanzati (1529-1606), asocian a riqueza dunha nación ao *stock* de moeda metálica no seu poder. É un tempo no que as informacións estatísticas sobre produción son practicamente inexistentes, mentres que os datos sobre a moeda están dispoñibles cuantitativa e cualitativamente. A atención dos estudosos concéntrase nos movementos do capital e os seus determinantes e sobre a calidade da moeda (pureza do metal). Procuran identificar niveis de taxa de intereses atraentes de fluxos de capitais.

Os pensadores mercantilistas destacan o papel do comercio internacional. Edward Coke –o ideólogo da *Common Law*–, Antonio Serra –autor de *Il breve trattato delle cause che possono far abbondare li regni d'oro e d'argento dove non sono miniere con applicazione ao Regno di Napoli*, escrito no ano 1613–, Thomas Mun –(1571-1641), que traballou na Compañía das Indias e que defendía a exportación de moedas en intercambio de mercadorías para ser reexportadas a outros países europeos–, Colbert –o influínte financeiro de Luis XIV–, Laffemas –un dos escritores mercantilistas máis antigos de Francia–, ou Axel Oxenstierna –embaixador de Suecia–, defenden a expansión do comercio internacional, xa que este faría aumentar a riqueza da nación en maior medida que a industria e a agricultura. En esencia, tanto os bullionistas como os mercantilistas interézanse pola riqueza da nación e pola forma de alcanzala a través do fluxo de moedas cara a dentro do territorio nacional.

Trátase do intento de explicarlles a aqueles pensadores dos fenómenos contemporáneos propiciados polo dominio da tecnoloxía náutica e dos mares por dous paí-

¹² Cómpre dicir que o canón é o primeiro mecanismo de combustión interna inventado, constituíndo unha apropiación eficiente da enerxía por explosión (Cipolla, 1989).

¹³ Como suxire Magnusson, cómpre considerar que a división smithiana entre bullionistas e mercantilistas é simplista e xeneralista debido á dificultade para situar aos diversos autores nunha ou noutra liña de pensamento. Con todo, neste traballo optouse por non afondar nesta cuestión específica –explorada polo miúdo por Magnusson (1993, 1994)– e por manter a división tradicional –adoptada por autores como Roncaglia e Labini–, centrándonos nos aspectos xerais que caracterizan os escritos económicos da época.

ses en el século XVII: España que, posuíndo todos os “tesouros” do mundo, se empobrecera; e os Países Baixos, unha nación pequena e sen recursos naturais ou financeiros que se fixo rica. Estes acontecementos levaron aos mercantilistas a elixir o comercio como o gran factor explicativo da riqueza nacional.

Historiadores do pensamento económico como Heckscher (1931) e Schumpeter (1954) aínda afirman que non se pode falar dunha “escola de pensamento mercantilista”. Segundo estes, os autores deste período non chegan a un sistema interpretativo coherente da realidade económica. Non desenvolven conceptos nin análises sistemáticas das que poida xurdir unha teoría. A utilización dos termos “mercantilismo” e “bullionismo” para referirse a doutrinas ben definidas non sería estritamente correcta, pero é unha xeneralización útil para indicar os dogmas económicos (xeralmente relacionados con Inglaterra e con Francia nos séculos XVI e XVII e en certa medida con Holanda, con España e con Italia) e as diferenzas coa economía política clásica (Magnussom, 1993). Os diferentes autores non chegan a un acordo sobre como se relacionan o diñeiro, os intereses, os prezos e o comercio exterior. Os aspectos prácticos prevalecen sobre as reflexións teóricas. As posicións expresadas sobre o papel do goberno (proteccionismo comercial, autoritarismo económico e substitución de importacións) son interesantes, pero a principal contribución ao desenvolvemento do pensamento económico da época refírese á visión da economía como un sistema que debe ser desvelado a través do método baconiano de argumentación lóxica e demostración dos feitos (Magnussom, 1993).

As literaturas bullionista e mercantilista asumen un papel importante de afirmación do Estado nacional contra o universalismo da igrexa católica e o particularismo da estrutura do poder feudal. O obxectivo non é o benestar individual –como o será para Adam Smith– senón a afirmación político-militar do Estado (Heckscher, 1994, pp. 273-285). O apoio á competencia refírese unicamente á competencia entre nacións, privilexiando sistemas de taxas ás exportacións de materias primas e ás importacións de produtos manufacturados. Aínda hai unha clara expresión de esixencias tipicamente capitalistas e empresariais, xa que o sistema comercial depende do desenvolvemento de mercados consumidores.

A concepción matemática e mecánica do mundo aínda non está plenamente inserida no discurso económico. Algúns autores, mentres, fan referencias físicas e metafísicas nunha clara transición do mundo espiritual feudal cara ao mecanicista de mercado. Utilizan expresións metafóricas como “enfermidade do corpo político”, mercadorías como o “corpo do comercio”, e o diñeiro e os títulos como a “alma do comercio” (Heckscher, 1994, p. 308). Estas analoxías procuran lexitimar a liberdade institucional que comeza a xurdir co comercio, comparándoas co funcionamento do corpo humano e influenciadas pola teoría da circulación sanguínea desenvolvida polo fisioloxista e anatomista inglés William Harvey (1578-1657)¹⁴.

¹⁴ Harvey anuncia o descubrimento no ano 1616, pero a publica no ano 1628 baixo o título *Eseritatio anatómica de motu cordis et sanguinis*.

Mesmo Thomas More –autor de *A utopía*, escrita no ano 1516– defende a inocuidade lexislativa se non se respecta o funcionamento socioeconómico, é dicir, unha lectura non moi clara da conexión entre leis económicas e motivacións do proceder humano. Este é o inicio da teorización de regras económicas fixas e naturais nas que afondarán Petty e os aritméticos políticos.

6. WILLIAM PETTY E A ARITMÉTICA POLÍTICA

A aritmética política é entendida non tanto como unha rama da estatística senón máis ben como a extensión dunha nova ciencia social, é dicir, a afirmación de métodos cuantitativos na análise dos fenómenos sociais, en estreita sintonía coa revolución científica das ciencias naturais. “*Eran econométristas. Realmente, a obra que realizaron exemplifica á perfección o que é a econometría e o que pretenden facer os econométristas*” (Schumpeter, 1954, p. 265).

William Petty e os seus seguidores, como Gregory King (1648-1712) e Charles Davenant (1656-1714)¹⁵, procuran organizar datos cuantitativos da sociedade como unha rudimentaria contabilidade nacional, inserindo definitivamente a instrumentación matemática na economía. Non sistematizan eficientemente a relación entre *stock*, insumos e produción do sistema económico nin para a súa totalidade nin para a produción sectorial. Con todo, as súas estatísticas proporcionaban unha base importante –malia as súas enormes deficiencias– para as eleccións do rei no campo fiscal e na política externa. O método é o baconiano indutivo, a fusión entre o método dedutivo aristotélico e o empirismo dos alquimistas e técnicos-artesáns. Desta forma, os datos cuantitativos sobre os fenómenos sociais son racionalizados segundo a visión do autor.

Os autores aritméticos políticos eran administradores consultores cunha importante formación académica. Polo que se refire a Petty, a súa formación é ampla. Mariñeiro, médico do exército inglés, anatomista –formado en París baixo a orientación de Hobbes–, inventor –na década de 1640 intenta patentar unha máquina de copias de manuscritos–, catedrático de Anatomía e de Música en Londres, fundador da *Royal Society*, topógrafo e propietario de terras.

Petty analizou problemas prácticos da súa época e do seu país como a tributación, a moeda, o nivel de emprego, a política e o comercio exteriores. Non chegou a desenvolver unha teoría económica consistente, pero tivo a orixinalidade de utilizar os datos econométricos para deducir conceptos como o da velocidade da moeda, da renda nacional e outros. Petty realiza un estudo sobre a actividade produtiva da época. Son contabilizacións verticais das actividades mineiras, manufactureiras, agrícolas, pastorís e de pesca, desde a materia prima ata o produto final.

A preocupación central dos escritos de Petty, tácita en todas as discusións secundarias, refírese ás causas que levan a un Estado a ser rico. Con todo, trata a so-

¹⁵ E outros como o alemán Herman Conring, como Richard Cantillon ou como François Quesnay.

cidade como sometida a unha única autoridade política que é o rei, o que lle impide desenvolver os conceptos de sectores económicos dentro do sistema produtivo e as relacións tecnolóxicas de aí resultantes.

Afirma, xa que logo, que o Estado debe encargarse da protección militar, da educación (provisión de escolas e universidade, aínda que non descarta a educación privada) e da infraestrutura de transportes e de irrigación como condición para producir internamente e comercializar externamente ata o punto en que o país teña “*máis diñeiro que calquera outro dos nosos veciños (nunca menos), tanto en proporción aritmética como xeométrica, isto é, cando teñamos provisións para un maior número de anos (...)*” (Petty, 1983, p. 102).

Afondando na cuestión dos motivos que levan a un Estado á riqueza, no capítulo I da súa *Aritmética política* cuestiona como un “*país pequeno, con pouca xente, pode ser equivalente en riquezas e en poderío a outro cun maior territorio e cunha maior poboación e, particularmente, como a navegación e o transporte marítimo, de maneira excelente e fundamental, conducen a iso*”. Inicia, xa que logo, a súa argumentación dicindo que “*grazas ao seu enxeño, un home pode realizar tanto traballo como moitos sen el, por exemplo, cun muíño (...), cun tipógrafo (...), cun caballo tirando dun carro con rodas (...)*”. O autor continúa comparando Holanda e a súa provincia “Zelandia” con Francia –utilizando os seus datos estatísticos agregados de contabilidade nacional aínda que sexan rudimentarios– para deducir os motivos que levaron aos dous primeiros –países moito menores en territorio e en poboación– a posuír unha riqueza comparable á de Francia. Chega a dúas conclusións. A primeira de orde xeográfica, é dicir, nun país pequeno e de terras fértiles como Holanda os custos militares e de alimentación son menores. Ademais disto, os dous países están localizados na entrada de tres ríos caudalosos, facilitando o comercio internacional das manufacturas que producen. A segunda refírese á dispoñibilidade enerxética de Holanda, que sendo un “*país chan (...)* en calquera parte se pode instalar un muíño de vento e, como a terra é húmida e vaporosa, sempre hai vento soprando, propiciando a economía de moitos millares de brazos (...)”.

En relación coa enerxía, afirma que Holanda e “Zelandia” aprópianse con máis eficiencia da enerxía eólica para o transporte marítimo, o cal se traduce en custos de transporte máis baixos. Estes dous países estarían na fronteira tecnolóxica na manipulación “*da madeira para a construción de navíos, botes, masts e cascos; de cáñamo para cordas, velas e redes; de sal, de ferro, e tamén de brea, alcatrán, resina, cal, aceite e sebo (...)*” (Petty, 1983, pp. 115-122).

A importancia que Petty lle dá á apropiación da enerxía é, xa que logo, grande. A considera como unha das pre-condicións para o desenvolvemento económico dun Estado. Refírese ás enerxías eólica e hidráulica recoñecéndolas como substitutas do traballo humano. Tamén escribe sobre a importancia da tecnoloxía en diversas partes dos seus libros, concibíndoa como neutra e resultante de especificidades xeográficas. Aínda que non relaciona explicitamente o dominio da tecnoloxía coa

riqueza, asume que novos inventos economizarán o traballo manual do ser humano que estaría destinado, logo de ter acumulado unha gran cantidade de bens, a ocuparse do desenvolvemento da mente e da súa relación con Deus.

7. CONCLUSIÓNS

Os estudos económicos, unha das ramas das ciencias sociais, posúen particularidades que dificultan a atribución do status “ciencia”, tal e como ocorre nas “ciencias naturais”. Pódense enumerar facilmente dúas destas particularidades: i) a dificultade de experimentación das teorías; e ii) a mutabilidade do obxecto estudado, sexa cal sexa o comportamento da sociedade e do ser humano. Estes dous factores, moito máis que nas ciencias naturais, caracterizan a ciencia económica, e as ciencias sociais analíticas en xeral, como ciencias socialmente construídas. Noutras palabras, os pensadores económicos desenvolven teorías económicas fortemente contextualizadas, cuxas motivacións poden ser o interese de clase, a aprendizaxe do desenvolvemento, a fundamentación de certa doutrina, etc. Mesmo xa fundamentada, como o estará a partir do século XIX, sobre bases conceptuais psicolóxicas (o mesmo que superficiais), nada pode asegurar a inmutabilidade do obxecto de análise (o modo de proceder humano) a través das xeracións.

Así, este traballo procurou mostrar que as teorías económicas desenvolvidas nos séculos XVI e XVII –o berce do pensamento económico capitalista– estiveron fortemente influenciadas por tres factores: 1) pola dispoñibilidade de enerxía non animal apropiada para a produción e o comercio de bens; 2) por un forte rexeitamento ao control institucional católico do feudalismo sobre a produción e a reprodución do pensamento, que se traduciu no desexo por desenvolver verdades (ciencia) universais ou neutras –esta concepción levou á universalización do uso da linguaxe matemática–; e 3) en contraposición ao punto 2) e á concepción neutra da ciencia, pola construción das teorías económicas do período preocupadas polo enriquecemento do rei e polo fortalecemento do Estado¹⁶.

A apropiación de fontes enerxéticas non animais desempeña un papel decisivo ao facer máis eficiente o transporte e ao permitir o enriquecemento grazas ao comercio. Os países que dominen a enerxía eólica para o transporte marítimo –e o certo é que Holanda foi quen desenvolveu navíos máis velozes– obterán mellores resultados comerciais. Os autores económicos, atentos a esas transformacións técnicas, elixiron axiña o transporte e o dominio do comercio internacional como os factores que deberían ser incesantemente perseguidos polos estados. Estes autores, ademais, estiveron na súa gran maioría ao servizo do rei como consultores e admi-

¹⁶ Mesmo cando argumentan sobre o nivel de emprego ou sobre o fin da mendicidade, a preocupación por liberar as persoas da preguiza é “proporcionarlle ao rei os instrumentos máis apropiados para os seus negocios de todas as especies, estando tan firmemente obrigadas a ser os seus fieis servidores como os seus propios fillos naturais (Petty, 1983, p. 22).

nistradores da súa riqueza. Desta forma, a súa visión reflicte os intereses particulares do rei. No propoñen hipóteses analíticas sobre o funcionamento económico para ser testadas, non podendo aínda ser consideradas como un corpo teórico consistente e ben definido. Noutras palabras, non constitúen verdadeiramente unha ciencia económica.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL, J.D. (1965): *Ciência na história*, vol. 1-7. Lisboa: Livros Horizonte. (Título orixinal: *Science in History*).
- CIPOLLA, C.M. (1974): *The Economic History of Europe: The Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Fontana Books.
- CIPOLLA, C.M. (1989): *Canhões e velas na primeira fase da expansão européia (1400-1700)*. Lisboa: Gradiva. (Título orixinal: *Guns, Sails and Empires*, 1965).
- CHURCH, R.A.; WRIGLEY, E.A. [org.] (1994): *The Industrial Revolutions: The Coal and Iron Industries*. (The Economic History Series). Oxford / Cambridge: Blackwell.
- HALL, A.R. (1980) *Philosophers at War: The Quarrel between Newton and Leibniz*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HECKSCHER, E.F. (1994): *Mercantilism*. London/New York: Routledge. (Primeira publicación en sueco no ano 1931).
- HÉMERY, D.; DEBEIR, J.C.; DELÉAGE, J.P. (1993): *Uma história da energia*. Brasília. (Título orixinal: *Lês servitudes de la puissance: une histoire de l'énergie*. Flammarion, 1986).
- HOYKAAS, R. (1988): *A religião e o desenvolvimento da ciência moderna*. Brasília: Polis. (Título orixinal: *Religion and the Risse of Modern Science*. Scottish Academic Press, 1972).
- MAGNUSSON, L. (1993): *Mercantilist Economics*. Kluwer Academic Publisher.
- MAGNUSSON, L. (1994): *Mercantilism: The Shaping of an Economic Language*. London/New York: Routledge.
- PETTY, W. (1927-1928): *The Petty-Southwell Correspondence*. (Carta publicada no ano 1927-28, orixinalmente escrita no ano 1687).
- PETTY, W. (1983): *Aritimética política*. São Paulo: Abril Cultural. (Título orixinal: *Political Arithmetick*, escrita no ano 1676 e publicada no ano 1690).
- PETTY, W. (1983): *Tratado sobre impostos e contribuições*. São Paulo: Abril Cultural. (Título orixinal: *A Treatise of Taxes and Contributions*, publicado en torno ao ano 1662).
- PETTY, W. (1983): *Verbum sapienti*. São Paulo: Abril Cultural. (Obra escrita no ano 1665 e publicada no ano 1691).
- RANDALL, J.H. (1976): *The Making of the Modern Mind*. New York: Columbia University Press.
- RICH, E.E.; WILSON, C.H. (1967): *The Economy of Expanding Europe in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, vol. IV, cap. I. Cambridge: Cambridge Economic History of Europe.
- RONCAGLIA, A.; LABINI, P.S. (1995): *Pensiero econômico: temi e protagonisti*. Roma/Bari: Laterza.
- ROSSI, P. (1989): *I filosofi e le machine: 1400-1700*.

SCHUMPETER, J.A. (1954): *History of Economic Analysis*. New York: Oxford University Press.

WHITE, L. (1962): *Medieval Technology and Social Change*. Oxford University Press.

WEBER, M. (1983): *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. São Paulo: Pioneira.
(Título original: *Die protestantische ethik und der geits des kapitalismus*).