



XV Congresso Brasileiro de História  
Econômica & 16a Conferência  
Internacional de História de Empresas  
Osasco, 02 a 04 de outubro de 2023



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
PESQUISADORES  
EM HISTÓRIA  
ECONÔMICA

HISTÓRIA DO PENSAMENTO ECONÔMICO, HISTORIOGRAFIA E METODOLOGIA

## **A “Ciência Útil e Aplicada”, a “Ilustração Industrial” e a “Primeira Economia do Conhecimento”: um Panorama Historiográfico Recente Acerca da Revolução Industrial.**

*“Useful and Applied Science”, “Industrial Enlightenment” and the “First Knowledge Economy”: A Recent Historiographic Panorama on the Industrial Revolution.*

Luiz Carlos Soares; Universidade Federal Fluminense; [lulasoares22@hotmail.com](mailto:lulasoares22@hotmail.com)

RESUMO: Este trabalho pretende focalizar o debate historiográfico acerca da caracterização da “Ciência” praticada na Inglaterra do século XVIII, sua dimensão aplicada e sua íntima relação com o processo econômico-social que possibilitou a emergência da Revolução Industrial, a partir dos anos 1780. Neste debate historiográfico, abordaremos mais precisamente os seguintes tópicos: 1) a importância efetiva da “Ciência” e da “Tecnologia” no processo de emergência da Revolução Industrial; 2ª) a constituição de uma ideia de “Ciência Experimental” amplamente apoiada no “Newtonianismo” e a sua íntima relação com o movimento ilustrado; 3) a construção de um ideal de “Ciência Útil e Aplicada” e a sua relação com o Newtonianismo; 4) a “Ilustração Industrial” como uma dimensão importante da Ilustração inglesa e a constituição da “Primeira Economia do Conhecimento” no processo de emergência da Revolução Industrial.

Palavras-chave: Ciência Útil e Aplicada. Ilustração Industrial. Primeira Economia do Conhecimento. Revolução Industrial. Inglaterra.

ABSTRACT: This work intends to focus on the historiographical debate about the characterization of “Science” practiced in England in the eighteenth century, its applied dimension and its intimate relationship with the socio-economic process that made possible the emergence of the Industrial Revolution, from the 1780s onwards. In this historiographical debate, we will approach more precisely the following topics: 1) the effective importance of “Science” and “Technology” in the process of emergence of the Industrial Revolution; 2) the constitution of an idea of “Experimental Science” largely based on “Newtonianism” and its close relationship with the Enlightened movement; 3) the construction of an ideal of “Useful and Applied Science” and its relationship with Newtonianism; 4) the “Industrial



Enlightenment” as an important dimension of the English Enlightenment and the constitution of the “First Knowledge Economy” in the process of emergence of the Industrial Revolution.

Keywords: Useful and Applied Science. Industrial Enlightenment. First Knowledge Economy. Industrial Revolution. England.

## **1) “CIÊNCIA”, “TECNOLOGIA” E REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: UMA NOVA PERSPECTIVA.**

Um conjunto significativo de historiadores da Ciência e historiadores econômicos contemporâneos aceita, cada vez mais, a tese de que a “Ciência Experimental Newtoniana” esteve na base da constituição de um ideal de “Ciência Útil e Aplicada”. Em meados do século XVIII, este ideal já era amplamente compartilhado pelos setores letrados da sociedade inglesa, constituindo-se numa vigorosa alavanca intelectual que permeou as ações de produtores manufatureiros, engenheiros e mecânicos no desenvolvimento do maquinismo responsável pela transformação industrial e econômica do país. Entretanto, nem sempre houve este entendimento entre os historiadores. (SOARES, 2007, pp. 38-68).

Pelo menos até os anos 1970, havia uma significativa corrente de historiadores da Ciência e historiadores econômicos que não viam nenhuma relação mais direta entre o desenvolvimento filosófico-científico do século XVIII e as grandes transformações econômicas que se verificaram na Inglaterra a partir das décadas finais do século XVIII. De modo geral, estes historiadores (entre os quais estavam John D. Bernal, Eric J. Hobsbawm, David S. Landes e Peter Mathias) afirmavam claramente que a Revolução Industrial teve pouca ou nenhuma relação com o ensino ou a pesquisa “científica”, desenvolvidos por “cientistas” independentes ou nas duas grandes universidades, Oxford e Cambridge, que formavam exclusivamente as “elites” intelectuais, políticas e administrativas da Grã-Bretanha. (SOARES, 2020, pp. 19-25).

Uma nova perspectiva de interpretação para a relação da Ciência setecentista com a Revolução Industrial inglesa foi proposta pelos historiadores Albert E. Musson e Eric Robinson, em seu livro *Science and technology in the Industrial Revolution*, publicado em 1969. Este livro trazia uma série de textos publicados originalmente pelos dois autores de forma individual em diversos periódicos, mas também novos textos que eram resultados de pesquisas conjuntas. Duas questões fundamentais moveram a



curiosidade intelectual dos dois historiadores, tal como eles apontaram no prefácio de seu livro, que iam efetivamente numa direção contrária àquela linha interpretativa acima apresentada que eles chamavam de “visão tradicional da Revolução Industrial”, embora seus defensores fossem seus contemporâneos. Assim, Musson e Robinson se perguntavam: 1) “Quais eram as conexões entre as Revoluções Científica e Industrial?”; 2) “E como o conhecimento tecnológico foi desenvolvido e difundido?” (MUSSON; ROBINSON, 1994, p. vii)

De acordo com Musson e Robinson, os resultados de seus estudos os levaram a se contrapor à “visão tradicional” que considerava a Revolução Industrial “como sendo quase inteiramente um produto de empiristas sem instrução” e procuraram “expandir a sugestão lançada há vinte anos [por volta de 1949] pelo Professor [Thomas S.] Ashton”. Indicando que “o desenvolvimento em ciência e tecnologia durante o século dezoito não era dissociado e que a Revolução Industrial também foi um movimento intelectual”. Por outro lado, esta constatação não invalidava as muitas evidências “da importância contínua da habilidade prática” dos artesãos e, por isso, estes autores “certamente não [desejavam] apresentar a Revolução Industrial como simplesmente um produto da Revolução Científica”. Assim, estavam eles diante de uma situação que “era, de fato, imensamente complicada e é frequentemente difícil para os pesquisadores modernos distinguir, nas evidências sobreviventes, entre o empirismo inteligente e a ciência aplicada – se, de fato, tal distinção fosse válida naquele período”. (MUSSON; ROBINSON, 1994, pp. vii-viii)

Musson e Robinson tocavam num ponto fundamental: a complementaridade ou, praticamente, a indistinção entre “empirismo inteligente” e “ciência aplicada”. Para eles, não havia nenhuma dúvida de que “a massa dos produtores manufatureiros possuía pouco conhecimento científico no final do século XVIII, mas uma minoria substancial, incluindo alguns dos mais significantes personagens, estava ardentemente interessada nele, por razões utilitárias e também intelectuais”. Embora Musson e Robinson procurassem não “subestimar as contribuições de não-científicos, embora práticos e inteligentes artesãos”, e “avançar a tese [deles] tão longe”, não havia muita dúvida, para eles, de que “tal conhecimento contribuiu para as transformações industriais daquele período”. (MUSSON; ROBINSON, 1994, p. 189)



Assim como, como aquela “minoria substancial” de produtores manufatureiros recorria à aplicação de conhecimentos científicos para aumentar a capacidade produtiva em seus estabelecimentos, a “Ciência” também se beneficiava das inovações técnicas por eles desenvolvidas, ampliando a sua dimensão experimental e consolidando seus fundamentos teóricos, num processo em que, de acordo com Musson e Robinson, “atividades em laboratório e oficina eram, com frequência, dificilmente distinguíveis”. Estes “industrialistas” não apenas estavam “ativamente interessados em ciência”, como também, “em alguns casos notáveis, eram tão capacitados em ciência aplicada como os próprios filósofos, com os quais eles aproximavam ombros e mentes na *Royal [Society]* e em outras sociedades filosóficas”. Suas práticas estavam muito além de “avanços tecnológicos de uma época não-científica” e se constituíam, “realmente, [na] própria essência da bem-sucedida ciência aplicada”. (MUSSON; ROBINSON, 1994, p. 5)

Os produtores manufatureiros mais inovadores se beneficiaram bastante do trabalho de homens tais como Thomas Savery, Thomas Newcomen e Henry Beighton, que tiveram uma importância fundamental no desenvolvimento de motores a vapor na primeira metade do século XVIII. Estes homens não eram apenas simples e empíricos mecânicos, como também, de forma autodidata, adquiriram o conhecimento necessário de Filosofia Natural e Experimental para o desenvolvimento de suas atividades e, de acordo, Musson e Robinson, foram precursores dos “engenheiros civis” mais destacados da segunda metade do século, tais como John Smeaton e James Watt, sendo este último o responsável pelo maior aperfeiçoamento nos motores a vapor com a introdução de um condensador separado e independente, sobretudo em sua versão mais revolucionária com ação circular e rotativa dupla. (MUSSON; ROBINSON, 1994, pp. 48-49)

Musson e Robinson admitiam que “os fatores econômicos e sociais eram indubitavelmente de imensa importância no incentivo às mudanças científicas e tecnológicas – crescimento da população, expansão do comércio, desenvolvimento do transporte, disponibilidade de capital e crédito, mobilidade social e a motivação do lucro”, que “impeliam e encorajavam homens a desenvolver novas técnicas industriais”. Mas estes historiadores se diziam impressionados “pelo fato de que muitos dos principais cientistas e industriais com mentalidade científica eram também motivados em larga medida por uma curiosidade inata, pelo desejo de descobrir mais acerca de



como os processos industriais funcionavam, por uma vontade de fazer aperfeiçoamentos, e serem estimados por seus colegas, não apenas pelo dinheiro que ganhavam, mas por suas contribuições para o avanço científico e tecnológico”. (MUSSON; ROBINSON, 1994, p. 8)

Vimos, assim, que, para Musson e Robinson, o desenvolvimento da “Ciência” e da “Tecnologia” no século XVIII não estava dissociado do processo de transformações econômicas que conduziu à Revolução Industrial, a partir das décadas finais daquele século, devendo ser este processo também entendido como um “*movimento intelectual*”. Certamente, o trabalho de Musson e Robinson se constituiu numa fonte importante para estimular estudos posteriores que abordariam mais amplamente o aspecto da Revolução Industrial como um “movimento intelectual” que teve as suas bases constituídas pela ampla divulgação dos princípios da “Ciência Newtoniana”, Mecânica e Experimental, e pela construção do ideal de uma “Ciência Útil e Aplicada”. Por sua vez, estes novos estudos também abordariam a divulgação da “Ciência Newtoniana” e a constituição de uma “Ciência Útil e Aplicada” como elementos de um “movimento intelectual”, que seria a própria Ilustração inglesa, principalmente na sua dimensão de ampliação do espaço público do conhecimento para combater a superstição e a intolerância, afirmar um contexto institucional de liberdades civis e fundamentar as bases de uma sociedade política, cultural e religiosamente racional. (SOARES, 2007, pp. 15-37)

## 2) A “CIÊNCIA ÚTIL E APLICADA” E SUA BASE NEWTONIANA.

Em seu livro *The cultural meaning of the scientific revolution*, publicado em 1988, a historiadora Margaret C. Jacob procurou resgatar e ampliar as discussões de Albert E. Musson e Eric Robinson acerca das conexões entre as Revoluções Científica e Industrial e do desenvolvimento e da difusão do conhecimento científico-tecnológico no século XVIII. Obviamente, Jacob procurou situar a sua discussão geral levando em consideração as características da “Ciência” inglesa do início do século XVIII, constituídas desde a fundação da *Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* ou simplesmente *Royal Society* de Londres (em 28 de novembro de 1660), que associava a defesa do caráter público e da utilidade do conhecimento científico ao Experimentalismo de Robert Boyle e, posteriormente, à Mecânica de Isaac Newton, que



enfaticava também a tradição experimental. Uma primeira preocupação desta historiadora era advertir que, para os “filósofos naturais” ou “cientistas” do período, não existia uma “distinção entre ciência ‘pura’ e ‘aplicada’”. Fossem “experimentadores da eletricidade, matemáticos, ou mecânicos”, eles tinham condições de se mover “com facilidade entre a teoria e a aplicação”. A razão para que atuassem desta maneira se apresentava “porque eles viviam em um ambiente social e político específico que favorecia, e de fato encorajava, a articulação do conhecimento científico ao serviço da elite rural e comercial letrada”. (JACOB, 1988, p. 137)

Jacob já demonstrava a sua preocupação em associar o desenvolvimento da “Ciência Teórica e Aplicada” às necessidades do mundo real, indicando-a como um “conhecimento útil” que “não era moribundo nem impraticável”, repelindo a interpretação de alguns autores, mas que também “pode não ter sido teoricamente tão inovador quanto alguns historiadores gostariam que ele fosse”. Mesmo sem esta dimensão da “inovação teórica”, “a ciência dos filósofos ingleses” setecentistas deveria ser percebida “como dinâmica e progressista em relação à ordem material” e considerada “não apenas como uma versão singular da Ilustração, mas também como o elo histórico entre a Revolução Científica na sua fase final inglesa e as origens culturais da Revolução Industrial”. (JACOB, 1988, pp. 139-140)

A partir desta reflexão, Jacob procurava demonstrar efetivamente que este “elo histórico” se tornaria mais evidente no final do século XVIII, questionando, inclusive, a perspectiva a-histórica de muitos estudiosos que tentavam negá-lo, afirmando “que a ‘ciência pura’ de Boyle e Newton não tinha nada a ver com a Revolução Industrial”. Para Jacob, isso não passava “naturalmente” de uma “suposição” que “anacronicamente [presumia] a existência no século dezoito daquilo que [poderia] ser apenas descrito como a nossa própria concepção de ‘ciência pura’”, visto que, para muitos “cientistas” daquele século, a “ciência era, talvez acima de tudo, ciência útil”. E esta historiadora concluía: “Isso já era verdade no início do século, enquanto que, por volta dos anos 1790, o vínculo entre o conhecimento científico e a aplicação industrial se tornou rotineiro”. (JACOB, 1988, p. 141)

Jacob reforçava ainda a ideia acerca da necessidade de um profundo conhecimento de “Mecânica Aplicada” por parte de industriais sobretudo no momento decisivo da introdução de motores a vapor e novo maquinário em seus



estabelecimentos, quando estes homens tiveram que tomar decisões, “prontamente e confiantemente”, que envolviam um “risco de capital considerável”. Nos anos 1790, continuava Jacob, já era possível encontrar muitos industriais “que eram capazes de corrigir planos de desenho complexos de engenheiros contratados”. E estes industriais “eram capazes de fazer isso porque duas ou mais gerações de educadores científicos expandiram o seu negócio das casas de café de Londres para os vales de Derbyshire”. (JACOB, 1988, p, 141)

Segundo Jacob, na segunda metade do século XVIII, “esta nova cultura científica” já tinha se disseminado amplamente tanto entre uma “elite polida e nominalmente Anglicana”, quanto entre setores Dissidentes ou Não-Conformistas mais intelectualizados, devendo-se evitar os equívocos de muitos que associam o desenvolvimento da “Ciência Mecânica e Experimental” exclusivamente às Academias de Ensino dirigidas por estes últimos, embora, desde o início do século XVIII, eles fossem muito ativos “no empreendimento de disseminar a ciência para comerciantes e industriais”. Na realidade, segundo esta historiadora, a disseminação da nova “Ciência” se tratava de um movimento mais amplo que também incluía os professores independentes e/ou itinerantes e as sociedades filosóficas e literárias existentes no período, “da *Royal Society* de Londres à *Gentlemen’s Society* de Spalding, à *Philosophical Society* de Northamptonshire e, no final do século, à *Lunar Society* [de Birmingham] e à *Philosophical Society* de Derby, entre outras”. Para Jacob, os professores independentes e/ou itinerantes “eram os provedores de cultura científica, mas eles não a iniciavam e nem a sustentavam”, enquanto que as sociedades filosóficas e literárias tinham uma história mais “contínua” na “difusão da atividade e do aprendizado científicos para cavalheiros e comerciantes”. Estas sociedades, complementava esta historiadora, “permitiam a mistura dos cavalheiros e educados com os comerciantes e homens prósperos” e “parecem ter mantido tanto sua audiência quanto seu conteúdo intelectual razoavelmente altos”. (JACOB, 1988, pp. 150, 152 e 159)

Sobre os professores independentes e/ou itinerantes mais importantes, como os da geração de John Theophilus Desaguliers e ou das geração seguinte (que incluía Benjamin Martin e James Ferguson), as historiadoras Margaret C. Jacob e Betty Jo Teeter Dobbs, em seu livro conjunto (lançado em 1995), *Newton and the culture of*



*Newtonianism*, procuravam ressaltar algumas características das atividades destes homens, que estavam criando um meio de vida ou uma “carreira” profissional, e demarcar a importância de sua atuação. Segundo Jacob e Dobbs, estes professores podiam ser considerados “*showmen* [apresentadores], com elevadas e também práticas mensagens” que “trouxeram a Ilustração para fora das salas de estar das elites para as classes médias, proclamando a ciência como a chave para o progresso humano”. Através da nova “Ciência” Mecânica e Experimental Newtoniana, “todo o ofício mecânico e manual poderia ser aperfeiçoado”, promovendo-se “o auto-aperfeiçoamento, o lucro, e o prestígio”. Esta nova “Ciência” poderia transformar a vida dos indivíduos, sobretudo na sua dimensão aplicada do “conhecimento mecânico”, tornando-se “uma chave para a mobilidade social” e “um caminho para uma vida respeitável”. Estas historiadoras ainda enfatizavam que o amplo público destes professores independentes e/ou itinerantes, também formado por “artesãos, comerciantes, e homens de negócios”, tinha plena condições de entender “[suas] interpretações claras e simples da filosofia natural, da mecânica, das leis do movimento e da hidrostática”. (JACOB; DOBBS, 1998, p. 89)

Assim, de acordo com Jacob e Dobbs, verificava-se um amplo movimento de divulgação da Filosofia Natural e Experimental (ou da “Ciência” Mecânica e Experimental Newtoniana), baseado sobretudo nas contribuições dos *Principia (Philosophiae naturalis principia mathematica)*, do qual participavam professores independentes e/ou itinerantes, comentadores diversos, membros das sociedades filosóficas e literárias, industriais, engenheiros e “mesmo artesãos especializados”. A ampla divulgação da Filosofia Natural e Experimental foi responsável pela criação de um novo currículo, com novos livros e publicações “apropriados à inovação tecnológica”, que “fizeram a aplicação da mecânica tão natural quanto a própria harmonia e ordem do grande sistema matemático de Newton”. Este novo currículo e a ação destes indivíduos, “diante de escolhas econômicas e tecnológicas” e a receptividade “a novos sistemas de conhecimento que prometiam novas soluções”, estabeleceram “a rota fora dos Principia (...) para as minas de carvão de Derbyshire ou os canais das *Midlands*” e, ainda acrescentaríamos, para as novas indústrias de Lancashire e Yorkshire. Neste processo, ao longo do século XVIII, ainda apontavam Jacob e Dobbs: “Os matemáticos e mecânicos práticos frequentemente combinavam



suas habilidades com valores e atitudes tradicionais, mas o mais importante era a certeza de que os Principia ofereciam aprendizado acerca dos céus e também de noções cotidianas acessíveis a qualquer um que pudesse dominar um manual”. (JACOB; DOBBS, 1998, p. 111)

Jacob e Dobbs também enfatizavam a frequente parceria entre engenheiros civis e industriais que “inicialmente tornou possível a aplicação da mecânica, da hidrostática e da pneumática Newtonianas” e passou a ser objeto das pesquisas históricas mais recentes. Era uma prática muito comum que “empresários consultassem engenheiros civis com os quais eles podiam competir na área do conhecimento mecânico geral”. Assim, indicavam as historiadoras: “Num espaço preenchido pelo capital, pelo conhecimento mecânico, pela mão-de-obra barata, pelo experimento tecnológico, e pela perspectiva de consumo interno”, era natural que “decisões fossem tomadas, lenta e cumulativamente”, e “resultassem na industrialização da mineração, do transporte e da manufatura”. Portanto, pode ser abandonada definitivamente “a velha imagem do empreendedor industrial como um inventor semiletrado” que, em boa parte do século XX, “permeou a literatura sobre o moderno desenvolvimento industrial assim como a historiografia econômica da industrialização do Ocidente”. (JACOB; DOBBS, 1998, p. 111)

Neste sentido, Jacob e Dobbs admitiram que “a penetração excepcional da ciência na Grã-Bretanha deve agora ser reconhecida como uma das condições necessárias que permitiram o primeiro período da industrialização”. Assim, a “nova cultura científica” se tornou “o ‘capital mental’ da Primeira Revolução Industrial”, que, por sua vez, fazia parte de “um conjunto de fatores econômicos importantes que funcionaram em benefício de empresários e engenheiros”. “Com os recursos fornecidos pela nova cultura científica”, complementavam estas historiadoras, empreendedores e engenheiros “podiam adquirir conhecimento mecânico aplicado, que era explícita e diretamente apropriado a [sua] tomada de decisão tecnológica”. (JACOB; DOBBS, 1998, p. 115)

Em 1997, Margaret C. Jacob lançou um novo livro, *Scientific culture and the making of the industrial West*, explorando o tema da relação da nova “Ciência” Mecânica e Experimental Newtoniana com o processo de transformação industrial não apenas da Inglaterra, mas também de outros países europeus (notadamente a França e a



Holanda), procurando abordar as bases ou fundações intelectuais, culturais e sociais deste processo. Em sua “Introdução”, Jacob considerava este novo livro como um “herdeiro intelectual” do seu livro anterior, *The cultural meaning of the scientific revolution*, pois, ao invés de publicar uma segunda edição deste, ela preferiu expandir muitos dos assuntos nele tratados, numa nova e “mais matizada versão”, que não deixava de refletir “a continuidade do [seu] pensamento e [sua] pesquisa”, mas na qual procurava dar “maior atenção ao século dezoito com base numa abordagem comparativa”. (JACOB, 1997, p. 2)

Certamente, em *Scientific culture and the making of the industrial West*, encontramos muitas passagens semelhantes àquelas de *The cultural meaning of the scientific revolution*, que também foram retomadas, por Jacob, na segunda parte da sua publicação em parceria com Betty Jo Teeter Dobbs (*Newton and the culture of Newtonianism*). Portanto, como alguns trechos de *Scientific culture and the making of the industrial West* (relevantes para a construção da nossa argumentação) reproduzem os argumentos das duas obras anteriores de Jacob, procuraremos ressaltar, agora, algumas outras ideias desta autora que complementam as suas reflexões prévias.

Primeiramente, gostaríamos de ressaltar as considerações de Jacob acerca da “ampla aceitação” do pensamento de Francis Bacon (acerca do caráter público e da utilidade do conhecimento), associado à tradição experimental de Boyle e Newton, “entre a elite educada”, que “começou somente no início do século dezoito”. Entretanto, a “cultura científica moderna” se organizou, a partir daí, “sob a bandeira da vitória Newtoniana”, com a “Ciência” ou, melhor dizendo, a Filosofia Natural Mecânica e Experimental que, juntamente com a nova Astronomia emanada dos *Principia*, “foi sintetizada em manuais escritos na língua inglesa depois de 1700 pelos seguidores” de Newton. Evidentemente, “os primeiros industrialistas” também foram seduzidos pela perspectiva utilitária e experimental da nova “Ciência Newtoniana” e passaram a acreditar que, “de alguma forma, eles podiam manter uma ordem social que principalmente os recompensava e enriquecia ao mesmo tempo que melhorava a condição humana”. (JACOB, 1997, pp. 96 e 102)

Em meados do século XVIII, o comércio internacional e a ampliação do consumo interno proporcionaram aos ingleses, e britânicos em geral, condições de vida jamais experimentadas por eles, principalmente para os setores intermediários da



população, e também capitais excedentes que poderiam ser investidos em novos empreendimentos, em especial na expansão e reorganização da produção industrial-manufatureira. Além de capital, os produtores manufatureiros tinham fartamente “carvão, ferro e mão-de-obra barata”, mas, argumentava Jacob, que eles “também possuíam uma cultura científica distinta que agora [necessitava] ser integrada ao contexto econômico”. Esta historiadora complementava: “Os empresários industriais britânicos tanto tinham que possuir competência técnica quanto tinham que ter habilidade para contratar e conversar com pessoas que produziam. Eles necessitavam assimilar o conhecimento científico aplicado junto com as habilidades empresarias e os valores protestantes de trabalho disciplinado e probidade”. (JACOB, 1997, pp. 105 e 114)

Jacob viria novamente a enfatizar que o “conhecimento mecânico e matemático” adquirido pelos engenheiros, mecânicos especializados e produtores manufatureiros não era aleatório e provinha de diversas fontes, tais como: os “cursos dados por professores viajantes, a partir de um paciente estudo de manuais baseados nos *Principia*”; os “compêndios de mecânica prática ou manuais usados em academias privadas formadoras de artesãos”; e o “comparecimento regular às seções de sociedades voluntárias como a *Lunar [Society]*, em Birmingham, a *Literary and Philosophical [Society]*, em Manchester, e mesmo a *Royal Society*, em Londres”. Assim, prosseguia Jacob, “estes homens adquiriram o conhecimento necessário para efetuar os cálculos mais avançados requeridos para mover objetos pesados sobre terrenos montanhosos ou de dentro das profundas minas de carvão nunca antes alcançadas”. Os engenheiros, proprietários manufatureiros e homens de negócios britânicos em geral “tinham que estar aptos para entender um ao outro” e, desse modo, desenvolver seus projetos para “construir ou melhorar os canais e portos e inventar, como também usar, máquinas a vapor”. O elemento fundamental para este entendimento era a nova “cultura científica ancorada em torno da síntese Newtoniana”, que “forneceu o vocabulário prático e cada vez mais acessível” para estes homens realizarem seus projetos e, assim, eles se “tornaram notavelmente letrados em assuntos técnicos, aplicados e ocasionalmente teóricos”. (JACOB, 1997, pp. 106, 110 e 115)

Na realidade, em seu livro *Scientific culture and the making of the industrial West*, Margaret C. Jacob procurou abordar a relação entre os princípios experimentais da



“Filosofia Mecânica Newtoniana” e a formação de uma “cultura científica aplicada”, divulgada entre os engenheiros, industriais e artesãos letrados, que se constituiu, de fato, numa das alavancas intelectuais da Revolução Industrial inglesa. Estes profissionais não só tiveram acesso aos princípios da “Mecânica Newtoniana”, através de cursos de professores independentes e/ou itinerantes, das discussões das diversas sociedades filosóficas e literárias e da leitura de livros (compêndios e manuais) que procuravam traduzir em linguagem simples e prática estes princípios Newtonianos, como também se utilizaram deste conhecimento para a construção de suas máquinas e a reorganização do processo de produção industrial. Por isso, Jacob afirmava enfaticamente que a “ciência inglesa na forma de Mecânica Newtoniana impulsionou diretamente a industrialização. Ela não foi simplesmente ou meramente a serva desta como uma literatura histórica mais antiga outrora afirmou”. (JACOB, 1997, p. 113)

Margaret C. Jacob retomou seus estudos sobre a constituição de uma “Ciência Útil e Aplicada” de base Newtoniana num trabalho conjunto com o historiador Larry Stewart, publicado em 2004, cujo título era *Practical Matter: Newton's science in the service of industry and empire, 1687-1851*. Este livro retomava uma série de considerações das publicações já focalizadas de Jacob, como também das publicações de Stewart, sobretudo do seu importante livro *The rise of public science: rhetoric, technology, and natural philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*, publicado em 1992, que abordava a constituição do Newtonianismo como uma “Ciência Pública”, que foi um dos pilares para a emergência de uma “esfera pública Ilustrada” que “[podia] ser vista em numerosos locais onde os letrados se reuniam”: “sociedades de leitura e debate, casas de café e lojas maçônicas” que proliferavam não apenas na Inglaterra, mas em toda a Europa Ocidental. (JACOB; STEWART, 2006, p. 61; e STEWART, 1992, pp. xxix-xxxiv)

Assim, de acordo com Jacob e Stewart, a “Ciência Mecânica e Experimental” emanada dos *Principia*, divulgada amplamente pelos professores independentes e/ou itinerantes e usada extensivamente pelos engenheiros civis e proprietários manufatureiros, “lançou as fundações para o início do desenvolvimento industrial da Grã-Bretanha”. Entretanto, apesar da importância dos *Principia* neste processo, foram “os profissionais, a audiência, o novo público, os compradores e consumidores da nova ciência, que a tornaram o alicerce do desenvolvimento econômico ocidental”. (JACOB;



STEWART, 2006, p. 15) Neste ponto, Jacob e Stewart dialogaram também com a obra do grande historiador econômico, Joel Mokyr, que muito se utilizou dos trabalhos dos dois estudiosos, para elaborar o seu livro *The gifts of Athena: historical origins of the knowledge economy*, publicado em 2002, no qual caracterizou o processo de disseminação de uma “Ciência Experimental, Útil e Aplicada”, que seria o elo entre a Revolução Científica do século XVII e a emergência da Revolução Industrial, como uma autêntica “Ilustração Industrial” (“*Industrial Enlightenment*”). Inspirados na perspectiva de Mokyr, Jacob e Stewart também se referiram a este processo como uma “Ilustração Industrial”. (MOKYR, 2005, pp. 29-40; e JACOB; STEWART, 2006, p. 15)

Mas, em *Practical Matter*, Jacob e Stewart trouxeram novas considerações acerca daquilo que consideravam como uma “transformação profunda” que se deu “gradualmente, a partir de 1687, quando Newton publicou seu grande livro sobre mecânica e dinâmica celeste, até 1851, na maior exposição industrial jamais vista, que ocorreu no Palácio de Cristal [*Crystal Palace*], especialmente construído em Londres”, e neste processo, a “ciência se tornou central para o pensamento e desenvolvimento econômico ocidental”. Estes historiadores apontavam ainda que tal “compreensão científica do mundo [a “Ciência Experimental e Aplicada] ganhou aceitação e aplicação em grande parte do mundo ocidental”, mas a “ênfase particular” da análise de seu livro era a “Grã-Bretanha, onde, antes de muitos outros lugares, a ciência se tornou prática e posta ao serviço da indústria e do império”. (JACOB; STEWART, 2006, pp. 3 e 6)

Em *Practical Matter*, Jacob e Stewart foram além dos limites cronológicos de seus trabalhos anteriores e também dos seus conhecidos argumentos de que a “ciência mecânica, tal como articulada pelo Newtonianismo britânico, teve um profundo impacto sobre o início do desenvolvimento industrial”. Os dois autores enfatizavam que seu “foco [estava] quase inteiramente nos usos da mecânica”, que era “de longe a forma mais comumente ensinada e amplamente lida da ciência pós-*Principia*”, examinando “seus usos, seus efeitos sobre a imaginação e finalmente sobre a riqueza dos ocidentais” e verificando ainda “as inúmeras formas” em que a “ciência começou a ser entendida” e “[se tornar] tão fundamental para a cultura ocidental”, através de um processo que a “integrava e [a] aplicava a tudo, desde o estudo dos céus, rochas e plantas até a fabricação de mecanismos industriais”. Assim, as análises destes historiadores eram



estendidas até meados do século XIX, estabelecendo “a famosa exposição de 1851 como [seu] ponto de chegada”. (JACOB; STEWART, 2006, pp. 6-7)

Um ponto crucial, abordado por Jacob e Stewart, relacionava-se à “expansão da ciência” na Inglaterra e na Grã-Bretanha, que “era largamente o resultado da iniciativa empresarial de professores que procuravam conquistar um mercado, especialmente entre comerciantes e financistas que buscavam alguma vantagem nos amplos esquemas e projetos associados ao crescimento do industrialismo e do império”. Jacob e Stewart assinalavam que esta expansão também se deu em outros países da Europa Ocidental ao longo do século XVIII e, como “o simples resultado da curiosidade e do sentimento religioso”, verificou-se um crescimento progressivo do “mercado para aulas” em grandes e pequenas cidades, sendo que “no caso da Grã-Bretanha, especialmente nas cidades e balneários provinciais”. Certamente, na Inglaterra e na Grã-Bretanha, os professores independentes e/ou itinerantes podiam ser considerados como os principais responsáveis pela “difusão do evangelho Newtoniano”. (JACOB; STEWART, 2006, pp. 61-62)

Para a consolidação de uma “Ciência Pública”, cada vez mais útil e aplicada, ao longo do século XVIII – superando, inclusive, o ceticismo e as reservas do próprio Newton, que se mantinha ainda aferrado a uma perspectiva de “Ciência Cavalheiresca” do século XVII – o papel dos professores independentes e/ou itinerantes foi fundamental. Estes professores, obviamente, aproveitaram a oportunidade criada pelo modismo de uma nova “cultura polida” em que cavalheiros e damas procuravam conhecer os fenômenos da Natureza nos cursos públicos de Filosofia Natural e Experimental e também através de uma ampla literatura de divulgação do Newtonianismo, que incluía compêndios e manuais diversos, muitos deles elaborados pelos “professores públicos”. Neste processo, Jacob e Stewart focalizavam também “a emergência de uma rápida expansão da audiência pública para experimentos”, sobretudo aqueles realizados nos cursos ministrados pelos professores independentes e/ou itinerantes, que ofereciam “demonstrações de aparelhos mecânicos, de máquinas simples a motores a vapor, baseados nas noções de Newton sobre atração, repulsão, inércia, impulso, ação e reação”. (JACOB; STEWART, 2006, p. 93)

Jacob e Stewart destacavam que o objetivo de “um número muito grande destes professores” não era apenas mostrar “como as máquinas funcionavam” para aqueles que



frequentavam seus cursos por “curiosidade”, mas também, e “especialmente, para aqueles que podiam investir em aparelhagem tais como guinchos ou motores a vapor para empreendimentos industriais”. Desse modo, os dois autores ainda indicavam que “uma ampla audiência pública interessada em leis mecânicas teve consequências significativas para o processo de industrialização na segunda metade do século dezoito”. Se ainda nos anos 1720, “a ciência pública se tornou cada vez mais prática e menos religiosa no [seu] tom”, a partir dos anos 1770, “ela começou a atrair reformadores sociais e políticos”, com o prenúncio de profundas transformações econômicas e sociais, nas quais podia-se perceber, já na virada do século XVIII para o XIX, o protagonismo de certos proprietários manufatureiros (mais tarde chamados de “industrialistas”), da região Central (*Midlands*) e de condados do Norte da Inglaterra (Lancashire e Yorkshire), “na utilização de tecnologia de energia na indústria” e na transformação deste país na primeira potência industrial do planeta. Neste momento, diversos observadores e reformadores educacionais já começavam a defender a ideia de que “o conhecimento prático, técnico e mecânico deveria ser ensinado às crianças destinadas ao trabalho – em qualquer nível – no comércio e na manufatura”. (JACOB; STEWART, 2006, pp. 93-94 e 127-128)

### **3) DA “ILUSTRAÇÃO INDUSTRIAL” À “PRIMEIRA ECONOMIA DO CONHECIMENTO”.**

O historiador econômico Joel Mokyr vem se destacando, mais recentemente, com a publicação de livros nos quais os processos econômicos e as transformações sócio-econômicas têm sido estudados através de um diálogo com obras recentes de historiadores sociais e da Ciência e da Tecnologia. Seu livro *The gifts of Athena: historical origins of the knowledge economy*, publicado em 2002, representou o estabelecimento de uma nova abordagem na interpretação dos fenômenos econômicos da formação do mundo industrial-capitalista e da importância que o conhecimento científico-tecnológico teve neste processo e ele já adiantava, no prefácio desta obra, que “o desenvolvimento da conexão entre o conhecimento e a exploração de regularidades e recursos naturais é a substância da história da tecnologia”. (MOKYR, 2005, p. xi)

Em seguida, Mokyr indicava aos leitores sobre o “tipo de conhecimento” que “[ele tinha] em mente” que “[estava] confinado ao tipo de conhecimento que [ele



chamaria] conhecimento útil”, que se constituía numa ferramenta conceitual eficaz para o estudo do “crescimento econômico moderno”. Ele não negava que o termo “útil” tivesse diversos significados, mas deixava bem claro que estava “motivado pela centralidade da tecnologia” em sua perspectiva conceitual, “pois “a tecnologia em seu sentido mais amplo é a manipulação da natureza para obter ganhos materiais humanos”. Assim, Mokyr pretendia “[confinar-se] ao conhecimento de fenômenos naturais que excluem a mente humana e as instituições sociais”. Portanto, para ele o “conhecimento útil” se relaciona “com fenômenos naturais que potencialmente se prestam à manipulação, como artefatos, materiais, energia e seres vivos”. (MOKYR, 2005, pp. 2-3)

Mas Mokyr aprofundava o significado do conceito de “conhecimento útil”, que incluía, para ele, “dois tipos de conhecimento”. O primeiro deles seria “conhecimento ‘o que’ ou conhecimento proposicional (ou seja, crenças) sobre fenômenos e regularidades naturais”. Este tipo de conhecimento “[poderia] ser então aplicado para criar conhecimento ‘como’”, que corresponderia ao segundo tipo, denominado “conhecimento instrucional ou prescritivo, que [poderíamos] chamar de técnicas”. Mokyr ainda se referia aos dois tipos de “conhecimento útil” da seguinte maneira: “(...) conhecimento proposicional como conhecimento- $\Omega$  e conhecimento prescritivo como conhecimento- $\lambda$ . Se  $\Omega$  é *episteme*,  $\lambda$  é *techne*”. Mas, este historiador alertava que a distinção que ele estabelecia se diferia “em um importante aspecto das distinções-padrão entre ciência e tecnologia que produziram uma vasta literatura, mas que estão cada vez mais sob escrutínio”, sendo ela também diferente da distinção entre “teoria” e “conhecimento empírico”. (MOKYR, 2005, p. 4)

Sobre o “conhecimento proposicional”, Mokyr ainda assinalava que ele assumia duas formas: a primeira era a “observação”, que incluía “classificação, medição e catalogação de fenômenos naturais”; e a segunda era “o estabelecimento de regularidades, princípios e ‘leis naturais’ que governam esses fenômenos e nos permitem compreendê-los”. Esta segunda forma incluía a “matemática na medida em que [ela foi] usada para descrever e analisar as regularidades e a ordem da natureza”. Entretanto, Mokyr alertava que a “distinção” estabelecida nesta segunda forma “não é muito nítida, porque muitas regularidades empíricas e observações estatísticas podem ser classificadas como ‘leis’ por alguns e ‘fenômenos’ por outros”. Entretanto, para ele,



“o conhecimento útil inclui o conhecimento ‘científico’ como objeto”. (MOKYR, 2005, p. 5)

De acordo com Mokyr, verificou-se um processo de “alargamento das bases epistêmicas após 1800”, que sinalizava “transição de fase ou mudança de regime na dinâmica do conhecimento útil”. Isso não aconteceu em toda a economia e “a velocidade em que ocorreu diferiu de atividade para atividade e de técnica para técnica”, mas qualquer leitura atenta acerca da História da Tecnologia no Ocidente poderia “[confirmar] que, mais cedo ou mais tarde, este crescimento do conhecimento útil se tornou a força motriz das mudanças econômicas”. Para Mokyr, se não se verificasse “um crescimento correspondente na base epistêmica”, certamente “muitos episódios [tenderiam] a convergir no passado para um nível superior de tecnologia, mas não [levariam] a um crescimento cumulativo auto-sustentado, no qual o conhecimento [estaria] fora de controle”. (MOKYR, 2005, pp. 20-21)

Após estas considerações, Mokyr assinalava que pretendia seguir os caminhos abertos por Margaret C. Jacob e Larry Stewart e procurou associar fatores culturais ou intelectuais – representados pelo “conhecimento útil” setecentista – ao processo de emergência da Revolução Industrial inglesa. Para Mokyr, “a resposta para a questão temporal é vincular a Revolução Industrial a um evento anterior ou a um evento simultâneo que ela não causou”. Sua opção foi por não enfatizar uma “mudança política ou econômica que preparou o terreno para os eventos da Revolução Industrial”, mas sim, por admitir “que o momento da Revolução Industrial foi determinado por desenvolvimentos intelectuais” e que “a verdadeira chave” para o entendimento deste fenômeno histórico “deve ser buscada na revolução científica do século dezessete e no movimento ilustrado do século dezoito”. Assim para Mokyr, “A chave para a Revolução Industrial foi a tecnologia, e a tecnologia é o conhecimento”. (MOKYR, 2005, p. 29)

Na realidade, como historiador econômico, Mokyr apresentava uma abordagem inovadora acerca da grande mudança sócio-produtiva que transformou a Inglaterra na primeira potência industrial do planeta. Inclusive, ele sugeria uma nova postura interpretativa para os historiadores econômicos: “A conclusão central da análise é que os historiadores econômicos devem reexaminar a explicação das raízes epistêmicas que destacam as instituições, mercados, geografia e assim por diante. Em particular, a interconexão entre a Revolução Industrial e aqueles aspectos do movimento ilustrado



que buscaram racionalizar e disseminar o conhecimento [e] podem ter desempenhado um papel mais importante do que os escritos recentes lhes têm atribuído (...)”. Para Mokyr, a mencionada interconexão “explicaria o momento da Revolução Industrial após a Ilustração e – igualmente importante – porque não fracassou como explosões semelhantes de macroinvenção em épocas anteriores”. Além disso, este processo “também poderia ajudar a explicar porque a Revolução Industrial ocorreu na Europa Ocidental (embora não seja [somente] por isso que ela [tenha ocorrido inicialmente] na Inglaterra e não na França ou na Holanda)”. (MOKYR, 2005, p. 29)

Numa perspectiva mais simplificada, segundo Mokyr, “a Revolução Industrial poderia ser reinterpretada à luz das mudanças nas características e na estrutura do conhecimento- $\Omega$  [conhecimento proposicional] no século dezoito e das técnicas que se baseiam nele [ $\lambda$ , conhecimento prescritivo]”. Estas duas formas de conhecimento se desenvolviam conjunta e associadamente e, assim, “elas cada vez mais enriqueciam uma à outra, eventualmente alterando o equilíbrio do mecanismo de retroalimentação de negativo para positivo”. Por conseguinte, “o conhecimento útil cresceu alimentando a si mesmo, girando fora de controle por assim dizer, enquanto que, antes da Revolução Industrial, ele sempre fora limitado por sua base epistêmica e reprimido por fatores econômicos e sociais”. Dessa forma, o “conhecimento útil” potencializava a Revolução Industrial ao mesmo tempo em que era potencializado por ela e o que antes era considerado um processo de “retroalimentação positiva” eventual “tornou-se tão poderoso” que acabou adquirindo características “auto-sustentáveis”. E sobre este processo, Mokyr complementava: “As mudanças no ambiente social em que o conhecimento útil foi criado e disseminado levaram não apenas a um aumento no tamanho de  $\Omega$  (através da descoberta), mas também a sua maior densidade (através da difusão)”. (MOKYR, 2005, p. 33)

Em seguida, Mokyr indicava as origens históricas do processo que possibilitou a auto-sustentabilidade do “conhecimento útil” e ele buscava estas origens em “dois fenômenos históricos [que] mudaram os parâmetros de como as sociedades da Europa Ocidental lidavam com o conhecimento útil no período anterior à Revolução Industrial”. O primeiro deles era a “Revolução Científica” do século XVIII e o segundo era “um evento que poderia ser chamado de Ilustração Industrial”, que “era um conjunto



de mudanças sociais que transformou os dois conjuntos de conhecimentos úteis e a relação entre eles”. (MOKYR, 2005, pp. 34-35)

De acordo com Mokyr, a “Ilustração Industrial” apresentava um “triplo propósito”. Primeiramente, numa dimensão mais estritamente produtiva, “ela procurou reduzir os custos de acesso pesquisando e catalogando práticas artesanais nos limites empoeirados das oficinas, para determinar quais técnicas eram superiores e para propagá-las”, o que “levaria a uma adoção e difusão mais amplas das técnicas de melhores práticas”. Em segundo lugar, numa dimensão epistêmica mais complexa, a “Ilustração Industrial” tentou “entender porque as técnicas funcionavam” e procurou “generalizá-las”, “tentando conectá-las ao conhecimento proposicional formal da época”, e, desse modo, fornecer novas “técnicas com bases epistêmicas mais amplas”. Aqui, Mokyr apontava que “a desconcertante complexidade e diversidade do mundo das técnicas em uso deveria ser reduzida a um conjunto finito de princípios gerais que as governavam” e também que “essas ideias levariam a extensões, aprimoramentos e melhorias, assim como acelerar e agilizar o processo de invenção”. Em terceiro lugar, numa dimensão mais prático-interativa, “procurou facilitar a interação entre aqueles que controlavam o conhecimento proposicional e aqueles que executavam as técnicas contidas no conhecimento prescritivo”. (MOKYR, 2005, p. 35)

Para Mokyr, não restava nenhuma dúvida de que a “Ilustração Industrial” era uma das bases importantes para a Revolução Industrial. Partindo, inclusive, da premissa básica de *The gifts of Athena*, que era “o que as pessoas sabiam influenciou o que elas fizeram”, ele afirmava que “não há dúvida de que a Revolução Industrial e a era subsequente de crescimento moderno coincidiram com uma revolução no conhecimento útil”. Esta relação realmente se verificou, mas não era tão direta e mecânica, e, sobre ela, Mokyr sustentava: “A ligação entre o conhecimento útil e as mudanças na economia foi talvez mais sutil, indireta e complexa do que os modelos lineares da ‘ciência leva à tecnologia’ implicam, mas ela existe”. Por outro lado, a perspectiva do “conhecimento útil”, em suas duas modalidades, deveria evitar a confusão, presente em certos autores, com “a insistência em separar a ciência da tecnologia ou a teoria do conhecimento empírico”. Mas, este historiador reiterava a sua premissa básica e indicava que “esses efeitos de alastramento, assim como o próprio conhecimento,



*criaram a Ilustração Industrial e prepararam o terreno para as mudanças na tecnologia*”. (MOKYR, 2005, p. 36)

Consequentemente, poder-se-ia falar numa “*revolução do conhecimento*” no século XVIII, de acordo com Mokyr. Porém, esta “*revolução*” não significava “a emergência de um conhecimento novo”, mas “foi também o melhor acesso ao conhecimento que fez a diferença”. Mokyr argumentava que “em alguns casos, os estudiosos tendem a exagerar a quantidade de novidades ocorridas nos séculos anteriores à Revolução Industrial, minimizando suas realizações tecnológicas”, que estiveram na base da “*Ilustração Industrial*”, que “iniciou um processo que reduziu drasticamente esses custos de acesso”. Portanto era necessário reconhecer que “a revolução do conhecimento do século dezoito – ou seja, as mudanças na estrutura de  $\Omega$  [conhecimento proposicional] – tornou o processo de evolução mais eficiente, no sentido de que as técnicas superiores se espalharam mais rapidamente porque melhoraram as maneiras em que estas se tornaram conhecidas e puderam ser testadas”, o que possibilitou a Revolução Industrial. A partir daí, o desenvolvimento do conhecimento científico, em suas modalidades teórica e aplicada, esteve intimamente associado ao desenvolvimento econômico-industrial na formação do mundo capitalista, constituindo-se também enquanto uma “*economia do conhecimento*”. (MOKYR, 2005, pp. 74-74)

Em 2009, Joel Mokyr publicou um novo livro, *The enlightened economy: an economic history of Britain, 1700-1850*, no qual procurou analisar o desenvolvimento econômico da Inglaterra e da Grã-Bretanha do início do século XVIII até meados do século XIX, quer dizer, do imediato pós-Revolução Gloriosa até a Exposição do Palácio de Cristal (*Crystal Palace Exhibition*), em 1851, que correspondeu ao auge da hegemonia econômico-industrial britânica. Mokyr retomou a perspectiva de análise, já apresentada em *The gifts of Athena*, e ampliou-a consideravelmente, estendendo esta perspectiva para o desenvolvimento do conjunto da economia britânica, tratando-a, para além da “*Ilustração Industrial*”, como uma “*economia ilustrada*”. De acordo com este historiador, o desenvolvimento econômico inglês e britânico, no período indicado, não poderia se resumir “a argumentos-padrão, como fatores geográficos e o papel dos mercados, da política e da sociedade”, pois, na realidade, “o início do crescimento da economia moderna dependia muito do que as pessoas sabiam e acreditavam e de como



essas crenças afetavam seu comportamento econômico”. Se “o século dezoito foi a Era da Ilustração”, por consequência “as ramificações econômicas desse fato precisam ser totalmente enfrentadas” para que possamos chegar ao amplo entendimento do desenvolvimento econômico anterior e posterior à Revolução Industrial e à “emergência do crescimento econômico sustentado”. (MOKYR, 2009, pp. 1-2)

Um aspecto retomado e ressaltado por Mokyr, em *The enlightened economy*, relacionava-se à perspectiva de um “conhecimento útil” formulada pelos filósofos da Ilustração e o impacto que este tinha sobre a economia. Segundo Mokyr, “o crescimento do conhecimento útil [estava] no centro de qualquer história do crescimento moderno” e “o movimento do conhecimento da natureza para a tecnologia era uma via de mão dupla, com o movimento indo tanto das práticas à teoria quanto indo na outra (e mais amplamente discutida) direção”. Segundo ele, não se pode afirmar peremptoriamente “que a Revolução Industrial e o crescimento econômico foram impulsionados principalmente por avanços científicos”, mas, o que estava “fora de questão” era “que a importância relativa da ciência para a economia produtiva continuou crescendo ao longo dos séculos dezoito e dezenove, e se tornou indispensável após 1870, com a chamada Segunda Revolução Industrial”. Entretanto, Mokyr reafirmava a “premissa básica” de que “a Revolução Industrial foi o resultado das bases sociais e intelectuais lançadas pela Ilustração e pela Revolução Científica” e, assim, ela se constituía num “fenômeno europeu”, não exclusivamente britânico, mas não se pode pensá-la sem o pioneirismo e a liderança britânica neste processo. (MOKYR, 2009, pp. 9-11)

Mokyr apontava que uma série de atividades produtivas “tornou-se cada vez mais dependente do conhecimento útil incorporado em fontes impressas ou obtidos de especialistas”. Entre estas, ele destacava: “Engenharia, mecânica, regularidades naturais envolvidas na rotação de cultivos, localização e extração de minerais, construção de instrumentos utilizados em topografia e navegação e a fabricação de produtos materiais-intensivos, tais como cerâmicas, papel e metais”. Mokyr também alertava que existia um tipo de conhecimento “codificado em livros e artigos, bem como o conhecimento tácito transmitido entre indivíduos [que] não se qualificaria como ‘ciência’ em sua encarnação moderna, mas era de importância fundamental” e também poderia ser considerado como “conhecimento útil”. E ele arrematava, afirmando que “a



essência do impacto da Ilustração na economia foi o impulso para expandir o acúmulo de conhecimento útil e direcioná-lo para o uso prático”. (MOKYR, 2009, p. 10)

Segundo Mokyr, grande parte da historiografia devotada aos estudos da Ilustração não se preocupava em relacioná-la “com o desenvolvimento econômico subsequente”, assim como um grande segmento da historiografia econômica especializada nos estudos da Revolução Industrial também não procurava relacioná-la aos movimentos filosóficos, científicos e culturais do século XVIII. “É impressionante”, dizia este historiador, “que as duas literaturas gigantescas, a do Iluminismo e a da Revolução Industrial, foram quase totalmente desarticuladas, apesar das conexões bastante óbvias”. (MOKYR, 2009, p. 30)

Mokyr identificava que o “projeto” geral da Ilustração continha três “projetos” mais específicos, obviamente com inter-relações. Dois deles eram plenamente reconhecidos pela filosofia e pela historiografia de nosso tempo, que consistiam em “um [projeto] político” que queria “criar uma sociedade melhor” e “um [projeto] filosófico” que procurava “substituir a religião pelo pensamento racional e [por] uma compreensão da natureza”. Mas, Mokyr apontava “um terceiro projeto” cujo objetivo era “fazer a economia produzir mais riqueza e, assim, aumentar o que os economistas hoje chamariam de bem-estar econômico”, que, sem dúvida alguma, “foi de longe o mais bem-sucedido, mesmo que, em escala global, ainda esteja incompleto”. Para este historiador, “o impacto da Ilustração na economia foi lento e sutil”, sendo praticamente “impossível discernir sua influência nos campos e lojas da Grã-Bretanha no século dezoito”. Mas, isso não significou que os efeitos da Ilustração sobre a economia não fossem efetivos, pois “eles penetraram mais profundamente e eram impossíveis de se desfazer”, sendo plenamente reconhecidos e ampliados pelos homens do século seguinte. Desse modo, continuava Mokyr, “a Ilustração plantou as sementes do progresso econômico em todos os países em que era predominante, mas o solo britânico provou ser o mais fértil e aquele em que brotaram primeiro. O desafio é identificar as fontes dessa precocidade”. (MOKYR, 2009, pp. 30 e 32)

Assim, de acordo com Mokyr, podemos entender porque “a Ilustração foi a razão pela qual a Revolução Industrial foi o começo do crescimento econômico moderno e não mais um lampejo tecnológico”. Em épocas anteriores à Revolução Industrial, a invenção “foi um evento, uma eflorescência, ao invés de um processo



contínuo”, pois mesmo “as novas técnicas, mesmo aquelas revolucionárias, logo se cristalizaram em torno dos projetos dominantes que surgiram e, depois de um tempo, o progresso se extinguiu”. Isso revelava, para Mokyr, uma das principais características da Revolução Industrial, pois, *pela primeira vez na História*, “os avanços e aperfeiçoamentos tecnológicos eram contínuos e sustentados”. E na base deste processo estavam “As mudanças intelectuais e ideológicas do século dezoito”, que contribuíram para converter “umas poucas invenções importantes num oceano de mudança macroeconômica” que, juntamente com a adoção gradativa de políticas livre-cambistas, transformaram a economia inglesa e britânica numa “*economia ilustrada*”. (MOKYR, 2009, p. 62)

Outra obra importante para o debate acerca da “economia do conhecimento”, iniciado por Joel Mokyr, é o livro de Margaret C. Jacob, intitulado *The first knowledge economy: human capital and the European economy, 1750-1850*, publicado em 2014. Como já mencionamos, a ideia de uma “economia do conhecimento” já estava implícita em *The gifts of Athena*, de Mokyr, ao se referir ao “conhecimento útil” e a “Ilustração Industrial”. Contudo, era Margaret C. Jacob que iria se referir ao período correspondente à primeira Revolução Industrial como a “primeira economia do conhecimento”, como indicava o próprio título do seu livro de 2014. (JACOB, 2014)

Na introdução deste livro, Jacob não deixava de reconhecer a importância e a influência da obra de Joel Mokyr, que liderava um grupo de “historiadores econômicos reformadores”, que se abria para estudar os fenômenos econômicos, associando-os às questões culturais e intelectuais que faziam parte da Ilustração e da cultura científica Newtoniana do século XVIII. Antes de tudo, Jacob também procurou caracterizar o seu entendimento da “primeira economia do conhecimento”, que correspondia “à era da Revolução Industrial, aproximadamente dos anos 1760 aos anos 1850, primeiro na Grã-Bretanha e depois em partes selecionadas do norte e oeste da Europa, com atenção especial à Bélgica”. Segundo esta historiadora, foi neste período que o “crescimento econômico baseado na inovação tecnológica [se tornou] contínuo”. E Jacob complementava: “Certamente, havia fluxos e refluxos, recessões e até depressões, mas ainda assim a riqueza das nações afetadas continuava a crescer, e, lentamente, também a renda per capita das famílias”. Mas, ela sugeria de forma eloquente: “Quando falamos



no presente sobre nossa economia do conhecimento, isso ajuda a saber onde e quando uma versão anterior dela começou”. (JACOB, 2014, pp. 1 e 7)

Uma das principais questões enfrentadas por Jacob, em *The first knowledge economy*, estava relacionada aos “atores-chave que tornaram possível a prosperidade ocidental sustentada”. E ela procurava responder a esta questão apontando o seu foco “sobre o conhecimento mecânico, derivado em grande parte, mas não exclusivamente, da ciência newtoniana, e os fundamentos teóricos que ele [o conhecimento mecânico] forneceu à inovação tecnológica em mineração, manufatura, e à aplicação de energia a vapor mais generalizadamente”. Jacob também argumentava que “a nova economia do conhecimento exibia muitos elementos culturais – circulação mais ampla de informações, novos locais de ensino e reformas curriculares – mais visíveis inicialmente na Grã-Bretanha do que no continente”. Mas, obviamente, “nenhum dos elementos era mais importante do que o corpo organizado de conhecimento mecânico, emanado de aulas, manuais e currículos”. Este “conhecimento mecânico” seria chamado por “observadores franceses” de “mecânica industrial e tornou-se crucial para a inovação tecnológica”. (JACOB, 2014, p. 1)

Na defesa da ideia da constituição da “primeira economia do conhecimento”, Jacob retomava a sua crítica a “outro lugar comum na história econômica da Revolução Industrial” que apontava os empresários industriais, “particularmente no setor manufatureiro vital do algodão”, como “consertadores semialfabetizados [engenhoqueiros, *semi-literate tinkers*]”. De acordo com Jacob, esta era uma versão bastante reducionista da História Econômica que fazia uma caricatura dos “primeiros industriais como artesãos primários não instruídos, para quem a invenção por consertos substituiu o conhecimento abstrato dos princípios científicos ou tecnológicos”. Estes primeiros empreendedores industriais ingleses também “foram descritos como deficientes em ‘conhecimento técnico e comercial’, uma condição sanada apenas com o tempo pela contratação de especialistas”. Segundo ainda esta versão reducionista, eles eram homens orientados por um “conhecimento prático” que existia totalmente “divorciado do conhecimento ‘teórico’ ou ‘abstrato’”. (JACOB, 2014, pp. 2-4)

Entretanto, assinalava Jacob, “a rigidez deste modelo” escondia “o fato de que os primeiros industriais do algodão podiam ser tanto artesãos e conhecedores de máquinas, quanto teoricamente sofisticados”. E esta historiadora completava: “Certamente, fazer



tear mecânico [rotativo] não exigia um conhecimento prático dos princípios mecânicos derivados das ciências; [mas], conectar e manter várias máquinas rotativas pela energia a vapor sim”. Isso era, segundo Jacob, o resultado de uma nova “formação técnica” – que se desenvolveu primeiramente na Inglaterra e, depois, em outros países europeus e nos Estados Unidos) –, que vinha acompanhada de “novas tecnologias de fabricação e incluía, além da alfabetização tradicional, a capacidade de fazer cálculos matemáticos com sofisticação crescente e de ler e entender desenhos e modelos técnicos”. Em síntese, estes primeiros industriais eram capazes de fazer “cálculos matemáticos” e “experimentação por tentativa e erro” e desenvolveram “a habilidade de acompanhar a complexidade de novas máquinas”. (JACOB, 2014, p. 4)

Esta “formação técnica” dos empresários industriais, como também de engenheiros e mecânicos especializados, era resultado da expansão da educação técnico-científica na Inglaterra, que se intensificou na segunda metade do século XVIII. Jacob apontava que as “escolas secundárias em lugares como Manchester e Newcastle voltaram-se para o ensino técnico depois de 1750, e em todo o Norte foram feitos esforços para criar escolas” que ofereciam ensino científico e matemático. Academias de Ensino também se estabeleceram por todo o país, oferecendo uma educação científico-matemática mais aprofundada e profissionalizante, devendo-se destacar aquelas Academias dirigidas por Dissidentes Religiosos, sobretudo Presbiterianos, Unitários e *Quakers*, cuja qualidade do ensino era bastante reconhecida, inclusive em círculos Anglicanos. Com isso, Jacob procurava refutar a tese acerca da estagnação da educação na Inglaterra (e em toda a Grã-Bretanha) depois de 1750, demonstrando que acontecia justamente o contrário, que este país “experimentou um crescimento sustentado na educação primária e secundária (...)”, na segunda metade do século XVIII. (JACOB, 2014, pp. 6-7 e 10)

Assim, surgia um novo empreendedor industrial embasado numa nova cultura científico-tecnológica, que se tornava tão fundamental para o seu negócio, como o amplo conhecimento das condições e das possibilidades de mercado. Jacob enfatizava: “Munidos de conhecimento e *know-how*, inspirados tanto pelo desejo de enriquecer quanto por qualquer outro motivo, os empreendedores emergiram dentro de uma cultura industrial ligada ao conhecimento científico e à tecnologia como o meio para um fim sem precedentes: o lucro com a produtividade impulsionada por energia de fontes



inorgânicas”. Por outro lado, Jacob alertava que “a transformação da energia orgânica para a inorgânica foi gradual e, em muitos lugares, a água e a energia eólica permaneceram vitais até o século dezenove”, coexistindo com a nova energia a vapor, que só então se tornou dominante. Mas, apesar deste gradualismo, Jacob concluía que “em nenhum lugar, a transformação nas formas de produção de energia ocorreu tão rapidamente quanto na Grã-Bretanha após 1750”. (JACOB, 2014, p. 8)

Neste processo histórico, enfatizava Jacob, “o conhecimento se torna capital humano quando o possuímos, e isso acontece através da educação de baixo para cima, [seja ela] formal, informal, na loja, em casa – o que quer que funcione”. A “presença do conhecimento mecânico” podia ser verificada “na mineração de carvão, nas fábricas têxteis, nos canais e portos, nos comitês da Câmara dos Lordes, e não conseguir [se] provar onde ele foi adquirido”. Não se pode esquecer também a atuação dos professores independentes e/ou itinerantes que atuavam em certas cidades e percorriam o país, ministrando os seus cursos de Filosofia Natural e Experimental Newtoniana. Dessa forma, a nova cultura científica esteve na base da constituição da “primeira economia do conhecimento” e isso, tem grande relevância para entendermos porque a Inglaterra (ou a Grã-Bretanha) “foi também a primeira nação ocidental a se industrializar”. (JACOB, 2014, pp. 8 e 10)

Durante o período 1750-1850, continuava Jacob, um certo número de pessoas não apenas na Inglaterra (ou na Grã-Bretanha), mas também em toda a Europa Ocidental, “passou a possuir o conhecimento necessário para implantar o vapor e um conjunto de outras inovações tecnológicas que se tornaram centrais no desenvolvimento industrial”. A ação destes inovadores, segundo esta historiadora, “afetou quase toda a indústria, e a maior parte dessas invenções veio de homens qualificados que haviam sido aprendizes e eram majoritariamente instruídos”. Jacob ainda indicava que, algumas vezes, estes inovadores “publicavam suas descobertas; outras vezes, eles as guardavam zelosamente”, mas pouquíssimos deles não passaram pela experiência do aprendizado. Estes homens formaram o novo empresariado industrial e foram agentes da constituição da “primeira economia do conhecimento”. (JACOB, 2014, p. 12)

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS.**



No panorama historiográfico acima apresentado, vimos que a primeira problematização acerca de um novo entendimento para a relação da Ciência e da Tecnologia, produzidas no século XVIII, com a Revolução Industrial foi apresentada pelos historiadores econômicos Albert E. Musson e Eric Robinson, que procuraram mostrar os vínculos estreitos daquelas com a grande transformação sócio-produtiva iniciada nas décadas finais daquele século. As reflexões destes dois historiadores foram fundamentais para estimular as investigações de historiadores da Ciência que ampliaram bastante a dimensão do debate e demonstraram novos aspectos destes vínculos estreitos.

Inicialmente, este foi o caso da historiadora Margaret C. Jacob que procurou estabelecer as relações da Ciência e da Tecnologia emergentes no século XVIII com outros dois fenômenos interligados: a expansão do Newtonianismo e do movimento intelectual da Ilustração. Assim, a partir da associação da Filosofia Mecânico-Experimental Newtoniana com o ideal Baconiano de aplicação e utilidade da Ciência, constitui-se uma concepção de “Ciência Útil e Aplicada” que se disseminou entre diversos segmentos (sobretudo as “classes médias”) da sociedade inglesa e britânica, foi um dos fortes aspectos do movimento ilustrado nesta sociedade e se constituiu numa espécie de “elo” de ligação entre a fase final da Revolução Científica do século XVII e a Revolução Industrial que, a partir do final do século XVIII, transformaria a sua economia e sociedade. Margaret C. Jacob ampliaria a natureza das suas reflexões em seus diversos trabalhos de autoria individual ou em parceria com outros historiadores, tal como aconteceu com Betty Jo Teeter Dobbs e Larry Stewart, no que concernia à natureza da “Ciência Newtoniana”, ao seu “caráter público” e à sua dimensão aplicada e econômica.

Influenciado pelos trabalhos de Margaret C. Jacob e Larry Stewart, o historiador econômico Joel Mokyr procurou sistematizar conceitualmente as reflexões desta historiadora em torno da perspectiva da disseminação do Newtonianismo, sua importância no embasamento do movimento intelectual ilustrado e sua dimensão de um conhecimento útil e aplicado. Mokyr retoma claramente a ideia de Jacob de que esta perspectiva ampla de conhecimento ilustrado se constituía no “elo” de ligação entre a Revolução Científica e a Revolução Industrial e indica que este processo correspondia a uma “Ilustração Industrial”, que apresentava uma mudança nas “características” e na “estrutura do conhecimento”, englobando tanto uma dimensão mais epistêmica –



“conhecimento proposicional” –, como uma dimensão mais técnica – “conhecimento prescritivo”, que se desenvolviam conjunta e associadamente. Mokyr assinalava que a “Ilustração Industrial” setecentista correspondeu a uma “revolução do conhecimento”, que já se constituía como uma “economia do conhecimento” e se ampliaria a partir da emergência da Revolução Industrial. Por outro lado, apoiando-se em Mokyr posteriormente, Margaret C. Jacob não apenas ressaltaria a ideia de uma “Ilustração Industrial”, como a inseriria num processo de formação da “primeira economia do conhecimento”, relativa à primeira fase da Revolução Industrial.

Assim, procuramos apresentar um debate historiográfico e inovador que atualmente é fundamental para os pesquisadores e os estudantes dos campos da História Econômica e da História da Ciência e da Tecnologia, que vêm desenvolvendo linhas de reflexão e investigação cada vez mais inter-relacionadas e plenas de diálogos interdisciplinares. Para aqueles que estudam, hoje, a formação e a consolidação da sociedade industrial-capitalista ou o desenvolvimento técnico-científico do mundo contemporâneo fica cada vez mais difícil evitar estes diálogos interdisciplinares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JACOB, Margaret C. *The cultural meaning of the scientific revolution*. Nova York: McGraw-Hill, Inc., 1988.
- JACOB, Margaret C. *Scientific culture and the making of the industrial West*. Oxford – Nova York: Oxford University Press, 1997.
- JACOB, Margaret C. *The first knowledge economy: human capital and the European economy, 1750-1850*. Cambridge–New York: Cambridge University Press, 2014.
- JACOB, Margaret C.; DOBBS, Betty Jo Teeter. *Newton and the culture of Newtonianism*. Primeira Edição de 1995. Amherst (New York): Humanity Books, 1998.
- JACOB, Margaret C.; STEWART, Larry. *Practical Matter: Newton's science in the service of industry and empire, 1687-1851*. Primeira Edição de 2004. Cambridge (MA)-London: Harvard University Press, 2006.
- MOKYR, Joel. *The gifts of Athena: historical origins of the knowledge economy*. Primeira Edição de 2002. Princeton–Oxford: Princeton University Press, 2005.



XV Congresso Brasileiro de História  
Econômica & 16a Conferência  
Internacional de História de Empresas  
Osasco, 02 a 04 de outubro de 2023



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
PESQUISADORES  
EM HISTÓRIA  
ECONÔMICA

- MOKYR, Joel. *The enlightened economy: an economic history of Britain, 1700-1850*. New Haven–London: Yale University Press, 2009.
- MUSSON, Albert E.; ROBINSON, Eric. *Science and technology in the industrial Revolution*. Primeira Edição de 1969. Reading (Berkshire): Gordon and Breach, 1994.
- SOARES, Luiz Carlos. *A Albion revisitada: ciência, religião, ilustração e comercialização do lazer na Inglaterra do século XVIII*. Rio de Janeiro: FAPERJ–Editora 7Letras, 2007.
- SOARES, Luiz Carlos. *A filosofia natural e experimental na Inglaterra do século XVIII: um diálogo com a historiografia acerca da ideia de “Ciência” na “Era das Luzes”*. Rio de Janeiro: Editora 7Letras, 2020.
- STEWART, Larry. *The rise of public science: rhetoric, technology, and natural philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.