UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Doutorado Interunidades em Ensino de Ciências
Modalidade Química

Conhecendo a Química

Um estudo sobre obras de divulgação do início do século XIX

Aluno: **José Otavio Baldinato**

Orientador: **Prof. Dr. Paulo Alves Porto**

São Paulo
2015

JOSÉ OTAVIO BALDINATO

Conhecendo a Química

Um estudo sobre obras de divulgação do início do século XIX

Tese apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Ensino de Ciências.

Versão corrigida da tese. A versão original se encontra disponível na Biblioteca do Instituto de Física e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alves Porto

São Paulo
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Baldinato, José Otavio

Conhecendo a química: um estudo sobre obras de divulgação do início do século XIX. São Paulo, 2015.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alves Porto

Área de Concentração: Ensino de Química.

Unitermos: 1.Química – Estudo e ensino; 2. Divulgação científica; 3. História de ciência; 4. Teologia natural.

USP/IF/SBI-122/2015

À minha esposa, Juliana, que me trouxe a Sofia,
e que todos os dias, com a sua paz peculiar,
me ajuda a definir as prioridades.

Agradecimentos

Ao Professor Paulo Alves Porto, que para mim é um exemplo de competência e ética nos campos profissional e pessoal. Agradeço pela orientação desta tese e pelas muitas conversas que me ajudaram a lidar com os desafios do início de uma carreira no Ensino Superior.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, por autorizar que eu me dedicasse integralmente à pesquisa durante o último ano de realização desta tese. Agradeço também aos colegas do DCM-Química, pelo incentivo e por terem se desdobrado em múltiplas tarefas, permitindo meu afastamento temporário.

À Professora Doris Jakubec, por indicar a localização e por facilitar meu acesso aos arquivos pessoais de Jane Marcet em Genebra.

Ao Professor David Knight, pelo valioso aconselhamento sobre os vínculos da teologia natural com a química.

À Barbara Roth e a toda a equipe do Departamento de Manuscritos da Biblioteca de Genebra, Paule Hochuli Dubuis, Melissa Mihail, Barbara Prout, Pierre-Alain Baudat e Ameur Benkara, cuja eficiência e gentileza amenizaram o impacto que o inverno Suíço causa a um estudante brasileiro.

A Rupert Baker, responsável pela biblioteca da Royal Society, pela indicação de livros e periódicos, além de curiosas explicações sobre a sociedade londrina.

Ao Professor Frank James e a Jane Harrison, por gentilmente me receberem na Instituição onde trabalharam Davy e Faraday, ampliando enormemente o aspecto emocional desta pesquisa.

Às iniciativas Google Books, Internet Archive, British Newspaper Archive, Hathi Trust e Gallica, por facilitarem o acesso a uma gigantesca parcela do conhecimento já produzido no mundo, agregando agilidade e eficiência na busca por informações que seriam inimagináveis há poucas décadas.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química, pelos debates, trocas de referências e apoio constante. Em particular, agradeço a Evandro Rozentalski pelos muitos artigos que me recomendou e pela crítica sobre versões preliminares desta tese.

À amiga Ana Paula Rodrigues, pelo inestimável auxílio com as traduções.

Aos amigos da turma de 2002 do IQ-USP, que se espalharam pelo mundo, mas fazem questão de manter contato e rememorar as nossas trapalhadas químicas.

À minha mãe, Dilma, e aos meus irmãos, Eduardo, Cintia e Cibele, pelo carinho, incentivo e paciência. Agradeço também aos meus sobrinhos, Marina, Henrique, Raul, Rafael e Alice, que se multiplicaram durante o período de realização dessa pesquisa e me ajudaram a manter níveis razoáveis de estresse.

Por fim, agradeço profundamente a todos os alunos e alunas com os quais tive o prazer de conviver nos últimos anos. É para mim um orgulho reencontrá-los como historiadores, químicos, professores, veterinários, comerciantes, colegas de pós-graduação, cidadãos. Agradeço por tudo o que já me ensinaram.

Minha audiência tem frequentemente ultrapassado quatrocentas ou quinhentas pessoas, e dentre elas algumas prometem se tornar permanentemente afeiçoadas à Química.
Essa ciência é a moda da vez.

HUMPHRY DAVY

– Resumo –

Baldinato, J. O. (2015). *Conhecendo a Química: um estudo sobre obras de divulgação do início do século XIX*. Tese de Doutorado, Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Livros de divulgação nos permitem olhar de modo peculiar para a ciência de um período, e a percepção de padrões nessas obras pode dar indícios de como certa área de pesquisa era apresentada ao público não especializado. Nesta pesquisa investigamos textos introdutórios à química publicados na Inglaterra durante a primeira metade do século XIX, que para muitos autores representa o período de maior popularidade já experimentado por esta ciência. Sob a luz da contemporânea historiografia da ciência, valorizamos o acesso a registros originais e a reconstrução de contextos, buscando critérios contemporâneos que nos permitam analisar: Qual contexto motivava a produção e o consumo desses livros de divulgação? Quais obras tiveram maior relevância no período? Qual era a visão da química comunicada pela divulgação? No âmbito do ensino, buscamos viabilizar material historiográfico que explicite o caráter dinâmico da química, além dos seus vínculos com questões sociais, econômicas, políticas e religiosas, pontuando reflexões sobre aspectos da natureza da ciência com foco na formação de professores. Nossos resultados revelam um amplo contexto de valorização das ciências naturais como ferramentas do progresso social. Dentre as obras de destaque, resenhas e críticas dos periódicos locais apontam para *The Chemical Catechism*, de Samuel Parkes, e *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet. Ambas foram publicadas originalmente no ano de 1806 e receberam várias reedições e traduções, sendo também adaptadas e plagiadas por outros autores. Embora apresentem estilos bem diferentes, esses textos sugerem uma visão comum da química, tratada como uma ciência: de caráter utilitário e que se aplica diretamente na resolução de problemas de interesse econômico e social; que fundamenta a construção do seu entendimento sobre a matéria nos processos de síntese e decomposição; que desperta o interesse comum pelo forte apelo sensorial dos seus experimentos; e que desvela a sabedoria divina escondida nas leis que regem os fenômenos naturais. Esta última característica revela o convívio entre os discursos da ciência e da religião nos textos de divulgação do período. Esta tese busca um diálogo com a formação de professores de química na atualidade, pontuando como um olhar histórico sobre a ciência pode propiciar reflexões de interesse no âmbito do ensino.

Palavras-chave: Divulgação científica, história da ciência, *Chemical Catechism*, *Conversations on Chemistry*, teologia natural.

– Abstract –

Baldinato, J. O. (2015). *Getting to know Chemistry: a study on early nineteenth-century popularization books*. Tese de Doutorado, Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Popularization books provide a particular way of accessing science within specific historical contexts by allowing one to glimpse how a certain field of knowledge was addressed to the lay public. The present research focus on early nineteenth-century introductory books on chemistry published in England as objects of study. For many authors, chemistry experienced its greatest popularity period at that time. Methodological framework was based on current historiography of science, taking into account a careful consideration of the historical context and the search for primary sources. Research questions included: What context motivated the production and the consumption of popular chemistry books? Which amongst these books achieved the greatest relevance? What was the image of chemistry communicated by popularization initiatives? Seeking a contribution for science teaching, this thesis provides historiographical material that makes explicit the dynamic character of chemistry as a science that deals with social, economic, political and religious issues. Such influences are highlighted in order to encourage reflections on aspects of the nature of science with a focus on teachers training. Results reveal a broader context connecting the development of natural philosophy with social progress. Contemporary periodical reviews point to the books entitled The Chemical Catechism, by Samuel Parkes, and Conversations on Chemistry, by Jane Marcet, among the most successful in their genre. Both were first published in 1806 with several further editions and reprints, also being translated into several languages and even plagiarized by other authors. Despite their very different styles, both texts suggest a common image of chemistry, which included: a practical appeal by its direct application in solving problems of economic and social interest; the processes of synthesis and decomposition as means for understanding matter in general; a strong sensory appeal provided by experiments; and the capacity to unveil divine wisdom hidden in the laws governing natural phenomena. This last feature reveals the interaction between the discourses of science and religion in popularization texts of the period. This thesis also proposes a dialogue with current training of chemistry teachers, by suggesting how a historical look at science may give rise to useful reflections for chemistry educators.

Keywords: *Science popularization, history of science, Chemical Catechism, Conversations on Chemistry, natural theology.*

– Sumário –

Apresentação 9
Objetivos 11
Justificativas 12
Organização da tese 14

Capítulo 1 17
Múltiplas definições e objetivos da divulgação científica 17
Contexto de divulgação da química no século XIX 23
A produção e o consumo de livros de divulgação 31

Capítulo 2 34
Samuel Parkes e *The Chemical Catechism* 37
Um caso mal resolvido pela ciência 38
Samuel Parkes e o lado prático da química 40
O catecismo químico 44
Jane Marcet e *Conversations on Chemistry* 55
Uma obra escrita a quatro mãos 64
Os agentes imponderáveis 81
O calórico 82
A luz 93
A eletricidade 96
Os imponderáveis segundo Parkes 101
Aspectos essenciais da química divulgada 104
Conhecimento prático e aplicado 104
Ciclos de decomposição e síntese 105
Apelo sensorial dos experimentos 107
Teologia natural 109

Capítulo 3 113
William Prout e o oitavo *Bridgewater Treatise* 116
A química sob a ótica da teologia natural 119

Capítulo 4 144
Implicações do caso para o ensino de química 144
Considerações finais 152

Referências bibliográficas 156

– Apresentação –

Livros de divulgação nos permitem olhar de modo peculiar para a ciência de um período, e a percepção de padrões nessas obras pode nos dar indícios sobre como certa área de pesquisa era vista e, por vezes, apoiada pelo público não especializado, contribuindo para nosso conhecimento histórico da ciência (Knight, 2000).

A primeira metade do século XIX talvez represente o período de maior popularidade já experimentado pela química (Knight, 2007). Na Grã-Bretanha, em particular, as ciências naturais passavam por um bom momento, sendo associadas a um ideal de progresso, impulsionado pelos adventos da máquina a vapor, da eletricidade e da fotografia. Fundaram-se sociedades filosóficas como a *British Association for the Advancement of Science* e a *Royal Institution of Great Britain* (*RI*), com o objetivo de reunir e disseminar conhecimentos úteis. Algumas delas, como a *RI*, estabeleciam palestras públicas entre as atividades de seus pesquisadores, enquanto outras, muitas vezes em caráter amador, como foi o caso da *City Philosophical Society*, concentravam seus esforços no aperfeiçoamento técnico e intelectual de jovens profissionais (Baldinato, 2009; James, 2007; Massarani & Moreira, 2004). Havia conferencistas itinerantes de ciências, *kits* e laboratórios portáteis à venda, e várias publicações periódicas foram lançadas com o objetivo de disseminar descobertas, comunicações e disputas científicas, além de registrar resenhas de livros e atas das sociedades filosóficas (Keene, 2013, p. 68; Knight, 2007; SciPer, 2007).

Nesse cenário, a química se destacava como ciência útil e diretamente aplicável na resolução de problemas, da vida cotidiana aos negócios no Reino Unido. Ocupada do estudo sobre a composição e as interações dos corpos naturais, a química se mostrava promissora em questões que iam do aperfeiçoamento de ferramentas e produtos como lâmpadas, sabões e vidros, até o estudo dos fenômenos elétricos. Isso sem considerar seu forte apelo sensorial, que lhe conferia o *status* de fonte de entretenimento em palestras como as de Humphry Davy (1778-1829), em Londres, muitas vezes animadas por explosões, faíscas e gás hilariante.

Para dar conta da privilegiada situação da química nesse contexto amplo, destacamos um trecho da apresentação registrada no primeiro volume do periódico *Annals of Philosophy* (Thomson, 1813). Reunindo os seis primeiros números publicados

entre janeiro e junho de 1813, o editor responde a algumas críticas recebidas do público leitor, incluindo o que segue:

> Também houve queixas de que uma parcela muito grande dos *Annals* foi dedicada à Química. Nós admitimos que, assim como todos os outros jornais de hoje em dia, nossos *Annals* devem conter uma maior proporção de Química, que vem realizando um rápido progresso, com relação àquelas ciências que estão, em grande medida, estacionárias. Mas qualquer pessoa que verificar os conteúdos do nosso volume encontrará ensaios advindos das seguintes áreas de conhecimento, a saber, Agricultura, Anatomia, Astronomia, Biografia, Botânica, Geognosia, Hidráulica, Magnetismo, Medicina, Meteorologia, Mineralogia, Óptica, Fisiologia, Estatística.
>
> (Thomson, 1813, p. iv)

No terceiro volume desse mesmo periódico, o editor publicaria uma longa apreciação sobre o progresso recente das várias áreas de conhecimento. Ele revisita artigos das principais publicações da época, citando os avanços de cada campo, e caracteriza a química, de longe, como o ramo mais fértil da investigação filosófica (Thomson, 1814, pp. 1–32).

Com o avanço das técnicas de impressão no segundo quarto do século, os livros se tornaram mais baratos e acessíveis. Editores se motivaram a buscar novas audiências, incorporando as classes média e operária ao seu mercado consumidor (Topham, 2009), e a tiragem das sucessivas edições de textos introdutórios à química dão testemunho da popularidade alcançada por este gênero no período. Entre as obras de maior destaque, vários registros apontam para *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet (1769-1858), e *The Chemical Catechism*, de Samuel Parkes (1761-1825), ambas publicadas em 1806, e que introduziam os conceitos da química para leigos, incluindo as crianças[1].

Uma das características mais interessantes dessas iniciativas de divulgação era o grau de atualidade que conseguiam manter com relação à química que se desenvolvia no período. A cada edição, verificavam-se mudanças na lista de substâncias elementares, nas interpretações da ação do fluido calórico sobre os corpos e até na

[1] As duas obras citadas foram publicadas originalmente em Londres, no ano de 1806, e várias edições se encontram disponíveis em formato digital nas bases *Google Books* e *Internet Archive*. Nesta pesquisa, priorizamos a utilização das edições inglesas, dado que as versões publicadas em outros países apresentam diferenças de diagramação e, em alguns casos, anexam outros textos aos volumes sem que estes fizessem parte do projeto original dos autores. Pela dificuldade de acesso à primeira edição original dos livros, utilizamos como fontes primárias desses textos as correspondentes edições norteamericanas apenas dessas edições de *Chemical Catechism* (Parkes, 1807) e de *Conversations on Chemistry* (J. H. Marcet, 1809a). As demais edições citadas desses livros são as originais inglesas.

proposição de novos conceitos, como fosforescência e isomeria (J. H. Marcet, 1809a, 1817a, 1853a). De acordo com Sanchez Mora, "até o final do século XIX, qualquer pessoa culta podia ler, da mesma forma que uma obra literária ou filosófica, uma grande variedade de obras científicas" (Mora, 2003, p. 7). Mas essa proximidade entre a ciência e o público geral parece não ter resistido à progressiva especialização dos modos de comunicação consolidados pelos cientistas e químicos profissionais, que já se apresentavam desta forma na segunda metade do século (Knight, 2007).

O historiador David Knight destaca como, ao longo do século, os periódicos menos formais, como o *Annals of Philosophy* e o *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, aos poucos perderam seu lugar para os especializados *Chemical News* e *Quarterly Journal of Science*. Estes últimos trocavam as cartas e debates por comunicações em linguagem condensada, com forte apelo às fórmulas e equações. Aos poucos, a cultura científica se afastava da cultura geral das pessoas, e no final do século, as atividades de divulgação já eram vistas por muitos cientistas profissionais como algo abaixo do seu prestígio (Lightman, 2007, p. 12). Desde então, mesmo os especialistas de uma área encontram dificuldades para acompanhar o desenvolvimento das outras (Knight, 2007, pp. 129–131).

Objetivos

O objetivo primário deste trabalho é acessar a química do passado por meio das obras de divulgação. Considerando o panorama delineado acima, nosso foco recai sobre os livros publicados na Inglaterra, entre 1800 e 1850, e nossas questões norteadoras são: 1) Qual contexto motivava a produção e o consumo desses livros de divulgação da química? 2) Quais obras tiveram maior relevância no período? 3) Qual era a visão da ciência química que se comunicava pela divulgação?

Com isso, pretendemos estudar, em maior detalhe, dois atributos dessas iniciativas de divulgação: o contexto e o conteúdo.

No âmbito do ensino, nossa proposta de contribuição se dá pela facilitação do contato de professores com informações históricas que permitem levantar reflexões e novos olhares sobre a química. Tais reflexões abrangem o contexto de produção e divulgação da ciência, verificando influências sociais, políticas, econômicas e religiosas, além do próprio conteúdo da ciência. Neste caso, por estarem os conteúdos expressos

de forma mais abrangente e simplificada nos textos de divulgação, acreditamos que seria mais fácil para os educadores da atualidade entenderem as transformações das ideias e suas complexas relações.

Quando se discutem os motivos para levar a história da ciência ao ensino, valoriza-se o reconhecimento do caráter histórico e contextual da ciência como um empreendimento humano, além do seu relacionamento com aspectos econômicos, políticos, sociais ou religiosos de diferentes sociedades. No entanto, é difícil encontrar material historiográfico acessível e que explicite essas relações. As conexões entre aspectos científicos e religiosos são particularmente escassas na literatura voltada para educadores em ciências e, nas últimas décadas, ciência e religião têm figurado apenas como forças conflitantes no discurso de divulgadores reconhecidos, como Carl Sagan e Richard Dawkins, ou mesmo na ficção de muitos *best-sellers*.

Neste trabalho, buscamos explicitar um período no qual o estudo da química era amplamente reforçado por questões religiosas, além de integrado a perspectivas que associavam a valorização da ciência a um ideal de progresso social. Almejamos, ainda, ressaltar que essa harmonia entre ciência e religião, característica dos discursos de divulgação apresentados nesta tese, se colocava a serviço de interesses políticos da aristocracia inglesa dentro de um contexto específico.

Para isso, analisamos diferentes obras sobre química que se dirigiam ao público não especializado. Nosso foco central recai sobre duas obras escritas por divulgadores, mas o argumento sobre a presença de valores teológicos na divulgação da química é reforçado por outras fontes contemporâneas, incluindo textos elaborados por filósofos naturais atuantes na Inglaterra durante a primeira metade do século XIX.

Justificativas

Em nossa dissertação de mestrado, estudamos a atuação de Michael Faraday (1791-1867) como divulgador da química e verificamos grande quantidade de relatos atestando a popularidade alcançada por suas palestras. Nas considerações finais do trabalho, concordamos com autores que destacam o forte apelo popular vivido pela química durante a primeira metade do século XIX, um período no qual aproximar-se da ciência corrente parecia permitido a um público relativamente amplo (Baldinato, 2009).

As sucessivas reedições de obras como *Conversations on Chemistry* (J. H. Marcet, 1809a, 1817a, 1832a, 1853a) e *The Chemical Catechism* (Parkes, 1807, 1810a, 1812a, 1826) também constituem fortes indícios para a pesquisa. E estudos dedicados à divulgação científica e às imagens associadas à química em diferentes momentos históricos deixam claro que ainda há muito para ser analisado no que tange à relação entre ciência e público ao longo da história (Lewenstein, 1994; Massarani, 1998; Mendes, 2006; Schummer, Bensaude-Vincent, & Van Tiggelen, 2007).

A presente pesquisa também se volta para a área de interface entre História da Ciência e Ensino, pois o estudo de textos históricos de divulgação nos propicia conhecer uma química bastante diferente da atual, considerando, em particular, como seus fundamentos teóricos eram introduzidos aos iniciantes.

Os benefícios que a história da ciência (HC) pode trazer ao ensino se encontram amplamente discutidos na literatura especializada (Martins, 2006; Matthews, 1994; Peduzzi, 2001), e no Brasil essa aproximação faz parte das demandas listadas nas diretrizes oficiais voltadas tanto ao ensino básico quanto à formação de professores (Brasil, 2001; 2002; Porto, 2010). Contudo, as dificuldades para efetiva implementação da HC no ensino vão desde a falta de formação específica do professor, associada a uma espécie de cultura estabelecida do que seria ensinar ciências, até a inadequação do conteúdo histórico presente nos livros didáticos e no próprio trabalho desenvolvido por historiadores (Forato, Pietrocola, & Martins, 2011; Höttecke & Silva, 2011).

Nos cursos de licenciatura, o pouco contato com a HC, aliado à carência de discussões de natureza historiográfica, contribui para o que o futuro professor ignore aspectos importantes da natureza da ciência, formando percepções equivocadas e muitas vezes ingênuas dessa atividade (Abd-El-Kalick & Lederman, 2000; Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011). Dentre as várias visões distorcidas discutidas por Gil Pérez, Montoro, Alis, Cachapuz e Praia (2001), destacamos as que descrevem a ciência como atividade acumulativa e de desenvolvimento linear, ignorando o papel das controvérsias e as complexas relações envolvidas na aceitação ou no abandono de teorias, além daquelas que tratam de uma ciência socialmente neutra, dissociada de influências contextuais de determinada época ou região.

Pensando no aprimoramento da formação de professores de ciências e de química, acreditamos que alguma profundidade no estudo de teorias que tiveram grande

aceitação no passado – mas que atualmente se encontram descartadas pela comunidade científica – pode contribuir para uma melhor percepção do caráter dinâmico e constantemente inacabado da ciência. Em abordagens contextualizadas, que considerem a coerência e as contradições de teorias mediante critérios diacrônicos de análise, também é possível superar o impulso inicial de julgar como devaneios tudo aquilo que não faz parte da ciência atual, ressaltando os aspectos sociais, históricos e contextuais do fazer científico (Alfonso-Goldfarb, Ferraz, & Beltran, 2004).

Assim, nos aproveitamos do estudo de textos de divulgação originais do século XIX para apresentar ideias ligadas aos agentes imponderáveis, compreendendo o fluido calórico, a luz e a eletricidade. Nossa intenção é destacar como esses agentes fazem parte de um conjunto de teorias característico da época, e apresentam enorme poder explicativo com relação à constituição da matéria e suas transformações, integrando o conhecimento químico legítimo do período. Com isto, buscamos viabilizar um material que estimule reflexões entre professores sobre aspectos da natureza da ciência (Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009).

Organização da tese

A primeira parte deste trabalho consiste em um levantamento bibliográfico sobre o tema da divulgação científica. Considerando o trabalho de vários especialistas, buscamos delimitar a terminologia mais adequada, além dos propósitos e características centrais das práticas de divulgação. Apresentamos também uma breve revisão sobre a história das práticas de divulgação científica para localizar nossos objetos de pesquisa dentro de um panorama amplo, que remete aos meios e fins da complexa interface estabelecida entre a ciência e o público geral em diferentes contextos.

Em seguida, propomos um estudo de caso que se constrói com o viés da contemporânea historiografia da ciência (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2004), buscando aprofundar o contexto que marca a produção e o consumo de duas obras de divulgação que alcançaram destaque na Inglaterra do início do século XIX. Interessa-nos compreender o contexto de produção desses textos, assim como o seu estilo e o próprio conteúdo químico divulgado. Assim, buscamos os registros históricos que nos permitissem remontar partes do circuito da comunicação destes livros (Darnton, 1990), aprofundando o relacionamento dos autores com suas fontes, seus incentivadores e

público alvo, até chegar aos objetivos, métodos e à visão da química implícita e explícita na escrita.

Sob a perspectiva da contemporânea historiografia da ciência, o efetivo entendimento de um debate ou de uma contribuição requer a sua contextualização. Isso quer dizer que, independente da ideia ter sido incorporada ou descartada pelo conjunto do conhecimento científico da atualidade, é necessário que ela seja analisada considerando as características particulares do tempo e do espaço em que foi proposta, à luz dos conhecimentos e dos valores da época (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2004).

Os estudos de caso propiciam interpretar a ciência do passado de maneira mais fidedigna, considerando a complexidade dos seus processos de construção. As teias sutis de influências e inter-relações que contribuíram para as diferentes interpretações das ideias científicas podem ser investigadas levando-se em consideração os fatores sociais, econômicos e religiosos do período em questão, bem como aspectos ligados à formação e à cultura dos personagens estudados. Dessa maneira, pode-se alcançar um entendimento mais profundo dos processos que conduziram à edificação da ciência ao longo da história, e também da especificidade do pensamento científico em diferentes contextos.

Assim, na condução desta pesquisa, buscamos critérios de análise consistentes com a época em questão, investigando as frentes de divulgação científica a partir do acesso às fontes primárias disponíveis, que incluem comentários, resenhas e críticas contemporâneas às obras (Anônimo, 1805a, 1807b, 1808; J. H. Marcet, 1809a; Urban, 1828, 1843), além da bibliografia secundária já produzida por historiadores e filósofos da ciência (Bahar, 2001; Homburg, 2007; James, 2007, 2008a; Knight, 1986, 1998, 2000, 2004b; Schummer et al., 2007).

O texto a seguir é organizado em quatro capítulos. No primeiro tratamos abertamente da temática da divulgação científica e exploramos o contexto que cercava a produção de textos de divulgação da química dentro do recorte histórico estudado. No segundo capitulo identificamos obras de destaque e apresentamos nosso estudo sobre os autores e textos de *Chemical Catechism* (Parkes, 1807) e *Conversations on Chemistry* (J. H. Marcet, 1809a). Pela possibilidade que tivemos de acessar registros primários incluindo manuscritos e a correspondência pessoal de Jane Marcet, apresentamos informações inéditas que remetem ao processo de elaboração e revisão

desta segunda obra. Em conjunto, o conteúdo dos dois textos será detalhado para uma leitura das teorias envolvendo os agentes imponderáveis, calor, luz, eletricidade e magnetismo, e ainda para explicitar o que julgamos serem aspectos essenciais da imagem da química comunicada por essas obras de divulgação. No terceiro capítulo recorremos a um texto do médico e filósofo William Prout (1785-1850) para aprofundar o entendimento de um desses aspectos, a saber, aquele que relaciona os produtos da investigação química com questões religiosas, fomentando o que, nos termos da época, era conhecido como teologia natural. Por fim, no quarto capítulo, derivamos reflexões deste estudo que podem apresentar interesse no âmbito do ensino, com ênfase na formação de professores de química na atualidade.

- Capítulo 1 -

Neste capítulo apresentamos uma revisão do conceito de divulgação científica considerando seus autores, públicos, meios e finalidades de produção em diferentes momentos históricos. Esta revisão tem o propósito de situar nossos objetos de pesquisa num panorama amplo, que considera o relacionamento entre ciência e público, ao longo do tempo, por meio das obras de divulgação. Para isso, em meio à cronologia histórica, nos deteremos em alguns detalhes mais restritos à situação da Inglaterra na virada entre os séculos XVIII e XIX, demarcando o contexto em que se inserem as obras de divulgação analisadas no Capítulo 2.

Múltiplas definições e objetivos da divulgação científica

Apesar de sugerirem práticas e implicações distintas, termos como vulgarização, popularização e divulgação científica são muitas vezes empregados como sinônimos. Resgatando a etimologia e a evolução no uso social dessas palavras, Germano e Kulesza (2007) tratam da divulgação como a expressão mais difundida em português, mas pontuam críticas ao encontrar nela uma conotação hierárquica, com o público de algum modo subestimado frente à prioridade atribuída aos produtores da ciência divulgada. Essa percepção faz com que os autores tomem a popularização como expressão que descreve a prática mais desejável, pelo menos no contexto atual, incluindo o público e seus saberes numa relação mais horizontal com os saberes científicos.

Vários autores abordam essa pluralidade de termos ligados às diferentes formas de comunicação de assuntos científicos (Mendes, 2006). O respeitado pesquisador e divulgador mexicano Luis Estrada (1992) distingue as atividades de difusão e divulgação científica mediante considerações sobre o público ao qual se destina cada uma delas. Assim, a publicação de resultados de pesquisa em periódicos ou congressos das diferentes áreas científicas se enquadraria na noção de difusão, devido ao caráter especializado do público. A divulgação, por sua vez, estaria condicionada à veiculação de informações de natureza científica ao público geral, incluindo-se aí os cientistas especialistas em outras áreas, que não a comunicada[2].

[2] Vários autores se fundamentam nas definições de Pasquali (1978) e apresentam o termo disseminação com o mesmo sentido que Estrada (1992) atribui à difusão científica (Massarani, 1998; Mendes, 2006). De acordo com esta linha, a disseminação seria dirigida a especialistas, enquanto a divulgação se

É curioso notar que, de fato, segundo Estrada, tanto a difusão quanto a divulgação trabalham com a ideia de público passivo, que apenas recebe ou toma contato com informações produzidas por uma comunidade científica alheia ao seu cotidiano. Já quando se estabelece o diálogo entre ciência e sociedade, valorizando a troca de saberes e experiências, como numa mesa de debates, tem-se convencionado utilizar o termo comunicação científica (Estrada, 1992, pp. 69–70).

Nesta pesquisa, nossos objetos de estudo compreendem livros de introdução à química do século XIX, dirigidos nominalmente a crianças ou damas, aqui entendidas como representantes de um público geral, sem pretensões explícitas de formar especialistas na teoria ou nas práticas químicas (Bahar, 2001; Tomás, 2005). Considerando também o padrão de interação unidirecional estabelecido nestas obras, adotaremos o termo divulgação para nos referir a elas em toda a tese. Essa escolha nos conduzirá, inclusive, a traduzir como divulgação o que vários autores em língua inglesa tratam como *popularization of science* (Bahar, 2001; Knight, 2007). Isso se justifica por concordarmos que a noção de popularização pressupõe um padrão interativo mais horizontal entre produtores e consumidores da ciência discutida, o que não ocorre nas obras analisadas (Germano & Kulesza, 2007).

Se há muitas denominações possíveis para as atividades de divulgação da cultura científica, não menos numerosos são os seus objetivos elencados por especialistas. Para Calvo Hernando, a divulgação é instrumento na formação cidadã, pois para que se possa participar da tomada de decisões a respeito dos rumos seguidos pela ciência é necessário conhecer minimamente seus métodos, linhas de atuação e implicações (1998, p. 45).

Embora Estrada afirme que a divulgação científica tem um propósito geral bastante claro, que seria o de "difundir o conhecimento científico em meio ao público geral" (2003, p. 9), Calvo Hernando lista vários objetivos mais específicos da atividade, incluindo: fortalecer a democracia pelo desenvolvimento de uma consciência científica coletiva; desenvolver a cultura geral; servir de instrumento para melhorias na qualidade de vida das pessoas; fomentar políticas de comunicação científica; e complementar o ensino, tanto na formação de atitudes mais refletidas do público perante a ciência,

---

destinaria ao público geral. Essas duas práticas também se diferenciariam em função do padrão de linguagem empregada em cada caso, mas ambas estariam reunidas no conceito mais geral de difusão científica (Mendes, 2006, p. 28).

quanto nas políticas de "comunicação de risco", que envolvem o esclarecimento da população com relação a potenciais problemas ligados ao ambiente, segurança nos transportes e consumo de produtos diversos (Calvo Hernando, 1998, pp. 47–48).

O caráter contextual desses objetivos é bastante ressaltado ao considerarmos a divulgação em diferentes momentos históricos. Alguns autores que se propõem a essa análise concordam que o período entre o final do século XIX e a Segunda Guerra Mundial se constituiu em um divisor de águas, ou melhor, de culturas, afastando o saber referente às ciências da Natureza daquele que se condensa sob o rótulo de humanidades (Bensaude-Vincent, 2001; Mora, 2003). Essa noção é particularmente importante para compreendermos alguns argumentos bastante recorrentes na área.

De acordo com esses autores, até meados do século XIX, enquanto ciência e humanidades ainda compunham uma única cultura, a divulgação podia ser encarada tanto como entretenimento útil, levando às pessoas a oportunidade de testemunhar "a beleza das grandes construções teóricas da ciência moderna", quanto como forma de favorecer o desenvolvimento de algumas profissões pela rápida incorporação de novas tecnologias (Rabinowitch, 1967, p. 107). Já no período posterior à separação dessas culturas, o propósito da divulgação passaria a envolver a retomada de uma "linguagem universal que possa unir humanidades, arte e ciência visando à mútua compreensão" (Mora, 2003).

Considerando esse segundo momento histórico, que compreenderia a época atual, Carmen Rodríguez (2003) apresenta uma leitura dos diferentes papéis desempenhados pela divulgação científica em termos de três metáforas: o modelo de déficit; a ponte; e a tradução. Apesar de bastante criticado, o conjunto desses três pontos de vista constitui a concepção hierárquica que alguns autores chamam de "visão dominante" da divulgação científica (Gross, 1994; Hilgartner, 1990; Myers, 2003).

Segundo Rodríguez, em meados do século XIX a consolidação da figura dos especialistas científicos favoreceu o entendimento da divulgação sob uma perspectiva linear, como veículo que levaria o conhecimento numa via de mão única, partindo do cientista profissional, produtor desta forma privilegiada de conhecimento, para o leigo cidadão comum. Neste ponto da história, o cultivo de uma sabedoria ampla e eclética por parte dos homens cultos já não era suficiente para que estes pudessem participar da produção de ciência, que se dava entre especialistas. Algo sempre lhes faltaria. Daí o

modelo de déficit da divulgação científica, que se prestaria, portanto, a preencher lacunas de conhecimento características de um público não especializado (Rodríguez, 2003).

Com o passar das décadas, o aprofundamento desse vão entre a cultura popular e a científica sugeria a metáfora da divulgação como uma ponte. Contudo, servindo de caminho para levar conhecimento de um extremo ao outro, a ponte preserva a prioridade dos cientistas na produção de saberes, apenas facilitando o seu transporte até o público geral.

Um argumento enfático acerca dessa separação da cultura científica com relação à humanística foi proposto por Charles Snow em sua *Rede Lecture* de 1959, na Universidade de Cambridge. De acordo com a fala de Snow, esse isolamento de culturas faria com que as sociedades ocidentais se empobrecessem, perdendo oportunidades criativas de modo sistemático (Snow, 1993).

Snow descreve características que observava há décadas entre cientistas e intelectuais mais ligados à literatura, e destaca que a intolerância e a incapacidade de compreensão mútua desses grupos seriam obstáculos ao desenvolvimento social. Num argumento profundamente enraizado no contexto de polarização política após a Segunda Guerra Mundial, Snow ressalta a discrepância entre países ricos e pobres enfatizando que as transformações sociais seriam, então, muito mais rápidas que no passado, e que uma sociedade de culturas divididas poderia não estar bem preparada para lidar com essas mudanças (Snow, 1993).

A fala de Snow não foi igualmente apreciada por cientistas e membros da comunidade literária, provocando fortes reações destes últimos (Leavis & Collini, 2013). Mas alguns autores observaram méritos no reconhecimento da ciência não como uma fonte de verdades últimas sobre o mundo, mas como uma forma de cultura, “não sendo diferente de outras atividades humanas” (Knight, 2004a, p. 161). Fato é que o argumento de Snow repercutiu e ainda influencia leituras em muitas áreas, incluindo a divulgação e o ensino de ciências (Mora, 2003; Pinto, 2007; Zanetic, 2006).

Analisando essa separação, Rodríguez (2003, pp. 140–141) apresenta a terceira metáfora para a divulgação científica, ao considerar a influência das diferenças de linguagem que caracterizam e afastam o discurso científico do discurso comum, trazendo à tona a ideia de tradução. Esta talvez seja a mais criticada das leituras que

compõem a visão dominante da divulgação científica, pois se entende que o acesso de um público mais amplo às questões da ciência não está condicionado a uma mera questão de tradução. Mais que "verter de uma língua para outra", é necessário recriar o discurso da ciência de modo que se favoreça a integração de culturas (Mora, 2003, p. 7).

Já em meados do século XX, com o destaque atribuído às relações nem sempre favoráveis do desenvolvimento tecnocientífico com questões ambientais, econômicas e até morais e religiosas, Rodríguez (2003) aponta sensíveis mudanças nessa relação entre os produtores de ciência e o público. É contra esse desenvolvimento desenfreado da ciência que se colocam Calvo Hernando e Rabinowitch ao falarem de uma política de comunicação de riscos como tarefa atual da divulgação (Calvo Hernando, 1998; Rabinowitch, 1967).

Além do aspecto ideológico de se atribuir à ciência uma posição privilegiada na produção de verdades sobre o mundo, Rodríguez critica a atratividade das três metáforas e propõe como alternativa uma análise discursiva, buscando evidenciar como diferenças de estilo nas publicações científicas e nos textos de divulgação marcam a relação entre emissores e públicos distintos aos quais se dirigem (Rodríguez, 2003).

Sanchez Mora também problematiza o entendimento da divulgação como ponte entre duas formas de cultura isoladas e aponta várias limitações na ideia de tradução. Para a autora, enquanto o discurso científico se apoia em muitas linguagens especializadas e ferramentas técnicas para dar sentido aos seus conceitos, a divulgação deve recriar esses conceitos limitando-se às ferramentas da linguagem comum. Mora utiliza argumentos dessa natureza para defender sua leitura de que "a divulgação tem mais vínculos com a literatura que com a ciência" (Mora, 2003, p. 8).

Luis Estrada ressalta três atributos indispensáveis da boa divulgação científica. Em primeiro lugar se colocaria a "clareza da mensagem e o apego fiel ao conhecimento que se quer transmitir" (Estrada, 1992, p. 70). A dificuldade no alcance desta qualidade parece evidente, dada a estranheza não apenas da linguagem, mas do próprio contexto do trabalho dos cientistas com relação ao cidadão comum. Segundo Estrada, as estratégias de superação desta dificuldade comumente envolvem o uso de analogias e metáforas, ainda que com isso se arrisque comunicar uma versão distorcida do conhecimento original.

O segundo atributo indispensável na boa divulgação seria apresentar não apenas os resultados do trabalho científico, mas também seus processos de construção. Esta demanda pode se justificar por diferentes interesses, de acordo com os contextos considerados. Por exemplo, hoje existem diretrizes oficiais no âmbito do ensino que valorizam a percepção da ciência como empreendimento humano, dinâmico e contextual (Brasil, 2002). Já no período focalizado nesta pesquisa, que se limita à Inglaterra do início do século XIX, encontramos outros motivadores, incluindo o alcance de suporte social, em termos financeiros, para o desenvolvimento da própria ciência, e até a construção de uma ideologia que via nos processos e resultados da filosofia natural a possibilidade de disseminar ideais de contemplação da ordem e estabilidade, fosse no mundo natural ou nas relações sociais (Golinski, 1992; Knight, 2004a).

Por fim, o terceiro atributo essencial seria facilitar ao público "os elementos necessários para que possa integrar o conhecimento científico à cultura" e, aqui, novamente se busca valorizar o entendimento da ciência inserida em contextos locais e de época, integrada a condicionantes históricos, políticos e sociais de maneira ampla. Estrada faz questão de definir, neste ponto, que entende como cultura tudo aquilo que é fruto da ação humana em dado lugar e época. Assim, a ciência é tida como inerente à cultura humana (Estrada, 1992, p. 70).

É interessante notar como, numa entrevista concedida em 1982, o renomado pesquisador e divulgador brasileiro, José Reis, definia a divulgação científica de modo breve, mas abrangendo as três qualidades destacadas por Estrada. Segundo Reis, divulgação científica

> é a veiculação em termos simples da ciência como processo, dos princípios nela estabelecidos, das metodologias que emprega. Durante muito tempo, a divulgação se limitou a contar ao público os encantos e os aspectos interessantes e revolucionários da ciência. Aos poucos, passou a refletir também a intensidade dos problemas sociais implícitos nessa atividade.
>
> (Reis, 2002, p. 76)

Massarani e Moreira (2004) destacam como o papel do público se alterou ao longo da história das iniciativas de divulgação. Em particular, esses autores relatam como entre os séculos XVII e XVIII a ciência dependia do suporte social e valorizava o público leigo como testemunha de suas inovações experimentais. Aos poucos, o registro das descobertas e invenções em revistas especializadas substituiu essa necessidade de

apresentações (ou defesas) públicas de teorias, contribuindo para o referido isolamento entre a produção dos cientistas e o público geral. Bensaude-Vincent (2001, p. 109) aborda a mesma questão e pondera que alguns ideais iluministas do século XVIII promoviam a ampla participação popular no fazer científico. Já no século XIX, teria se desenvolvido uma noção mais sociológica de público, que tomava os não praticantes da ciência como seus potenciais consumidores. Embora ainda se mantivesse uma relação de proximidade entre os produtores da ciência e este público de apoiadores, iniciava-se o delineamento de uma clara separação entre eles. Essa leitura concorda com a de Mendes (2006, p. 108), que afirma que, em cada contexto histórico, a institucionalização da ciência dependeu de apoiadores diversos, e as iniciativas de divulgação muitas vezes se prestaram a este objetivo, de alcançar suporte social de modo a facilitar o desenvolvimento da própria ciência.

Na sequência, apresentamos uma breve revisão histórica sobre as práticas de divulgação. Vamos nos deter em alguns detalhes do contexto britânico na virada entre os séculos XVIII e XIX para que, em seguida, possamos nos apropriar das obras de química que se mostraram populares nesse período.

Contexto de divulgação da química no século XIX

De acordo com vários autores, a origem das iniciativas de divulgação científica se associa à própria construção da ciência moderna. Tomás (2005) narra uma história dos livros de divulgação na qual súmulas e epítomes teriam ajudado a divulgar, por exemplo, os tratados médicos de Andreas Vesalius (1514-1564) e celestes de Nicolau Copérnico (1473-1543). Posteriormente, a opção de Galileu Galilei (1564-1642) por publicar tratados sob a forma de diálogos e em italiano, em vez de latim, é vista por alguns autores como um ímpeto de divulgação da ciência (Massarani & Moreira, 2004). Obviamente, deve-se levar em conta que a ciência de Galileu, mesmo que escrita em língua vulgar, não era acessível a toda a população alfabetizada e nem se dirigia a um público tão amplo. Ainda que recorressem aos aspectos didáticos da escrita em diálogos, essas obras se dirigiam a um público bem mais restrito, composto por pessoas cultas, mas que não necessariamente se dedicavam às ciências naturais (Mora, 2003, p. 16).

Entre os séculos XVI e XVII, Tomás destaca a disseminação dos chamados livros de segredos naturais, contando dezenas de edições e traduções das obras de

Alessio Piemontese (séc. XVI), Pedro Mexia (1496-1552) e Antonio de Torquemada (ca. 1507-1569) (Tomás, 2005).

Ainda no século XVII se fundaram a *Académie Royale* francesa e a *Royal Society* inglesa. Estes grupos abrigavam não apenas homens de ciências, mas também artistas e escritores. Aos poucos, as comunicações científicas que se faziam por cartas foram institucionalizadas por intermédio dos editores de revistas vinculadas a estas sociedades, como a *Philosophical Transactions*, da *Royal Society*. Já nessa época, a linguagem matemática e os textos concisos eram associados a um ideal de objetividade e clareza nos artigos, mas sempre houve membros interessados na disseminação dessas comunicações (Mora, 2003).

No período de maior euforia dessas comunidades, em razão da abrangência impactante dos trabalhos de Newton (1642-1727), homens como os franceses Bernard de Fontenelle (1657-1757) e François-Marie Arouet, mais conhecido como Voltaire (1694-1778), se propuseram a divulgar a obra de Newton publicando textos como *Eloge de M. Newton* (1732), *Lettres Philosophiques* (1734) e *Eléméns de la philosophie de Newton* (1738) (Mora, 2003, p. 18; Tomás, 2005, p. 35).

Fontenelle foi o segundo a ocupar o posto de secretário da Academia de Ciências de Paris, em 1697, permanecendo na função por mais de quatro décadas. Além de manter as atas e registros das reuniões, ele publicou biografias dos pensadores associados, sob o título de *Eloges des Academiciéns*, nos volumes anuais de *L'histoire de l'Académie Royale des Sciences*. Em 1731, no texto que dedicou ao seu antecessor no cargo, J. B. Du Hamel (1624-1706), Fontenelle descreve a necessidade de que o secretário da Academia fosse alguém capaz de entender e transpor a linguagem dos estudiosos de diferentes áreas, tornando-a mais acessível.

> Seria necessário a essa Sociedade um secretário que conhecesse e falasse bem todas as diferentes línguas dos seus sábios; aquela de um Químico, por exemplo, e aquela de um Astrônomo; que fosse seu intérprete comum ao público; que a temas tão difíceis e abstratos pudesse oferecer esclarecimentos, um contorno correto, e até mesmo um charme que os autores às vezes não conseguem proporcionar, e que, no entanto, a maior parte dos leitores demanda; enfim, que por seu caráter fosse livre de parcialidades, e apto a prestar um relato neutro das disputas acadêmicas.
>
> (Fontenelle, 1731, p. 145)

Dentre as outras atividades de Fontenelle, consta a publicação de um livro de sucesso chamado *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686)[3], que apresenta o modelo heliocêntrico por meio de diálogos entre um filósofo e uma marquesa interessada em cosmologia (Tomás, 2005, p. 35). Como veremos logo à frente, a inclusão de personagens femininas nos textos de divulgação foi uma prática bastante recorrente na história da ciência.

Sob a perspectiva do Iluminismo do século XVIII, a *Encyclopédie* de Denis Diderot (1713-1784) e Jean D'Alembert (1717-1783) é particularmente representativa de um padrão de apresentação do estado geral das artes, filosofia, política, religião, ciências naturais e tecnologias. Seus verbetes tratavam das bases e fundamentos de cada ciência ou avanço técnico de modo tão claro e objetivo quanto possível. Conciliando preocupações com a organização, abrangência e nível de linguagem, a *Encyclopédie* tinha pretensões de alcançar o erudito e o popular, ganhando espaço "tanto na biblioteca da pessoa comum como na do especialista" (Mora, 2003, p. 20).

Nas últimas décadas do século XVIII, filósofos como Joseph Priestley (1733-1804) e Thomas Beddoes (1760-1808) adotaram práticas de divulgação fortemente influenciadas pelo que Golinski (1992, p. 155) chamou de "Iluminismo provinciano inglês". Assumindo os ideais de que a razão deveria superar o domínio da Igreja e do Estado sobre as ações dos homens, e que toda forma de conhecimento se desenvolveria mais rapidamente mediante sua ampla disseminação, esses autores publicavam panfletos com descrições de montagens experimentais como forma de incentivo para que o maior número possível de pessoas replicasse seus ensaios e tirasse proveito daquele esclarecimento. Vislumbrava-se que o paciente esclarecido pudesse discutir o tratamento com seu médico, em vez de apenas submeter-se à autoridade da figura erudita.

Priestley manteria a conduta de reivindicar para si apenas os méritos da descoberta, mas não os potenciais ganhos financeiros derivados de suas aplicações. Segundo Golinski, sua intenção era a de tornar a razão filosófica tão popular quanto possível, e seu método seria a exposição detalhada de experimentos que pudessem ser amplamente reproduzidos e aprimorados por outros manipuladores. Assim,

[3] A obra citada de Fontenelle foi traduzida para o português pela escritora lisboeta Francisca de Paula Possollo da Costa (1783-1838), e publicada em 1841 com o título *Conversações sobre a pluralidade dos mundos por Fontenelle*.

palestrantes, médicos ou artesãos podiam adaptar livremente as montagens de Priestley de modo a atender suas próprias necessidades, e este processo favorecia a ampla disseminação, o teste e a aceitação daqueles conhecimentos. Como exemplos práticos, os mecanismos de gaseificação artificial da água teriam sido um sucesso, enquanto os aparelhos de eudiometria, para verificação da qualidade do ar, representariam um fracasso desse modelo de divulgação (Golinski, 1992, pp. 91–128).

Os adeptos desse Iluminismo provinciano inglês foram marginalizados e isolados de Londres e da *Royal Society*, pois aos olhos da aristocracia que mantinha essa instituição tradicional, seus ideais seriam pró-reforma – em referência à Revolução Francesa – algo que absolutamente não interessava à coroa britânica (Knight, 2002, p. 74). A construção de uma imagem pública de ciência, em Londres, seria apoiada em pilares mais estáveis, como veremos à frente.

Ainda no século XVIII também se consolidaram os textos de ciências ditos "para damas", com destaque para *Il Newtonianismo per le dame* (1737), do italiano Francesco Algarotti (1712-1764). Há consenso entre historiadores atuais de que dedicar obras de divulgação para moças, na prática, representava uma forma de disfarçar seu real endereçamento a um público bem mais amplo, composto por todo leitor não especialista nas práticas e teorias das ciências naturais do período (Bahar, 2001, p. 35; Tomás, 2005, p. 35).

De acordo com Tomás (2005), as mulheres, de fato, marcaram sua presença não apenas como personagens ou público, mas também como autoras de livros de divulgação, principalmente entre os séculos XVIII e XIX. Apenas listando alguns nomes, há destaque para: a marquesa de Châtelet (1706-1749) com suas *Institutions de physique* (1740) e a tradução francesa, comentada, dos *Principia Mathematica* de Newton (1756); Margaret Bryan (*fl*. 1815) com *A Compendious System of Astronomy* (1797) e *Lectures on Natural Philosophy* (1806); Jane Marcet com *Conversations on Chemistry* (1806) e *Conversations on Natural Philosophy* (1819); e Mary Somerville (1780-1872) com *The Mechanism of the Heavens* (1831) e *The Connexion of the Physical Sciences* (1834) (Gates & Shteir, 1997; Neeley, 1992).

O trabalho de algumas destas autoras foi fortemente influenciado por outra frente de divulgação científica de enorme popularidade, que era composta pelos ciclos de palestras e conferências públicas de ciência promovidas por algumas sociedades locais

(Knight, 2007). Em Londres, a atuação da *Royal Institution* é particularmente significativa na oferta e na caracterização das qualidades desse gênero de divulgação (James, 2008a; Massarani & Moreira, 2004, p. 76).

A *Royal Institution* (*RI*) foi fundada em 1799, com o propósito de

> difundir o conhecimento e facilitar a introdução de invenções e aprimoramentos mecânicos úteis; e para ensinar, por meio de cursos com palestras e experimentos filosóficos, a aplicação da ciência aos propósitos cotidianos da vida.
>
> (James, 2007, p. 141)

O atual Professor de história da ciência da *RI*, Frank James, que também é o responsável pelas coleções da Instituição, afirma que não apenas os objetivos, mas também os procedimentos adotados pela casa contrastavam abertamente com os de outras sociedades científicas tradicionais, como a *Royal Society* (*RS*), e que o caráter mais amplo do público que recebia foi alvo de críticas no período, principalmente no tocante à presença de mulheres (James, 2007, pp. 146–147). Enquanto na *RS* as reuniões eram restritas aos membros e zelavam pelo tom especializado das comunicações, na *RI* se consagrou o padrão de apresentação da ciência como entretenimento para um público muito diversificado, incluindo mulheres e até mesmo dedicando sessões adaptadas aos jovens.

Outro diferencial marcante da *RI* se deu pela instalação de um avançado ambiente de pesquisas no seu subsolo, que atendia ao ideal de manter integradas as práticas de produção e comunicação da ciência. Humphry Davy, que seguiu os passos de Thomas Beddoes no início da carreira, mudaria radicalmente seu padrão de discurso para acessar a audiência mais ampla da abastada aristocracia londrina e defender suas ideias com o peso da aceitação pública (Golinski, 1992, pp. 175, 196). Em palestras empolgantes e ornamentadas com recursos poéticos e experimentais, Davy aprendeu a valorizar os sucessos experimentais que alcançou em suas pesquisas sobre os efeitos químicos da eletricidade, o isolamento de novos elementos e a própria revisão de conceitos fundamentais da nova química, como a descaracterização do oxigênio como princípio gerador de todos os ácidos (Buci, 2012; James, 2007; Knight, 1998). Nessas ocasiões, em vez de mudanças radicais nas relações sociais, seu discurso passaria a vincular um conhecimento da filosofia química à percepção e à contemplação da ordem divina que governa o mundo. Por analogia, valorizava-se uma estabilidade social que

agradava aos seus novos patronos ligados à coroa britânica (Golinski, 1992, pp. 190–203).

Já nas primeiras décadas do século XIX a *RI* se estabeleceu como grande centro de produção e divulgação de conhecimentos. Nesse contexto, a química tinha enorme destaque, não apenas pelo seu apelo prático, com aplicações na agricultura, indústria e no aprimoramento de materiais como lâmpadas e vidros, mas também como inspiração para outras formas de arte. Um dos registros mais comentados dessa influência se refere ao romance *Frankenstein*, de Mary Schelley (1797-1851). A autora era jovem demais para frequentar a *RI*, mas recorreu a transcrições das palestras de Davy para compor partes da trama, que coloca a química e a eletricidade em estreita conexão com a vida humana (Knight, 1998, pp. 121–122).

Dentre as várias admiradoras de Davy que frequentavam suas palestras havia outras escritoras, como a jovem Eleonor Anne Porden (1795-1825), que incorporou a química à sua poesia (Johns-Putra, 2011), e Jane Marcet, que reconhecia a grande dificuldade de se alcançar um entendimento satisfatório dos conceitos em meio à forte emotividade das palestras, e que justificou desse modo a sua iniciativa de compor uma obra de introdução à química, como detalharemos no Capítulo 2 desta tese (J. H. Marcet, 1809a).

A *RI* foi fundada por um consórcio de cavalheiros liderados por figuras influentes como Joseph Banks (1743-1820), presidente da *RS* à época, Thomas Bernard (1750-1818), Benjamin Thompson (1753-1814) e George Finch (1752-1826). Muitos desses homens tinham bom trânsito com o Rei George III (1738-1820), o que facilitaria a instalação da Instituição. Além disso, o ideal de construir um lugar que tomaria a ciência como ferramenta no aperfeiçoamento da agricultura, indústria e negócios, fortalecendo o Império Britânico contra a crescente influência de Napoleão na Europa Continental, atraiu a afiliação de "grandes proprietários de terras, militares, e aqueles que trabalhavam no serviço colonial como o da Companhia [Britânica] das Índias Orientais" (James, 2007, p. 141).

Obviamente, era este o perfil majoritário da audiência que assistia aos eventos na *RI*, mais seus acompanhantes e convidados. Assim, não devemos fomentar a falsa impressão de que as palestras de Humphry Davy eram frequentadas por populares ou pela classe operária. Casos como o do jovem Michael Faraday, que assistiu a uma série dessas palestras a convite de um membro da *RI*, constituem exceções (Baldinato, 2009;

Williams, 1960). Contudo, para esta audiência interessada, mas menos favorecida em termos sociais, havia outras associações filosóficas que ofereciam palestras e cursos mais acessíveis, principalmente dirigidos a classes específicas de artesãos, como era o caso da *City Philosophical Society*, frequentada por Faraday em sua juventude (Jenkins, 2008; Knight, 2000).

O estilo de divulgação implementado na *RI* reflete, de alguma forma, a crise do modelo iluminista verificada na década de 1790 (Golinski, 1992, pp. 176–187; Knight, 2002, p. 74). Essa crise viria em decorrência de um levante conservador que mobilizou a aristocracia inglesa frente aos desdobramentos da revolução recém-ocorrida na França. Entidades como a *Royal Society*, ligadas à aristocracia, passaram a dar suporte apenas a iniciativas de divulgação de uma filosofia natural comprometida com a manutenção da ordem social, e era isso o que se via na *RI*.

Em vez de incentivar a reprodução de experimentos com vistas à popularização da produção de saberes, investia-se em equipamentos sofisticados, aos quais poucos teriam acesso. Observa-se, nesse movimento, uma radical transformação no papel do público, que aos poucos vai se tornando mais passivo, assumindo a condição de espectador da ciência que será desenvolvida pelos especialistas (Bensaude-Vincent, 2001; Mendes, 2006, p. 114). Os ideais iluministas de Priestley e Beddoes certamente permaneceram no discurso e nas práticas de alguns divulgadores ingleses, mas não na corrente londrina majoritária, como veremos nas obras analisadas neste trabalho (Golinski, 1992, p. 242).

Independentemente do modo como se observasse o público, uma das estratégias principais da divulgação da química consistia na valorização dos seus aspectos práticos e utilitários (James, 2007, p. 150; Mendes, 2006, p. 112). Em particular, explorava-se um vínculo desejável entre o desenvolvimento da ciência e o ideal de progresso, notadamente sobre o aperfeiçoamento das profissões. É justamente esse o tom da obra de Samuel Parkes (1807), *The Chemical Catechism*, que analisaremos neste trabalho. O próprio autor representa alguém que se tornou influente na sociedade londrina não por contribuir com avanços teóricos, mas com aplicações práticas da química na resolução de problemas ligados à soberania do Império.

Como veremos, a química comunicada e praticada por Parkes se dirigia, essencialmente, ao melhor aproveitamento de matérias-primas, à otimização de

processos produtivos e à contemplação da sabedoria divina. Todas essas características ilustram valores intrinsecamente associados ao contexto vivido pela Inglaterra no início do século XIX. Especificamente, é preciso destacar o Bloqueio Continental imposto por Napoleão Bonaparte em 1806, que isolava os países do Reino Unido, impedindo o comércio com seus fornecedores usuais para todos os tipos de bens de consumo.

Proibida de acessar a maior parte dos portos europeus, era crucial que a Grã-Bretanha otimizasse o uso de seus próprios recursos naturais como matérias primas, para salvaguardar o desenvolvimento e assegurar a soberania do Reino. Assim, sociedades filosóficas promoviam concursos, premiando ideias e processos que contribuíssem com essa autonomia nacional, e estimulando o apoio popular ao avanço da ciência. Em particular, o aprimoramento das produções agrícolas era uma questão fundamental, e que mobilizou a pesquisa aplicada e as comunicações de muitos filósofos químicos, incluindo o próprio Davy na *Royal Institution* (H. Davy, 1813; P. M. Jones, 2016, p. 164).

Aos poucos, a química deixava de ser abordada apenas como uma disciplina subordinada à medicina e mostrava potencial aplicação em atividades fundamentais, como agricultura e mineração, além das artes envolvendo tinturas, branqueamentos e a produção de álcalis. Estudos sociais apontam ainda que uma elite advinda de Genebra e radicada em Londres, em decorrência do Terror que se seguiu à Revolução Francesa, também atuaria neste processo. Alinhando-se à aristocracia local por afinidades religiosas e de organização política, essas elites pregariam uma ideologia científica que envolvia "a promoção de conhecimento útil e seu oferecimento como alternativa à inquietação política" (Bahar, 2001, p. 30).

Em suma, configurava-se todo um contexto de valorização da química que justificava sua ampla divulgação na Inglaterra do início do século XIX, com particular atenção sobre o trabalho de Humphry Davy. Embora sua carreira não pudesse ser tomada como modelo por outros químicos, pois poucos tinham acesso a vultosos recursos e a padrinhos tão poderosos como os que o mantinham na *RI*, Davy estaria no centro do que Golinski caracteriza como "um crescente corpo de literatura didática" (1992, p. 239).

O estilo de Davy influenciou fortemente o modelo de discurso adotado por muitos divulgadores da época, e já foram percebidas algumas características centrais desse

modelo, tais como teologia natural, cordialidade e conservadorismo (Golinski, 1992, p. 239). No entanto, há mais a se observar nessas iniciativas de divulgação da química, como detalharemos nos próximos capítulos desta tese.

A produção e o consumo de livros de divulgação

A formação de uma sociedade que tomava textos científicos, e de química em particular, como objeto de consumo cultural é certamente dependente de uma trama de relações envolvendo pesquisadores, escritores profissionais, editores e diferentes audiências para o estabelecimento de gêneros e formatos impressos específicos (Topham, 2000).

Analisando a oferta e a procura de textos sobre ciências naturais na Inglaterra do século XIX, Topham (2000) faz uso do conceito de circuito da comunicação, proposto por Robert Darnton, para refletir sobre o papel de cada agente envolvido na publicação e no consumo dessas obras. A Figura 1 traz uma representação desse conceito.

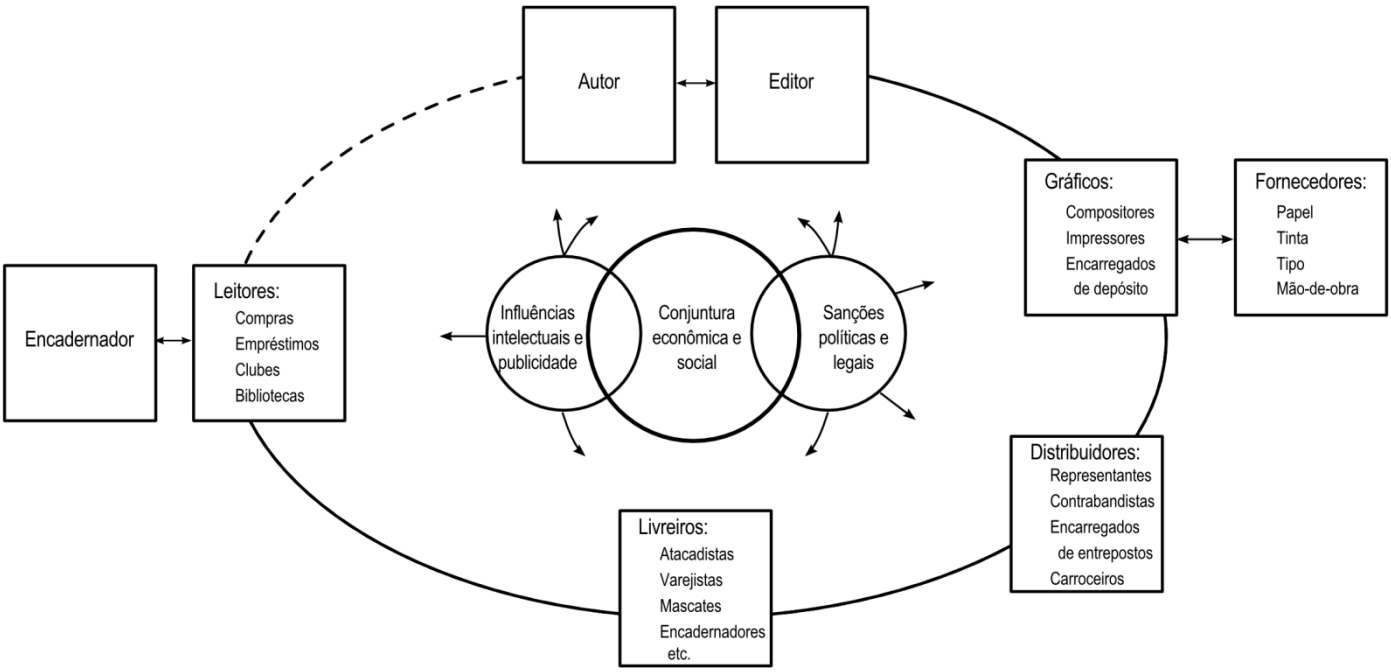


Figura 1 - Representação do conceito de circuito da comunicação (Darnton, 1990, p. 113).

Entre as muitas ideias condensadas neste diagrama, uma das mais gerais é a de que os leitores fecham o ciclo porque influenciam os autores "tanto antes quanto depois do ato de composição" (Darnton, 1990, p. 112). Ao aplicar o modelo sobre o contexto específico das publicações em ciências naturais do período, entretanto, outros agentes do circuito também ganham destaque. Em particular, Topham destaca como os editores

atuavam decisivamente na ampliação do mercado para consumo de obras científicas (Topham, 2000, pp. 30–37).

> Muitos dos editores de sucesso estavam bem à frente dos seus autores em determinar quais tipos de livros eram comercializáveis nas condições dinâmicas do mercado, e eles eram rápidos não apenas no lançamento de reimpressões de trabalhos com direitos de cópia vencidos, mas também ao encomendar autores a escrever novos trabalhos, traduzir obras estrangeiras, ou a compilar, editar ou plagiar trabalhos existentes.
>
> (Topham, 2000, p. 32)

Dentre os fatores que contribuíram para esse acirramento da competitividade no mercado editorial se destacam: uma decisão promulgada pela Câmara dos Lordes, em 1774, que restringia os direitos de exclusividade das obras aos livreiros por, no máximo, vinte e oito anos; e também os grandes avanços técnicos de impressão, no segundo quarto do século XIX, que permitiram uma drástica redução no preço final das obras, favorecendo a inclusão de novos públicos leitores (Lightman, 2007, pp. 16–20).

Outro aspecto interessante deste circuito de comunicação se refere aos autores das obras de divulgação das ciências naturais, pois muitos deles não estavam necessariamente ligados à pesquisa e à produção dessa forma de conhecimento. Seu trabalho, portanto, remete às fontes do conhecimento divulgado, que certamente incluíam tratados e dicionários reconhecidos para a fundamentação de bases conceituais, mas também os pesquisadores atuantes no período, pois acompanhar os frutos do seu trabalho seria a única forma de manter as edições atualizadas. Assim, torna-se significativo tentar compreender os vínculos e o relacionamento dos divulgadores com o próprio desenvolvimento da química no período.

O papel das iniciativas de divulgação na construção de um público passivo para a ciência é abordado por alguns autores (Bahar, 2001; Bensaude-Vincent, 2001; Golinski, 1992; Mendes, 2006). Embora esse argumento faça referência a outra conexão prevista no circuito da comunicação, as especificidades dos casos estudados devem contribuir para que nossa pesquisa não se limite às relações ali explicitadas. O próprio autor, Robert Darnton, reconhece que seu modelo não contempla os impactos da reedição ou das traduções de uma mesma obra de sucesso, e que o seu modelo não foi proposto como um guia para o trabalho de historiadores (Darnton, 2008).

Efetivamente, um de nossos interesses se dirige a um agente previsto apenas de modo indireto no circuito. Referimo-nos às fontes pessoais, os químicos e filósofos

naturais cujo trabalho alimentava a produção dos divulgadores e que podem ser associados às “influências intelectuais” ou à “conjuntura social” indicadas no centro do esquema da Figura 1.

Neste capítulo nos concentramos na primeira das questões norteadoras desta tese, reconhecendo um contexto amplo que incentivava a produção e o consumo de textos introdutórios à química na Inglaterra do início do século XIX. Na sequência, apresentamos nossa análise das obras *The Chemical Catechism* (Parkes, 1807) e *Conversations on Chemistry* (J. H. Marcet, 1809a), identificadas entre as que tiveram maior relevância dentro deste contexto. O estilo e o conteúdo dessas duas obras serão considerados para fundamentarmos a percepção de uma imagem pública da química que se comunicava pela divulgação.

– Capítulo 2 –

Neste capítulo são apresentadas e discutidas as duas obras de divulgação que compõem o foco central deste trabalho. Nosso referencial teórico considera a contemporânea historiografia da ciência e se fundamenta na caracterização detalhada de um contexto de época que marca o entorno dos objetos estudados (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2004; Martins, 2000). Assim, à medida que acessamos as edições originais dos textos de divulgação de Samuel Parkes e de Jane Marcet, buscamos também outros registros da época que nos permitissem construir critérios contemporâneos de análise, e encontramos cartas, obituários, atas de processos e periódicos locais, como as revistas *Gentleman's Magazine e The Monthly Review*, que registravam críticas e revisões comentadas desses textos (Anônimo, 1806, 1807a, 1807b; Hodgetts, 1827). Além dessas fontes primárias, também levantamos estudos realizados por historiadores que nos propõem diferentes olhares sobre a divulgação de ciência no período pesquisado (Jacques, 1986; Knight, 1986; Kurzer, 1997; Lindee, 1991).

O conjunto das fontes pesquisadas nos permite refletir sobre as três questões norteadoras desta pesquisa que, em síntese, remetem: 1) ao contexto que justificava a divulgação da química; 2) às obras que alcançaram destaque; e 3) à visão da química comunicada.

Conforme discutido no Capítulo 1, encontramos na Inglaterra do início do século XIX um contexto amplo que associava a valorização das ciências como ferramenta do progresso social (Homburg, 2007; Lightman, 1997). Entretanto, em meio aos estudos já produzidos sobre este período, encontram-se desde versões politizadas que abordam estratégias de uma elite intelectual atuando na Inglaterra em resposta a desdobramentos da Revolução Francesa e à expansão do domínio Napoleônico sobre a Europa Continental (Bahar, 2001), até versões românticas e hagiográficas, que tratam apenas do altruísmo de autores que se dedicaram a facilitar o acesso de leigos à química como forma de ampliar sua percepção da benevolência divina (Armstrong, 1938). Essa questão sobre os interesses que motivavam obras de divulgação da química ainda pede maior estudo e levantamento bibliográfico focado em questões sociais do período.

Com relação a quais teriam sido as iniciativas de maior destaque, a resposta decorre dos registros originais da crítica e de resenhas publicadas nos periódicos da época, da quantidade de edições das obras de divulgação, traduções e versões adaptadas em

outros países, edições plagiadas das obras, premiações e honras conferidas aos autores, além das referências feitas em outros estudos secundários. Deste conjunto de fatores emergem os títulos *Conversations on Chemistry* e *The Chemical Catechism*, que se apresentavam como rotas mais suaves para uma aproximação inicial à química, em comparação aos tratados anteriores de William Nicholson (1753-1815) e Antoine Lavoisier (1743-1794).

Há registros que apontam, também, para as obras *The Chemical Pocket Book*, de James Parkinson (1800) e *Dialogues in Chemistry*, de Jeremiah Joyce (1807), mas nenhuma delas é tão acessível em fontes *online* quanto os textos de Parkes e Marcet, o que sugere a sua escassez em bibliotecas ao redor do mundo.

O texto de Parkinson se propõe como introdução geral à química, mas também como livro de referência rápida para estudantes em ofícios profissionais. Assim, basicamente, o autor dedica um tópico do livro para cada substância ou classe de substâncias, e apresenta uma série de definições. Já os diálogos de Joyce guardam grande semelhança com a obra de Jane Marcet que analisamos nesta tese. Entre 1800 e 1805, esse mesmo autor já havia publicado uma série de diálogos sobre tópicos da filosofia natural – incluindo mecânica, astronomia, hidrostática, pneumática, óptica, magnetismo, eletricidade e galvanismo – que é sugerida no prefácio de *Conversations on Chemistry* como um estudo que, idealmente, deveria preceder o da química (J. H. Marcet, 1809a, p. iv). A diferença mais óbvia entre as abordagens de Joyce e Marcet é que o primeiro se utiliza de personagens masculinos para conduzir seus diálogos sobre a química, enquanto Marcet emprega personagens femininas. A obra de Joyce não foi incluída nesta tese em função da morte do autor, ocorrida em 1816. Julgamos que seu texto não permitiria acompanhar o período de interesse da pesquisa, uma vez que recebeu poucas reedições revisadas pelo autor.

Ainda entre as iniciativas de divulgação de destaque, é incontestável a popularidade alcançada pelos ciclos de palestras que marcaram o período, tendo Humphry Davy como maior expoente na Inglaterra do início do século XIX (James, 2007; Knight, 1998). Todavia, nossa opção pelo foco restrito aos livros de divulgação deixa a análise destas atividades para outras pesquisas (Golinski, 1992; Lightman, 2007).

O acesso que obtivemos aos manuscritos e arquivos originais da correspondência de Jane Marcet, que hoje se encontram depositados na Biblioteca de Genebra[4], nos permitiu dar uma contribuição de natureza historiográfica, que remete particularmente ao processo de elaboração de *Conversations on Chemistry*. Assim, ao abordar esse tópico, discutiremos registros sobre o relacionamento da autora com suas fontes, além da sua própria defesa do formato de diálogos adotado na obra.

Por fim, considerar a visão da química comunicada nos textos de divulgação de Parkes e Marcet conduziu a alguns dos resultados mais interessantes desta pesquisa. A contemporânea historiografia da ciência sempre nos orienta a não tentar apreciar a ciência do passado sob uma perspectiva de comparação com a atual, sob o risco de incorrer em anacronismos. Assim, nossos esforços devem ser focados no entendimento das bases do pensamento químico do período estudado, considerando seus pontos de convergência e contradições de acordo com critérios diacrônicos de análise (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2004; Canguilhem, 1972).

Em linhas gerais, o que encontramos é uma ciência fundamentada na nova química francesa do final do século XVIII, que assume as interações da matéria como resultado de um pequeno conjunto de leis de atração (ou afinidades químicas), e que considera o princípio de conservação de massa sem, no entanto, abandonar os fluidos imponderáveis, que seriam agentes químicos desprovidos de massa, mas que desempenhavam papel fundamental no corpo de interpretações químicas da época. Essa leitura da química valoriza o seu caráter descritivo e assume o laboratório como espaço privilegiado no qual os filósofos buscariam seus entendimentos sobre os corpos materiais. Muitos dos esforços empreendidos nesse ambiente seriam orientados por uma lógica de classificação, que pode ser destacada tanto em relação às decomposições quanto ao próprio estudo das afinidades químicas. No primeiro caso, a separação dos constituintes dos corpos levaria à sua organização em grupos reduzidos de substâncias elementares. Já no segundo, essa lógica se refletia nas muitas tabelas de afinidades relativas, que classificavam os compostos conhecidos mediante sua força ou capacidade de interagir com outros materiais em condições específicas (Lavoisier, 1789/2007).

[4] Arquivos da família Marcet. *Département des manuscrits et des archives privées, Bibliotèque de Genève, Prom. des Bastions* 1204, Genebra, Suíça.

As obras pesquisadas entram em consenso ao afirmar que o conhecimento químico de um material advém da nossa capacidade de promover sua decomposição nas substâncias simples que o constituem, seguida da recombinação destes constituintes num processo de síntese, que retoma o material original. Quando os resultados do processo de síntese confirmam os da decomposição, alcançamos o pleno conhecimento químico daquele corpo. Assim, para compreendermos efetivamente o pensamento químico do período, torna-se crucial aprofundar o que se entendiam como os mecanismos da decomposição dos corpos, e neste ponto entram os agentes imponderáveis – luz, calórico, eletricidade e magnetismo.

Além das sínteses, decomposições e dos agentes imponderáveis, também se observa que a química divulgada tem forte apelo prático – no aperfeiçoamento de materiais como vidros e na produção de tecnologias como a máquina a vapor – e religioso, atribuindo à sabedoria do Criador a percepção de que as transformações da matéria seguem um conjunto simples de leis. Esse último viés remete à noção de teologia natural, amplamente defendida na época e que será discutida com maior profundidade no Capítulo 3 desta tese (Knight, 2004b; Paley, 1802/2006).

Esse conjunto de aspectos que compõem uma visão da química disseminada pelas obras de divulgação será aprofundado no último tópico deste Capítulo. Além de lançar luz sobre pontos de interesse dentro do panorama de pesquisas em história da ciência, nossa abordagem procura ressaltar como algumas formas antigas de pensamento resistiram à revisão conceitual trazida pelo grupo de Lavoisier no final do século XVIII, assim como o convívio harmônico entre as ciências naturais e a religiosidade que se verifica no discurso científico destas obras.

Samuel Parkes e *The Chemical Catechism*

Iniciaremos este tópico narrando um episódio que situa o personagem Samuel Parkes em meio ao círculo de químicos de destaque na Inglaterra do início do século XIX. Seguiremos com um esboço biográfico do autor e com a apresentação mais detalhada do seu catecismo químico.

Um caso mal resolvido pela ciência

Em 1819, um incêndio numa refinaria de açúcar inglesa foi responsável pela reunião de alguns dos mais respeitados químicos do período. A empresa era a Messrs Severn King & Co. e o caso, a ser resolvido em tribunal, envolvia uma indenização no valor de setenta mil libras, a ser pago pela Companhia de Seguros Imperial (Kurzer, 1997).

Entre os especialistas convidados para testemunhar em favor da refinaria estavam: Daniel Wilson, engenheiro civil detentor da patente de um sistema para produção de açúcar que era central na disputa; William Thomas Brande (1788-1866), secretário da *Royal Society* e professor de química da *Royal Institution* à época; Friedrich Accum (1769-1838), professor de química na *Surrey Institution*; e Samuel Parkes. Do lado oposto, em defesa da seguradora, figuravam nomes como os de John Bostock (1773-1846), professor de química no *Guy's Hospital*; John Taylor (1779-1863), químico e engenheiro; Michael Faraday, à época assistente no laboratório da *Royal Institution*; e Richard Phillips (1778-1851), professor de química no *Royal Military College* e no *London Institute*.

O litígio envolvia questionamentos da seguradora sobre uma possível causa do incêndio que não estaria coberta entre os riscos assumidos na apólice contratada. Meses antes do incidente, os proprietários da refinaria haviam implantado um novo sistema de produção, patenteado por Daniel Wilson. Em lugar das usuais panelas rasas aquecidas a fogo aberto, a obtenção do açúcar era promovida pelo contato do caldo açucarado com uma tubulação em espiral, pela qual passava óleo de baleia previamente aquecido a 175°C e mantido em fluxo impulsionado por uma bomba mecânica. Esse sistema trocador de calor mantinha o caldo em constante ebulição, e acelerava o processo de evaporação da solução até o ponto de cristalização do açúcar. A seguradora alegava que este procedimento gerava riscos adicionais pela possível emissão de vapores inflamáveis do óleo, e que fora implantado na fábrica sem o seu conhecimento. Assim, a argumentação científica trazida à corte pelos especialistas químicos se concentrava no grau de risco envolvido na manipulação de óleo aquecido naquelas condições de produção.

Parkes, Wilson, Brande e os outros defensores da refinaria apontavam evidências técnicas de que o óleo de baleia só emitiria vapores inflamáveis quando aquecido acima de 320°C, enquanto Phillips, Faraday e Taylor argumentavam que o trato com óleo

aquecido poderia ser perigoso em temperaturas bem menores (Kurzer, 1997). Ambos os lados deram testemunho de experimentos envolvendo a manipulação de óleo aquecido e a análise dos seus produtos de decomposição e destilação.

No final, entre bons argumentos e demonstrações vindas dos dois lados, os especialistas convidados não foram capazes de entrar em consenso, e o caso foi decidido pelo júri com base em análises menos técnicas. O litígio ficou resolvido em favor da refinaria, que teve garantido o seu direito ao valor contratado do seguro. Ao final das sessões, o pronunciamento do Presidente do Tribunal deixou registrada a apreensão do júri ante a incapacidade daqueles especialistas de fornecer uma explicação clara e decisiva para o caso.

> Por dois dias, ocupamos um bom número das pessoas mais inteligentes que este país ou a Europa pode produzir. Eu mesmo estou, de alguma forma, familiarizado com os escritos de cada um destes cavalheiros: e por isso sei da sua instrução e conheço seus talentos; e se o meu tempo foi bem ou mal empregado eu não direi, embora eu tenha orgulho de admitir que tive, ocasionalmente, um considerável grau de satisfação com os seus trabalhos; mas devo acrescentar que estes dois dias, deste modo empregados, não são dias de triunfo, mas de humilhação para a ciência; pois quando descubro que a sua ciência termina neste grau de incerteza e dúvida, e quando observo que se alinham em formação belicosa e hostil uns contra os outros, como é possível para mim, a qualquer momento, formar uma opinião sobre evidências tão contraditórias? Deste modo, vocês não deverão esperar de mim qualquer opinião sobre esta parte do caso; não posso formar nenhuma. Volumes foram ditos sobre isto, e eu antevejo, mesmo sem ser abençoado pelo dom da profecia, que volumes serão escritos sobre isto, e assim deve ser, para a elucidação da ciência e o esclarecimento da humanidade.
>
> (Parkes, 1821a, p. 317)

Profética ou não, a declaração do juiz descreve perfeitamente a peleja científica que se seguiu após o fechamento do caso no tribunal, envolvendo, especialmente, Samuel Parkes de um lado e Richard Phillips do outro. Claramente insatisfeito com aquele impasse químico, Parkes publicou um relato – sensivelmente enviesado – do caso no vigésimo número do periódico *Quarterly Journal of Sciences, Literature and the Arts*, da *Royal Institution* (Parkes, 1821a). Em resposta, Phillips editou um pequeno volume no qual as testemunhas de defesa no caso desqualificavam a análise de Parkes, ressaltando informações supostamente relevantes e que teriam sido omitidas no relato desse autor (Phillips *et al.*, 1821). Outras comunicações prolongaram o debate (Parkes, 1821b;

Phillips, 1821), e uma nota publicada no *London Journal of Arts and Sciences* talvez forneça a melhor descrição para a situação final da disputa:

> Messrs. Severn e Co. obtiveram um veredito; de modo que os direitos pecuniários relativos ao incêndio agora estão, no nosso entendimento, conclusivamente determinados: o mesmo não pode ser dito sobre a inflamabilidade dos óleos fixos.
>
> (Anônimo, 1821, pp. 60–61)

Samuel Parkes e o lado prático da química

Samuel Parkes não é um personagem recorrente nos livros didáticos de química, seja nos de nível médio ou nos de graduação. Contudo, seus biógrafos afirmam que poucos nomes seriam tão representativos quanto o seu para ilustrar o estado da arte experimentado pela química no início do século XIX (Hodgetts, 1827; Kurzer, 1997).

Na análise de Kurzer (1997), as menções históricas de destaque são usualmente reservadas àqueles que formaram o "primeiro escalão" da ciência, e que tiveram seus nomes associados a descobertas e proposições de conceitos. Isso, de algum modo, ocultaria o valor dos usuários práticos da ciência que, tal como Parkes, alcançaram reconhecimento em vida pela aplicação do conhecimento científico em situações práticas, tratando de problemas de importância social dentro do seu contexto (Kurzer, 1997, p. 431). Na Inglaterra do século XIX, a aplicação da química no aprimoramento das manufaturas parecia ter um papel particularmente relevante, e foi nesse ramo que se estabeleceu nosso personagem (Anônimo, 1826; Parkes, 1807).

Samuel Parkes nasceu em 1761, na cidade de Stourbridge, região centro-oeste da ilha da Grã-Bretanha, próxima às cidades de Dudley e Birmingham. Teve acesso à escola regular durante a infância e, segundo Kurzer, partilhou do interesse que seu pai tinha pela leitura (Kurzer, 1997, p. 433). Aos 14 anos, Parkes deixou a escola para trabalhar como aprendiz, numa experiência que não durou muito. Depois de acompanhar um mestre ferrageiro que logo foi à falência, Parkes retornou à casa de sua família e lá permaneceu por mais 18 anos, trabalhando na mercearia de seu pai.

Neste longo período em que permaneceu em sua cidade natal, Parkes teria iniciado sua farta coleção de livros, dedicando-se prioritariamente à teologia. A família seguia uma corrente dissidente da igreja anglicana conhecida como unitarismo, e os temas da

teologia motivaram suas primeiras publicações no periódico *Gentleman's Magazine*, quando contava seus 25 anos. Nesse mesmo período, Parkes teria ajudado na fundação de uma biblioteca pública em Stourbridge (Hodgetts, 1827, p. 2).

Aos 32 anos, Parkes se mudou para Stoke-on-Trent, cerca de 80 quilômetros ao norte de sua cidade, e iniciou um negócio de fabricação de sabão. Lá, ele se casou com Sarah Twamley (1766-1813) e teve sua única filha, Sarah Mayo, em 1797 (Lee, 1895, p. 307). De acordo com Kurzer (1997, p. 434), foi o trabalho como fabricante de sabão que motivou Parkes a se aprofundar nos estudos da química, em busca de meios para aperfeiçoar sua produção. Apesar de avanços relatados na obtenção de álcalis a partir de sulfatos, que confeririam maior qualidade ao produto final, Parkes enfrentou dificuldades financeiras que o fariam abandonar o negócio, buscando nova vida na capital. De acordo o relato póstumo escrito por seu genro, Parkes se mudou com a família para Londres contando com um empréstimo de 100 libras tomado com um amigo (Hodgetts, 1827, p. 3).

O envolvimento de Parkes com a química foi relativamente tardio, e se consolidou principalmente após sua chegada a Londres, em 1803, com 42 anos de idade. Como era comum no período, Parkes nunca frequentou uma universidade, e sua formação em química se deu pela prática e por estudos autodidatas (Williams, 1960, p. 515).

Londres parece ter oferecido boas oportunidades a Samuel Parkes, e seu genro narra como em apenas três anos trabalhando como químico de preparações, ele foi capaz de quitar seus débitos e empréstimos antigos (Hodgetts, 1827). Parkes se estabeleceu na cidade como fabricante de água-forte (ácido nítrico), ácidos muriático, acético e sulfúrico, éteres, soluções amoniacais, fosfato de sódio, soluções metálicas e alvejantes, fornecendo reagentes de alta pureza para uma sociedade repleta de instituições de pesquisa, fábricas e curiosos dedicados às manipulações químicas (Knight, 1986, 2000; Kurzer, 1997). Esse contexto particular também favoreceu o lançamento de Parkes como autor de livros introdutórios à filosofia química, como detalharemos à frente. Dentre as obras que publicou, as de maior destaque são: *Chemical Catechism* (1806); *Rudiments of Chemistry* (1809); e *Chemical Essays* (1815) (Lee, 1895, p. 307).

Além da carreira como autor e comerciante de produtos químicos, Parkes se dedicou ao estudo de matérias-primas e ao aprimoramento dos métodos de obtenção

desses compostos. Por ocasião de um concurso promovido pela *Highland Society* da Escócia, ele foi um dos premiados, por um artigo em que explorava a barrilha e as algas marinhas da Escócia como potenciais fontes de carbonato de sódio, cuja matéria-prima, à época, era importada da Espanha (Kurzer, 1997, p. 444).

Dentre outros temas e aplicações da química, Parkes produziu ensaios encomendados sobre águas minerais, utilização de sal na horticultura e congelamento do vinho. Ele também construiu uma tabela detalhada com as correlações entre a concentração de ácido sulfúrico e a densidade das soluções obtidas a várias temperaturas. Essa tabela se mostrava útil num período em que o Reino Unido consumia três mil toneladas de ácido sulfúrico anualmente, nas diferentes diluições usadas em alvejantes, estampas e outras manufaturas, incluindo os próprios produtores de óleo de vitríolo (Parkes, 1812b).

O reconhecimento que alcançou como profissional ligado às aplicações práticas da química contribuiria diretamente para que ele fosse chamado, por diversas vezes, como testemunha ou consultor especialista em cortes jurídicas e no próprio Parlamento inglês. Além da já citada disputa no caso da refinaria de açúcar incendiada, Parkes deu pareceres quanto à adição de açúcar na ração animal, à durabilidade de caixões de metal comparada aos de madeira, fraudes na produção de derivados de amido, entre outros (Hodgetts, 1827).

Entre 1817 e 1825, Parkes se envolveu na ação que rendeu uma de suas maiores contribuições à sociedade britânica. Com o apoio de homens influentes como Thomas Bernard, membro fundador e primeiro tesoureiro da *Royal Institution*, Parkes tomou parte em várias iniciativas pelo fim das taxas cobradas sobre a comercialização de sal no Reino Unido. Com o isolamento das ilhas britânicas no período de expansão do domínio Napoleônico sobre a Europa continental, as necessidades de arrecadação da coroa britânica "justificavam" impostos da ordem de até 30 libras por tonelada de sal comercializado. Esse valor ganha enorme dimensão ao considerarmos que o custo de produção desse sal, no período, era de apenas 1 libra por tonelada (Kurzer, 1997, p. 447). Thomas Bernard levou uma petição pelo fim das taxas do sal aos ministros de Sua Majestade, e Parkes atuou como testemunha na apreciação judicial da matéria, com argumentos que apresentavam o sal como precursor na produção de ácido muriático, sabão e soda, além dos seus usos na agricultura e na alimentação de animais (Parkes,

1817). O caso se estendeu e Parkes publicou comunicações destacando os benefícios do uso do sal em diversas aplicações do interesse dos negócios da sociedade e do governo. Thomas Bernard não viveu para acompanhar o desfecho dessa disputa, mas Parkes teve alguma recompensa ao ver o fim das taxas do sal, em 1825 (Hodgetts, 1827, p. 6).

Em casa, Parkes manteve ao longo da vida o gosto pelos livros, e também mantinha coleções de minerais, fósseis e moedas antigas, tendo publicado análises da composição de moedas romanas selecionadas, detectando as frações de cobre, zinco e estanho por métodos químicos em debate no período (Keates, 1822).

Após a morte de sua esposa, em 1813, Parkes contou com o auxílio de sua filha, Sarah, na manutenção da casa e como companhia em algumas de suas viagens. Uma destas ocasiões ficou registrada na edição de 1816 do jornal *The Monthly Repository of Theology and General Literature*, do qual Parkes era um colaborador frequente (Parkes, 1816, pp. 274–276). Parkes descreve a oportunidade que teve de visitar a vila de Birstall, onde nasceu Joseph Priestley (1733-1804). De acordo com o relato, sua intenção era apenas de ver a casa em que o Dr. Priestley havia vivido, mas teve a felicidade de conhecer um irmão mais novo do filósofo, que ainda residia lá com a esposa. O Sr. Joshua Priestley recebeu Parkes e sua filha como convidados naquela tarde e contou histórias da família. Parkes guardava profunda admiração por Joseph Priestley, tendo organizado uma ampla coleção dos seus escritos em filosofia natural e teologia. Priestley também fora membro atuante da igreja unitarista à qual pertenceu Parkes por toda a vida (Kurzer, 1997).

Parkes acompanhou o casamento de sua filha em 1824, com Joseph W. Hodgetts, e no ano seguinte, durante uma viagem a Edimburgo, adoeceu gravemente. O obituário registra os nomes dos médicos que o acompanharam por vários meses, mas não especifica o mal que o levou à morte, em dezembro de 1825. Hodgetts escreveu uma detalhada nota biográfica sobre seu sogro, que foi publicada no *Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts* de 1827 (Hodgetts, 1827). Numa biografia mais recente, Friedrich Kurzer (1997, p. 432) também atribui a Hodgetts a autoria do obituário de Parkes publicado no periódico *The Monthly Repository of Theology and General Literature*, ainda que o original desta fonte traga apenas a inicial “H.” como identificação do autor (Anônimo, 1826, p. 121).

O catecismo químico

A primeira edição de *Chemical Catechism* foi publicada em Londres em 1806. No prefácio, o autor conta que escreveu, inicialmente, para garantir a instrução de sua única filha, e que o estilo catequético foi escolhido por conferir "clareza e simplicidade dificilmente encontradas nas obras dessa natureza" (Parkes, 1807, p. v). Convencido de que a obra ganhara dimensão e profundidade maior que seu projeto original, Parkes alega ter considerado seu potencial uso por outros pais e tutores desejosos de ter seus pupilos iniciados nos princípios da química, pois estes seriam úteis em qualquer ramo no qual os jovens viessem a se desenvolver.

Várias notas e críticas publicadas no periódico *Gentleman's Magazine* dão conta de questões sociais e valores contemporâneos que favoreciam a ampla aceitação do livro na Inglaterra.

> Sabe-se bem que o Governo da França reivindica grandes méritos em função da quantidade de Escolas que foram estabelecidas, em Paris e no interior, para a instrução de jovens na ciência química, e que eles esperam, por esta via, serem capazes de superar as Manufaturas Inglesas em todas as suas produções. Por esta razão, o Sr. Parkes quis prover uma obra elementar em química à juventude do nosso próprio país, elaborada com clareza suficiente para ser usada em escolas, e ao mesmo tempo calculada para a instrução de todas as pessoas que não sejam familiarizadas com os rudimentos da ciência[5].
>
> (Anônimo, 1805a, p. 1205)

> A preeminência de que disfrutamos como uma Nação fabril pode ser atribuída não apenas ao capital do comerciante e ao esforço infatigável do fabricante, mas também, em grande medida, à inteligência superior dos trabalhadores artífices, cuja condição neste país é certamente mais desejável que aquela da parcela da comunidade que compõe a mão-de-obra em qualquer outro reino Europeu. Com o objetivo de preservar esta superioridade e torná-la ainda mais notória, é necessário que os homens empregados na produção das nossas manufaturas sejam instruídos quanto à natureza e as propriedades de diferentes substâncias sobre as quais atuam. Por

[5] O trecho citado é assinado apenas com as iniciais "A.B." e data de 14 de dezembro de 1805 – alguns meses antes da publicação inicial do *Chemical Catechism*. No parágrafo anterior ao transcrito, o autor se dirige ao Editor da revista, Sylvanus Urban, explicando ter lido na última edição do periódico *Philosophical Magazine* que o trabalho de Parkes seria publicado em breve. Assim, ele antecipa seu conhecimento sobre o projeto da obra alegando que ela seria do interesse de muitos leitores da *Gentleman's Magazine*.

> esta razão, estamos particularmente satisfeitos com a leitura do *Chemical Catechism* [...].
>
> (Anônimo, 1807b, pp. 143–144)

> Dada a necessidade corrente de que homens pertencentes a todas as classes adquiram algum conhecimento da ciência química, ficamos satisfeitos com a notícia de que o público tenha demandado, tão rapidamente, a republicação do *Chemical Catechism*; um livro bem calculado para instruir sem fatigar a atenção do estudante. [...] nós demos um relato favorável sobre a primeira impressão desta obra; e ao paginar a segunda edição, verificamos tantos tópicos novos e interessantes que não podemos evitar anunciá-la quase como uma nova obra.
>
> (Anônimo, 1808, p. 227)

Quatro anos após o lançamento, e já na sua quarta edição, o sucesso do livro é atribuído à crescente popularidade do tema, que se ocupa dos "elementos de uma ciência tão intimamente ligada a todas as partes da existência material; que contribui tão amplamente com as necessidades, conveniências, confortos, ornamentos e luxos da vida humana". O volume se propõe como via instrumental para suavizar a entrada ao caminho do conhecimento químico e coloca "precisão, perspicácia, esforço e método" como requisitos centrais da empreitada (Parkes, 1810a, p. iv).

Depois de justificar uma quarta edição pela boa aceitação das anteriores, o autor ressalta, especificamente, que a "nova luz" lançada por Humphry Davy sobre tantas áreas da química fez necessária a revisão de cada página com maior cuidado, com o objetivo de manter o texto e as notas ajustados à situação corrente do conhecimento químico. Nessa quarta edição, o autor ressalta que o rol de experimentos foi ampliado, capítulos foram reescritos e novos temas foram discutidos, e destaca também a inclusão de ilustrações do laboratório da *Surrey Institution*, com particular apreço pelas gravuras de fornalhas feitas em escala, para orientar reproduções. De fato, comparando a quarta edição com a obra inicial, embora a sequência de capítulos tenha permanecido a mesma, verifica-se um grande trabalho de revisão dos parágrafos, que avolumou o texto. Várias respostas foram detalhadas e algumas atualizações conceituais são significativas, como se verifica na sequência sobre o caráter elementar dos compostos conhecidos como terras. Na primeira edição constava apenas a suspeita de que estas poderiam ser substâncias compostas, enquanto na quarta edição já são apresentadas as

novas interpretações baseadas no trabalho experimental de Humphry Davy, reclassificando esses materiais como óxidos metálicos (Parkes, 1807, 1810a, p. 115).

Já da quarta para a quinta edição o trabalho de revisão foi bem mais modesto, como reconhece o próprio autor ao anunciar apenas algumas novas notas de rodapé, com atualizações do estado da arte sobre áreas de desenvolvimento da química, além de pequenas correções tipográficas no texto (Parkes, 1812a, p. xi).

No total, o catecismo de Parkes teve doze edições inglesas realizadas de modo independente pelo autor e mais três editadas após a sua morte, uma por E. Brayley, da *London Institution*, e duas por W. Barker, do *Trinity College* de Dublin. Várias dessas edições foram traduzidas para o espanhol, francês e alemão, com penetração e reconhecimento também nos Estados Unidos e na Rússia (Lee, 1895, p. 307). Contudo, talvez a melhor medida da ascensão social experimentada pelo autor seja verificada nas folhas de rosto das sucessivas edições do catecismo (Kurzer, 1997). Enquanto na primeira edição, de 1806, o autor é apresentado brevemente como "Químico de preparações", na quinta, de 1812, a apresentação já muda para "Autor de *Rudiments of Chemistry* e um dos Proprietários da *Haggerstone Chemical Works*". Na última edição da qual participou, em 1826, Parkes dedica nada menos que dezenove linhas para listar sua afiliação às várias sociedades filosóficas e literárias que frequentava, ou das quais recebera homenagens, na Inglaterra e no exterior, incluindo Portugal, França, Estados Unidos, Escócia e Rússia (Parkes, 1807, 1812a, 1826).

O livro se dirige a iniciantes, mas também se apresenta aos pais desejosos de educar seus filhos nos elementos da ciência química. O conteúdo do catecismo químico é apresentado como uma forma de suprir

> de modo familiar, uma massa de evidências incontroversas da sabedoria e beneficência divina, no estabelecimento e na modificação das leis da matéria, tão infinita e maravilhosamente variadas, e cuja operação é por demais minuciosa para ser apreciada pela percepção comum.
>
> (Parkes, 1810a, pp. ix–x)

Por esse tipo de motivação, o autor se propõe a aproveitar qualquer oportunidade para dirigir o olhar dos aprendizes/leitores à contemplação divina, protegendo as mentes jovens contra "a imoralidade, a descrença e o ceticismo" (Parkes, 1810a, p. xi). Como já antecipamos, essa perspectiva, que coloca a ciência como instrumento que amplia nossa percepção da sabedoria divina, constitui uma marca dos textos de

divulgação do período e, no caso do catecismo de Parkes, aparece tipicamente nas perguntas e respostas finais de cada capítulo do texto – conforme veremos adiante.

Subordinado a este caráter contemplativo da atividade química, seu valor entre os homens estaria diretamente ligado à facilitação da produção de bens e processos úteis, capazes de incrementar as condições de vida com base no melhor manejo de matéria-prima e na integração de processos, com os subprodutos de um sendo aproveitados como material de partida em outro. Em termos bastante práticos e aplicados, o autor integra, por exemplo, a produção de sabão à das velas. Enfatizando a economia e os benefícios das lâmpadas de carbureto usadas pelos mineiros em substituição às velas, Parkes destaca como as lâmpadas aumentavam a segurança e a eficiência do trabalho subterrâneo, favorecendo inclusive um aumento na oferta de sebo, que poderia baratear a produção de sabão e "conferir condições mais salubres e confortáveis aos nossos pobres" (Parkes, 1810a, p. 16).

Todo esse utilitarismo da química decorreria de uma única regra que, segundo o autor, o teria guiado na seleção dos temas e estratégias de abordagem apresentadas no livro. Tal regra seria a de "produzir preferencialmente o útil ao original" (Parkes, 1810a, p. xi). Pelas escolhas realizadas em obediência a este princípio, o autor demonstra confiança de que, independente da forma de emprego da obra (com o padrão do catecismo, um conjunto de diálogos, tema para conversas familiares, ou como um guia para estudos solitários), o resultado seria o mesmo: uma correta iniciação à ciência química (Parkes, 1810a, p. xiii).

O início do texto já dá o tom e o alinhamento contextual da obra. Após o sumário e antes do primeiro capítulo, o autor propõe um ensaio sobre "a utilidade da química nas artes e manufaturas"(Parkes, 1807, p. xiii, 1810a, p. 1). Ali se destacam usos práticos da química na agricultura, extração mineral, medicina e negócios do Reino Unido, como a produção de ferro, aço e vidros, com particular atenção sobre as afinidades químicas que permitiam a produção de corantes e os processos de tingimento de tecidos. Os muitos anúncios publicados pelo autor em jornais da época registram que, a partir de 1808, este ensaio passou a ser comercializado também como um texto avulso, que poderia ser adquirido ao preço de um *shilling*. O catecismo completo custava doze

shillings (Parkes, 1808a)[6].

Nesse ensaio introdutório, cada parágrafo descreve um novo tema, área de comércio ou aplicação aprimorada pelo conhecimento químico, tais como a produção de: marroquim, porcelana, bebidas fermentadas, açúcar, ouro, prata, alume, papel, velas, azul da Prússia e outros pigmentos – todos reconhecidos como processos intrinsecamente químicos. Por exemplo, áreas de produção tradicional, como a de sabão, evitariam desperdícios e perdas pelo estudo das proporções adequadas dos componentes barrilha, soda e potassa no controle de sua alcalinidade, garantindo também a menor produção de resíduos a partir da escolha de gorduras com menor teor de ácido sebácico.

Aos pais pertencentes às classes sociais mais abastadas, o autor aconselha que "deem a seus filhos uma educação química, e vocês os capacitarão para conduzir os negócios que estabeleceram da melhor maneira possível" (Parkes, 1810a, p. 17).

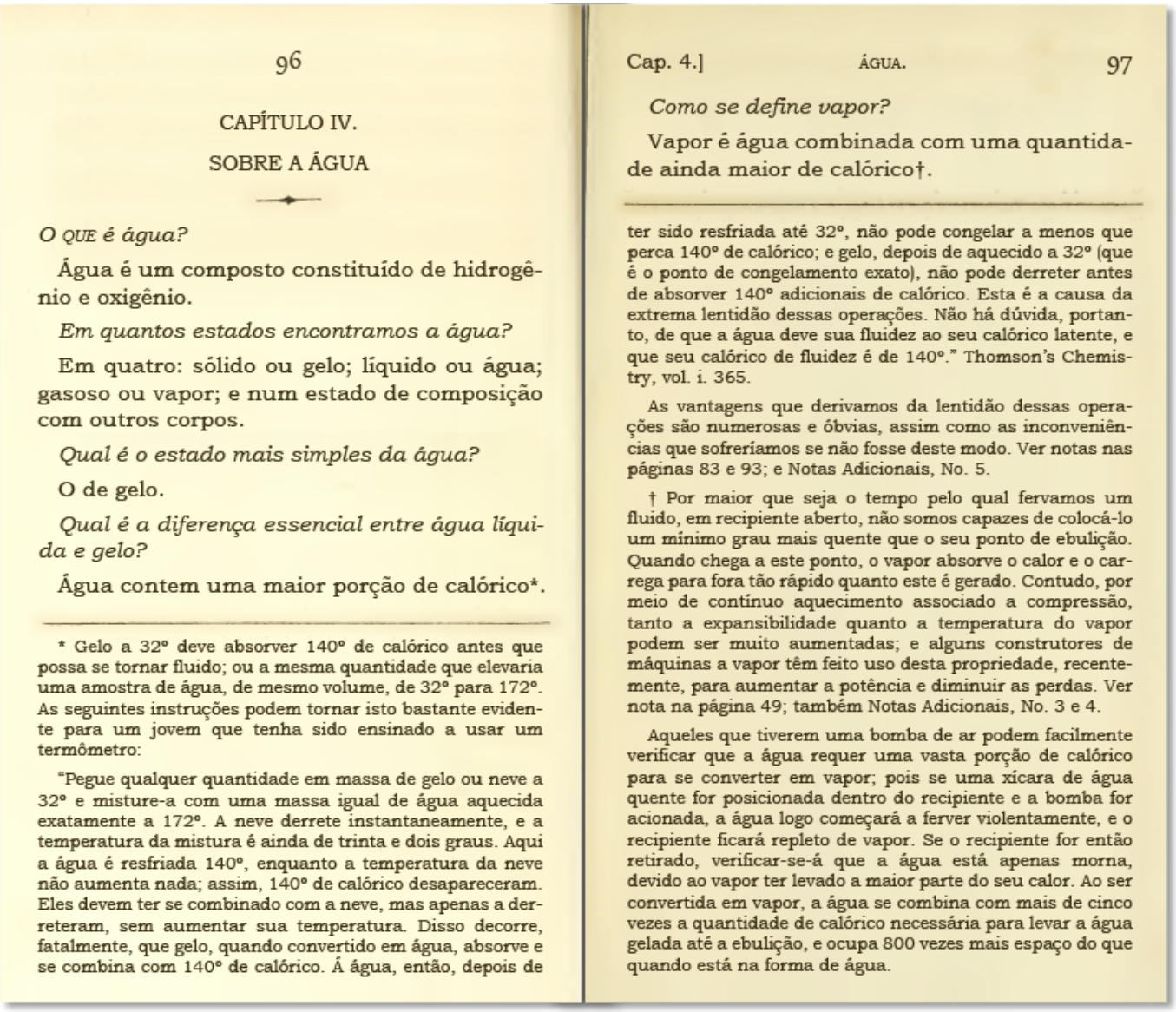
De acordo com a narrativa, as afinidades químicas seriam a chave para o entendimento da Natureza e das transformações da matéria. Os experimentos, por sua vez, representariam a via de acesso às verdades naturais.

> Se um jovem for ensinado a tomar como verdade apenas o que resulta da *experimentação*, ele terá pouco risco de cair nas traiçoeiras artes sofistas, ou de ter sua mente confusa por fanatismos ou superstições. O conhecimento de *fatos* é o que ele foi ensinado a valorizar; e nenhum raciocínio, ainda que plausível, jamais o induzirá a aceitar como verdade o que parecer incongruente ou não puder ser indicado por demonstração ou analogia.
>
> (Parkes, 1810a, p. 22, itálicos no original)

Depois desta apresentação teleológica da química, a obra entra em sua parte catequética. O texto é direto, construído sobre perguntas e respostas curtas e assertivas. Detalhes e aprofundamentos são reservados para as notas de rodapé. Assim, descontando-se as volumosas notas, trata-se de uma leitura rápida e dogmática. A Figura 2 ilustra o *layout* geral do texto, que divide as páginas em duas grandes seções: a primeira, destinada aos jovens, traz sequências de perguntas e respostas em letras

[6] No sistema monetário inglês da época, cada libra era dividida em vinte *shillings*, e cada *shilling* em doze *pence*. Com o avanço das técnicas de impressão no segundo quarto do século, muitos editores investiram na ampliação do seu mercado pela redução do preço final das publicações. Enquanto livros seriados ao preço de 6 *shillings* eram acessíveis "aos leitores da classe média e a alguns dos artesãos mais prósperos", revistas semanais de 6 *pence* se tornaram bastante populares (Lightman, 2007, p. 19).

grandes e parágrafos curtos; a segunda, dirigida aos tutores, abriga extensas notas de rodapé que detalham e aprofundam os temas discutidos na parte catequética do livro.



96

CAPÍTULO IV.

SOBRE A ÁGUA

O QUE é água?

Água é um composto constituído de hidrogênio e oxigênio.

Em quantos estados encontramos a água?

Em quatro: sólido ou gelo; líquido ou água; gasoso ou vapor; e num estado de composição com outros corpos.

Qual é o estado mais simples da água?

O de gelo.

Qual é a diferença essencial entre água líquida e gelo?

Água contem uma maior porção de calórico*.

* Gelo a 32° deve absorver 140° de calórico antes que possa se tornar fluido; ou a mesma quantidade que elevaria uma amostra de água, de mesmo volume, de 32° para 172°. As seguintes instruções podem tornar isto bastante evidente para um jovem que tenha sido ensinado a usar um termômetro:

"Pegue qualquer quantidade em massa de gelo ou neve a 32° e misture-a com uma massa igual de água aquecida exatamente a 172°. A neve derrete instantaneamente, e a temperatura da mistura é ainda de trinta e dois graus. Aqui a água é resfriada 140°, enquanto a temperatura da neve não aumenta nada; assim, 140° de calórico desapareceram. Eles devem ter se combinado com a neve, mas apenas a derreteram, sem aumentar sua temperatura. Disso decorre, fatalmente, que gelo, quando convertido em água, absorve e se combina com 140° de calórico. Á água, então, depois de

Cap. 4.] ÁGUA. 97

Como se define vapor?

Vapor é água combinada com uma quantidade ainda maior de calórico†.

ter sido resfriada até 32°, não pode congelar a menos que perca 140° de calórico; e gelo, depois de aquecido a 32° (que é o ponto de congelamento exato), não pode derreter antes de absorver 140° adicionais de calórico. Esta é a causa da extrema lentidão dessas operações. Não há dúvida, portanto, de que a água deve sua fluidez ao seu calórico latente, e que seu calórico de fluidez é de 140°." Thomson's Chemistry, vol. i. 365.

As vantagens que derivamos da lentidão dessas operações são numerosas e óbvias, assim como as inconveniências que sofreríamos se não fosse deste modo. Ver notas nas páginas 83 e 93; e Notas Adicionais, No. 5.

† Por maior que seja o tempo pelo qual fervamos um fluido, em recipiente aberto, não somos capazes de colocá-lo um mínimo grau mais quente que o seu ponto de ebulição. Quando chega a este ponto, o vapor absorve o calor e o carrega para fora tão rápido quanto este é gerado. Contudo, por meio de contínuo aquecimento associado a compressão, tanto a expansibilidade quanto a temperatura do vapor podem ser muito aumentadas; e alguns construtores de máquinas a vapor têm feito uso desta propriedade, recentemente, para aumentar a potência e diminuir as perdas. Ver nota na página 49; também Notas Adicionais, No. 3 e 4.

Aqueles que tiverem uma bomba de ar podem facilmente verificar que a água requer uma vasta porção de calórico para se converter em vapor; pois se uma xícara de água quente for posicionada dentro do recipiente e a bomba for acionada, a água logo começará a ferver violentamente, e o recipiente ficará repleto de vapor. Se o recipiente for então retirado, verificar-se-á que a água está apenas morna, devido ao vapor ter levado a maior parte do seu calor. Ao ser convertida em vapor, a água se combina com mais de cinco vezes a quantidade de calórico necessária para levar a água gelada até a ebulição, e ocupa 800 vezes mais espaço do que quando está na forma de água.

Figura 2 - *Layout* padrão de *The Chemical Catechism* (Adaptado de Parkes, 1810, tradução nossa).

Já na primeira pergunta do capítulo inicial, define-se "o que é química" de modo categórico, como "a ciência que nos permite descobrir as propriedades peculiares de todos os corpos naturais, tanto em sua forma simples quanto nos compostos" (Parkes, 1810a, p. 23). Em seguida são rapidamente abordadas questões ligadas à decomposição, mudanças de estados da matéria e a influência do calor nesses processos, além do movimento dos corpos para cima ou para baixo em função da sua gravidade específica em relação ao meio em que se encontram. Todos os demais capítulos da obra se concentram sobre tópicos mais específicos, como indica o sumário da edição, traduzido na Figura 3:

SUMÁRIO

Um ensaio sobre a utilidade da química nas artes 1

Cap. I. Introdução e tópicos variados . 23
II. Sobre o ar atmosférico 42
III. Sobre o calórico 69
IV. Sobre a água 96
V. Sobre terras 115
VI. Sobre álcalis 147
VII. Sobre ácidos 170
VIII. Sobre sais 211
IX. Sobre combustíveis simples 249
X. Sobre metais 291
XI. Sobre óxidos 359
XII. Sobre a combustão 375
XIII. Sobre atração, repulsão e afinidade química 392

Notas adicionais 409
Tabelas de dados químicos 464
Seleção de experimentos educativos 475
Vocabulário de termos químicos 513
Índice 537

Figura 3 - Sumário da quarta edição (Adaptado de Parkes, 1810, tradução nossa).

Logo após a primeira resposta, que define a química, há uma recomendação do autor para que os jovens leitores se atenham inicialmente ao acompanhamento da parte catequética do texto, desconsiderando as notas de rodapé. Essa estratégia visaria a melhor percepção da sequência do texto e também facilitaria a sua memorização.

O título de cada capítulo dirige as questões iniciais, mas conceitos independentes são muitas vezes introduzidos de modo oportunista em meio à narrativa, provocando pequenos desvios na argumentação. Algumas palavras chave são destacadas em itálico nas respostas. Em vários momentos, o autor se aproveita da explicação de fenômenos simples para apresentar algum termo novo, passando à explicação do termo nas questões seguintes. Isso ocorre, por exemplo, com as expressões “decomposição”, “calórico latente” e “cristalização” (Parkes, 1810a, pp. 25, 74, 108). No caso da

decomposição, o termo aparece inicialmente como o resultado da ação do calor sobre substâncias compostas e, em seguida, é explicado como o processo de divisão de um corpo em seus elementos constituintes (Parkes, 1810a, pp. 25–26).

De modo explícito, a narrativa conecta a produção de conhecimento químico aos processos de síntese e decomposição, valorizando a lógica de pensamento e também a nomenclatura química formalizadas na obra de Lavoisier (1789/2007). É essencialmente por esta via analítica que se determina a composição dos corpos, e quando os mecanismos de síntese são capazes de reconstituir o corpo original a partir dos produtos da sua decomposição, fecha-se o ciclo que configura o entendimento químico sobre a matéria. Essa linha de raciocínio é apresentada já na primeira sequência de perguntas do texto, que traduzimos abaixo:

> *O que é química?*
>
> Química é a ciência que ensina a arte de se examinar corpos naturais, e de investigar suas propriedades peculiares.
>
> *Como os químicos examinam as propriedades dos corpos?*
>
> O exame químico dos corpos é normalmente efetuado pela produção de uma mudança na *natureza* ou no *estado* do corpo investigado.
>
> *Por quais meios os químicos efetuam uma mudança nas qualidades ou estados dos corpos naturais?*
>
> Isso é normalmente realizado por meio do *calor*, ou pela *mistura* de outros materiais com o que se pretende examinar.
>
> *Como a aplicação de calor e misturas permite aos químicos examinar as propriedades dos corpos?*
>
> Por estas vias os químicos procedem a *decomposição* de corpos compostos, e assim adquirem um conhecimento sobre a natureza dos ingredientes dos quais eles são compostos.
>
> (Parkes, 1807, pp. 29–30, itálicos no original)

Ao lado do apelo religioso, esta ênfase aos processos de decomposição parece configurar um padrão nas obras de divulgação analisadas. Para compreender efetivamente essa visão da química divulgada, torna-se fundamental aprofundarmos o estudo dos chamados fluidos imponderáveis, que eram entendidos no período como agentes materiais da decomposição química. Esses fluidos incluíam o calórico, a luz, a eletricidade e, por vezes, o magnetismo, e serão discutidos em maior detalhe neste trabalho.

O capítulo II de Parkes, sobre o ar atmosférico, ilustra como muitas das explicações são dadas em função da utilidade de propriedades e processos: Questiona-se por que o gás nitrogênio é tão abundante na atmosfera, e a resposta se constrói em torno do seu "efeito de neutralizar" a ação do oxigênio, tornando-o adequado à respiração e à combustão (Parkes, 1810a, p. 60). É interessante notar como, em particular, essa descrição utilitária para o nitrogênio aparece também no discurso de outros divulgadores da química do período, como Jane Marcet em *Conversations on Chemistry* e Michael Faraday em seu célebre ciclo de conferências sobre "A história química de uma vela" (Baldinato & Porto, 2009; Faraday, 1861; J. H. Marcet, 1809a).

> Pela união dos gases nitrogênio e oxigênio [...] [o ar atmosférico] possui propriedades diferentes daquelas exibidas por cada um desses gases, de modo a se adequar a todos os processos para os quais foi planejado.
>
> (Parkes, 1810a, p. 61)

> O nitrogênio não impede a respiração e nem a combustão; ele parece ser apenas passivo nessas funções; mas serve como se fosse para diluir e enfraquecer o oxigênio que respiramos, do mesmo modo como você enfraqueceria o vinho que bebe ao diluí-lo com água.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 68)

> O nitrogênio controla o oxigênio e o torna moderado e útil para nós.
>
> (Faraday, 2003, p. 94)

Essa visão utilitária dos compostos e de suas propriedades é coerente com a perspectiva religiosa que permeia toda a narrativa. Em linhas gerais, toma-se o conhecimento químico como uma forma elaborada de percepção da engenhosidade divina na criação do mundo, evidenciando as leis simples que responderiam pelo comportamento de todos os corpos naturais, além do planejamento providencial de algumas exceções a essas leis, que se dariam em favorecimento à vida na Terra.

Essa indissociabilidade entre a filosofia natural e o pensamento religioso é reforçada ao notarmos uma mudança no padrão das perguntas e respostas ao final de cada capítulo. O que se inicia de modo técnico e objetivo, com questões como: "Qual é a extensão da atmosfera?", ou: "Quais outras substâncias são encontradas no ar atmosférico?" – progressivamente adquire caráter contemplativo, e termina considerando se: "Essa contínua renovação da atmosfera se deve a uma feliz coincidência de circunstâncias ou isso é o resultado de planejamento?" (Parkes, 1810a,

pp. 44–67). Esse mesmo tom se repete no fechamento de outros temas, como no caso da água, cujo comportamento anômalo com relação à diminuição da sua gravidade específica com o abaixamento da temperatura é reconhecido como exemplo notável da "sabedoria Divina". Segundo o texto, se a água não se comportasse desse modo – como exceção à regra de que a densidade de todos os corpos aumenta com a perda de calórico –, os rios acumulariam enormes depósitos de gelo em seu leito e não se descongelariam no verão, ameaçando a existência de vida em várias partes do mundo (Parkes, 1810a, pp. 93–95).

> *Mas não foi dito que todas as substâncias se tornam mais densas pela perda de calórico?*
>
> Elas normalmente se tornam; mas o congelamento da água é uma admirável *exceção* a esta regra geral da Natureza, e é um memorável exemplo da sabedoria e do esmero providencial do Todo-Poderoso quando ele estabeleceu as leis do universo.
>
> (Parkes, 1826, pp. 76–77, itálicos no original)

A parte do texto dedicada aos jovens não traz instruções suficientemente detalhadas para a condução de experimentos. Como se pode notar no exemplo de *layout* apresentado na Figura 2, os experimentos são detalhados apenas nas notas de rodapé, como sugestões aos tutores que acompanham a introdução dos jovens à química. No texto principal, o recurso explicativo mais frequentemente explorado é o das analogias. Por exemplo, a diferença entre as formas de calórico sensível (livre) e latente (combinado) é abordada pela comparação com um pão imerso em água. A mesma água se distribuiria em duas porções distintas, uma combinada, que se torna parte constituinte do pão, e outra livre, apenas interposta em meio às partículas do pão. Essa segunda porção da água seria análoga ao calórico sensível, podendo ser removida com um simples apertão (Parkes, 1826, p. 74).

Após a parte catequética, há uma seção adicional com pequenos roteiros de experimentos selecionados, e esta parte da obra foi alvo de boa parte das críticas recebidas pelo autor. Em geral, os relatos de periódicos da época foram bastante favoráveis ao texto de Parkes, mas uma edição de 1807 do *Monthly Review* é particularmente crítica com relação a várias das escolhas do autor, questionando desde o grau de periculosidade dos experimentos indicados até o padrão de organização da obra em perguntas e respostas (Anônimo, 1807a, pp. 64–67). De fato, as primeiras

práticas sugeridas envolvem arriscadas diluições de ácido sulfúrico concentrado unicamente para ressaltar que uma "forte sensação de calor será imediatamente percebida" (Parkes, 1807, p. 293). Outros experimentos envolvem a produção de gás amoníaco, corrosão de metais por ácidos e até misturas explosivas envolvendo fósforo e a própria pólvora (Parkes, 1807, pp. 293–306).

> Provavelmente desejoso de excitar a curiosidade tanto quanto possível, o Sr. Parkes introduziu, com demasiada frequência, substâncias explosivas ou detonantes, cujo manuseio requer a máxima precaução e destreza. Nós não deveríamos considerar seguro que um iniciante em química, mesmo que de idade avançada, repita todos os processos descritos pelo Sr. Parkes; e certamente não confiaríamos substâncias como fósforo e a fulminante pólvora às mãos de 'jovens'.
>
> (Anônimo, 1807a, p. 66)

No final da obra, há um vocabulário de termos químicos que vai de "Acetatos" a "Zero" (como padrão para graduação de termômetros nas escalas Celsius e Reaumur). Nesse glossário, chama a atenção o apreço do autor pela nova nomenclatura da química introduzida pelo grupo dos franceses Lavoisier, Berthollet, Fourcroy e de Morveau (Lavoisier, 1789/2007). São várias as menções a nomes antigos como óleo de vitríolo ou gás hepático, que foram substituídos pelos termos ácido sulfúrico e sulfeto de hidrogênio, com a imensa vantagem de, então, permitir que o nome apontasse, em si, a composição dos corpos estudados pela química. O volume também traz um índice remissivo, à moda dos portfólios defendidos como estratégia de estudos por alguns autores do século anterior (Baldinato, 2009).

O caráter elementar da abordagem, aliado ao seu apelo utilitário, contribuiu para que o catecismo de Parkes fosse utilizado como referência em contextos variados. O texto foi citado, por exemplo, na explicação para o caso de uma explosão ocorrida em Munique, em 1817. No registro encontrado, alguém que adota o pseudônimo de *Chemicus Senectus* (latim para "químico ancião") escreve ao editor do jornal *Morning Chronicle* de Londres para esclarecer o caso:

> Em seu relato do terrível acidente ocorrido em Munique, pela mistura de oximuriato de potássio e enxofre, afirma-se que "o real motivo da explosão é desconhecido." Permita-me informar que esta espantosa propriedade daquele sal específico é há muito conhecida pelos químicos deste país, e se tiver a bondade de recorrer ao *Chemical Catechism* do Sr. Parkes, nas páginas 220 e 221, encontrará um

> registro de vários acidentes semelhantes. Em um deles, dois indivíduos perderam suas vidas no ano de 1788.
>
> (Chemicus Senectus, 1817)

Como ressalta Topham (2010), ao tratar da astúcia dos editores na percepção de obras com potencial de vendas, há registros de ao menos um trabalho reclamado por Parkes como sendo um plágio do seu catecismo. Trata-se de um volume publicado por Richard Phillips – o mesmo que entrou em disputa contra Parkes no caso da refinaria incendiada – que, nos registros da época, teria copiado até mesmo os erros tipográficos do original. A coluna judiciária do jornal *The Morning Post*, de Londres, registrou uma resolução datada de julho de 1809 dando ganho de causa a Parkes, com a proibição das vendas do livro editado por Phillips (Anônimo, 1809).

No mesmo período dessa controvérsia, o próprio Parkes preparava uma versão simplificada do seu catecismo, mantendo as mesmas explicações do texto base, mas em formato adaptado, trocando as perguntas e respostas por uma narrativa linear e professoral. Esse texto foi intitulado *Rudiments of Chemistry* e anunciado ao preço de 5 *shillings* – menos da metade do preço do catecismo – com o objetivo de alcançar o uso escolar (Parkes, 1810b, 1810c).

Enfim, a popularidade do catecismo de Parkes é amplamente reforçada pelo conjunto de registros originais que encontramos nesta pesquisa. A obra também constitui uma fonte muito rica sobre os desenvolvimentos e modos de pensar da química típicos do início do século XIX, principalmente pelos detalhes apresentados nas notas de rodapé. Contudo, o texto principal, que efetivamente compõe a proposta de divulgação do autor, se mostra bastante duro e dogmático, e nem de longe alcança a fluidez dos diálogos propostos por Jane Marcet em sua abordagem sobre a química. Na sequência, detalhamos esse outro estilo de divulgação encontrado na obra *Conversations on Chemistry*.

Jane Marcet e *Conversations on Chemistry*

Jane Haldimand nasceu em Londres, em 1769, filha de mãe britânica e pai advindo de uma bem sucedida família de banqueiros da Suíça. Seguindo a tradição de muitas famílias suíças de patrícios, Jane foi educada em casa por tutores contratados, recebendo a mesma formação nas artes, ciências e letras que era oferecida aos seus

irmãos homens. Aos 16 anos, a morte de sua mãe fez com que ela assumisse muitas das funções ligadas à manutenção da casa e ao acompanhamento das atividades sociais de seu pai, que incluíam jantares e reuniões para figuras de destaque na aristocracia local (De la Rive, 1858)[7].

Na juventude, Jane demonstrou interesse e se dedicou particularmente à arte da pintura, mas substituiu essa forma de expressão pela literatura após seu casamento com Alexandre J. G. Marcet (1770-1822), em 1799, com quem teve quatro filhos. Alexandre era descendente de uma oligarquia que foi fortemente combatida, no início da década de 1790, por reverberações da Revolução Francesa que chegaram à Suíça. Em Genebra ele iniciou seus estudos em direito, mas seu envolvimento na situação política local o levou à prisão. Em 1794, Alexandre teve sua sentença convertida em exílio, sendo banido da Suíça por cinco anos. Ele seguiu para Edimburgo, onde estudou medicina na Universidade em que atuavam Joseph Black (1728-1799) e Daniel Rutherford (1749-1819). Depois de defender sua tese sobre diabetes, em 1797, Alexandre se estabeleceu em Londres inicialmente como assistente e depois como médico no Dispensário Municipal (Coley, 1968).

Mesmo na condição de exilado, Alexandre manteve contato com amigos de outras famílias tradicionais na Suíça, como seu cunhado Pierre Prevost (1751-1839) e o Professor da Academia de Genebra, Marc-Auguste Pictet (1752-1825). Sua projeção nos estudos médicos sobre diabetes e cálculos urinários, além do grande interesse que mantinha pela química, também contribuiu para ampliar seu círculo de amizades.

Para Jane Marcet, tal como antes ocorria na casa de seu pai, após o casamento foram os contatos de seu marido que garantiram um convívio social bastante favorecido e variado, incluindo homens das ciências como os químicos H. Davy, W. Wollaston (1766-1828) e J. J. Berzelius (1779-1848), o botânico A. P. de Candolle (1778-1841) e o economista político T. Malthus (1766-1834) (Lindee, 1991).

---

[7] Em meio aos arquivos da família Marcet depositados na Biblioteca de Genebra (BGE), há um caderno com o registro de "Datas relativas à família Haldimand". A primeira entrada remete ao nascimento de Jane Haldimand (24/mai./1769) e, ainda na primeira página, consta a data de falecimento de sua mãe, Jane Pickersgill (24/out./1785). Além das datas de nascimento e morte de familiares, o caderno também registra viagens, casamentos e eventos políticos, como a queda da Bastilha (14/jul./1789), o avanço das tropas de Napoleão sobre várias cidades, a batalha de Waterloo (18/jun./1813) e as sucessões de reis e rainhas em vários tronos europeus. O modo de se referir aos parentes como "meus filhos" ou "minha tia" sugere que as entradas foram redigidas ou ditadas pessoalmente por Jane Marcet, e a antecipação de eventos como "Nascimento da Rainha Vitória" (23/mai./1819) indica que o caderno foi escrito em data bastante posterior à das entradas. Os últimos registros são de 1846 (J. H. Marcet, 1846 / BGE).

Como mencionamos anteriormente, Jane Marcet também foi frequentadora das palestras promovidas na *Royal Institution*, e de todas essas relações sociais vieram muitas das fontes às quais ela recorreria na construção das suas conversas, que começaram tratando da química, mas se estenderam para a política econômica, filosofia natural, linguagem e histórias infantis.

O acesso aos registros históricos originais que conseguimos na condução dessa pesquisa dão conta que a produção literária de Jane Marcet, ao menos no que se refere à Química, foi fruto de uma estreita parceria com seu marido, Alexandre. Foram encontradas várias cartas e diários registrando discussões do casal sobre a escrita e a revisão dos capítulos, além do contato com os editores e a pressão pelo envio do texto.

Após a morte de Alexandre, em 1822, Jane passa alguns anos em Genebra, em companhia de familiares e amigos, mas logo retoma suas atividades como escritora em Londres. Ela manteve contatos diversificados enquanto publicou revisões de suas várias obras. Na memória registrada por Auguste de la Rive após o falecimento da autora, em 1858, são listadas 16 edições inglesas de *Conversations on Chemistry*, 13 de *Conversations on Natural Philosophy* e 7 de *Conversations on Political Economy*, além de 18 edições da obra *Mary's Grammar* e 16 outros títulos publicados pelo menos uma vez (De la Rive, 1858).

Tratando apenas de *Conversations on Chemistry*, a pesquisa de Lindee (1991) amplia essa lista, registrando ao menos 32 impressões da obra realizadas nos Estados Unidos entre 1806 e 1850 – esse número inclui doze edições de uma obra intitulada *New conversations on chemistry* (T. P. Jones, 1832), que traz basicamente o mesmo texto de Marcet, com mínimas modificações. Ha também registros da publicação do texto na Suíça, Alemanha e França, incluindo versões "pirateadas" e adaptadas (Jacques, 1986, p. 210).

Como temos defendido até aqui, os textos de divulgação de Jane Marcet se inserem num contexto amplo de valorização das ciências vivido pela Inglaterra na virada para o século XIX, no qual a química gozava de particular prestígio social (Baldinato, 2009; Knight, 2000). Em meio a *kits* portáteis de experimentos, ciclos de palestras e livros dedicados a iniciantes nas práticas químicas, *Conversations on Chemistry* se destacava pela estratégia de abordar as intrincadas teorias da química de modo bastante aprazível,

como um texto de teatro, narrando os diálogos de uma professora, a Sra. B., com suas alunas, Emily e Caroline (J. H. Marcet, 1809a)[8].

Apesar da indicação, no prefácio, de que o livro era especialmente destinado ao público feminino, há vários relatos de que seu alcance foi muito maior, e seu sucesso costuma ser medido pelo número de reedições e traduções que recebeu em vários países, além dos emotivos registros deixados por Michael Faraday, em gratidão à autora que o introduziu à química em sua juventude (Baldinato & Porto, 2009; James, 2008b).

Em meio aos arquivos da família Marcet, também é possível encontrar cartas de amigos que registram o acolhimento do texto no âmbito familiar. Em carta datada de abril de 1816, Maria Graham agradece a Jane Marcet pela descrição da lâmpada de Davy, recentemente apresentada à comunidade britânica (Knight, 1998, p. 105), e comenta a dificuldade de se entender as novas ciências sem o auxílio dos seus textos.

> Obrigada pelo seu relato sobre a lanterna de Davy – Eu tinha ouvido sobre ela, mas não propriamente sobre a sua construção, ao menos não de forma inteligível – feliz é o homem capaz de inventar algo útil.
>
> (Graham, 1816, pp. 1–2 / BGE)[9]

Já a amiga Helen Hall, com quem Jane trocou muitas cartas, comenta o período em que as Conversas sobre a Química reuniam a família, que então estaria dispersa. Numa carta de agosto de 1829, ela conta que acabara de receber uma cópia de *Conversations on Vegetable Physiology*, e associa diretamente os livros de Marcet a esse convívio familiar.

> Comecei a ler [*Conversations on Vegetable Physiology*] e já percebo que este se provará tão útil e agradável quanto seus trabalhos anteriores. Eu agora leio por motivos muito diferentes daqueles que me levaram a estudar no passado, quando seus volumes sobre a Química foram dados ao mundo. Naquele tempo eu estava ávida por me aprimorar pela leitura e assistindo a palestras – entusiasmada em adquirir conhecimento pelo prazer de conversar com meu marido e instruir minha jovem família.
>
> (Hall, 1829, p. 1 / BGE)

[8] A versão francesa à qual Jacques (1986, p. 210) se refere como "pirateada" altera os nomes da Sra. B. para Mme. de Beaumont e de Emily para Gustave, trocando poucas palavras do texto original de Marcet.

[9] Nas chamadas de referências, apresentaremos a indicação "/ BGE" sempre que nos referirmos a documentos originais ainda não catalogados e que só se encontram disponíveis no Departamento de Manuscritos da Biblioteca de Genebra.

É curioso notar que, para o público geral, esse reconhecimento da autoria do texto era de algum modo dificultado e chegou a provocar confusões, já que as primeiras edições não traziam impresso o nome de Jane Marcet. Na Inglaterra, a denominação da personagem central como "Sra. B." deu origem a especulações de que a autora seria Margaret Bryan, cujas publicações sobre astronomia e filosofia natural já eram conhecidas à época. Já nas edições americanas, era comum que a autoria da obra fosse atribuída aos editores ou comentadores que assinavam textos juntados como anexos aos diálogos de Marcet (Lindee, 1991, p. 10).

Cada capítulo da obra simula uma conversa entre as personagens, e o primeiro tema gira em torno de princípios gerais da química. A autora descreve, por meio da Sra. B., quais seriam o objeto e os modos de trabalho deste ramo da filosofia natural. A química é apresentada como uma ciência que encontra aplicação em todas as esferas da sociedade, e cujos princípios se aplicam à dinâmica de todo o Universo. Suas interpretações vão desde fenômenos cotidianos, como a ebulição da água numa chaleira, até a construção da máquina a vapor, passando pela decomposição do ar atmosférico e pelo detalhamento dos processos que sustentam a vida animal. Nas palavras da Sra. B., o propósito da química seria alcançar "um conhecimento da natureza íntima dos corpos, e de suas interações mútuas" (J. H. Marcet, 1809a, p. 4).

O texto assume o referencial da química francesa do final do século XVIII, e valoriza os mecanismos de decomposição e síntese como vias para a verificação desta "natureza íntima" das substâncias (J. H. Marcet, 1809a, p. 114). As diferentes classes de corpos naturais compõem a linha guia dos diálogos e segue-se uma escala crescente de complexidade. Assim, o primeiro volume do livro é dedicado aos corpos simples, compreendendo todas as substâncias que não podem ser decompostas. Na edição inaugural essa lista inclui a luz e o calórico, os gases oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, os sólidos carbono, enxofre e fósforo, a soda e a potassa cáusticas, além de terras como a barita, magnésia e alumina, e alguns metais, incluindo ouro, mercúrio e ferro. O principal critério de agrupamento dos corpos simples se dá pelo seu comportamento frente ao oxigênio, e essa lista, que contava 45 substâncias na primeira edição, se desdobra em mais de 65 na décima sexta, a última revisada pela autora (J. H. Marcet, 1809a, 1853a, pp. 11–19).

As conversas reservadas para o segundo volume da obra tratam dos corpos compostos. Este volume é aberto por um capítulo sobre as leis de afinidade química e segue com conversas dedicadas aos álcalis, ácidos e sais, até alcançar estruturas complexas como os vegetais e animais, numa leitura química de processos incluindo a digestão, a respiração e a geração de produtos como leite, cera e gorduras.

A cada capítulo, o diálogo entre as personagens intercala dúvidas cotidianas e definições conceituais mais formais. As personagens mantêm traços de caráter bastante estáveis ao longo das conversas. A Sra. B. transparece uma postura maternal, equilibrada e compromissada não apenas com a formalidade dos temas discutidos, mas também com o ganho moral que as meninas deveriam alcançar pelo estudo. Caroline é espontânea e fica responsável pelo levantamento de questões e críticas simples e superficiais, que suavizam a obra ao incluir uma representação simpática ao leitor leigo. Já Emily é perspicaz e, em muitos momentos, se mostra capaz de sintetizar argumentos difíceis de modo natural, explicitando aplicações ou ocorrências cotidianas dos fenômenos, de modo a satisfazer a demanda intelectual de Caroline. No prefácio de todas as edições, a autora admite que algumas das falas dessas personagens infantis podem parecer astutas por demais ao leitor, mas alega que este recurso foi adotado para assegurar o avanço da narrativa sem a necessidade de incluir detalhamentos e repetições constantes na fala da tutora, que tornariam o texto tedioso (J. H. Marcet, 1809a, p. iv). A Figura 4 ilustra o *layout* geral dos diálogos.

34

EMILY.

Mas agora que o processo de formação de ácidos pela combustão dos seus radicais é conhecido, por que este método não deveria ser utilizado na fabricação de ácido sulfúrico?

SRA. B.

Na verdade, isso é feito na maior parte das fábricas; mas o método usual de preparação do ácido sulfúrico não consiste na queima de enxofre em gás oxigênio (como fizemos por meio do experimento), mas em aquecê-lo junto a outra substância, o salitre, que fornece oxigênio em abundância suficiente para tornar rápida e completa a combustão exposta ao ar comum.

CAROLINE.

Esta substância, então, cumpre a mesma função do gás oxigênio?

SRA. B.

Exatamente. Em fábricas, a combustão ocorre numa câmara de chumbo, com água na parte mais baixa para receber o vapor e assistir sua condensação. Entretanto, a combustão nunca é perfeita e alguma quantidade de ácido sulfuroso é formada ao mesmo tempo; pois vocês se lembram que o ácido sulfuroso difere do sulfúrico apenas por conter menos oxigênio.

Pelas suas próprias e vigorosas propriedades, e pelas várias combinações em que ele entra, o ácido sulfúrico é de enorme importância em muitas artes.

35

Ele também é usado em medicina num estado de grande diluição; pois se fosse ingerido numa condição concentrada, ele se provaria um veneno dos mais perigosos.

CAROLINE.

Estou certa que queimaria a garganta e o estômago.

SRA. B.

E você consegue pensar em algo que poderia servir de antídoto para este veneno?

CAROLINE.

Um bom gole de água para diluí-lo.

SRA. B.

Isto certamente enfraqueceria o poder do ácido, mas elevaria o ardor a um grau intolerável. Vocês não se lembram de nada que poderia destruir seus efeitos deletérios de modo mais eficaz?

EMILY.

Um álcali poderia, por se combinar com o ácido; mas, neste caso, um álcali puro é também um veneno, por conta da sua causticidade.

SRA. B.

Mas o álcali não precisa ser necessariamente cáustico. Sabão, em que ele está combinado com óleo: ou magnésia, seja na forma de carbonato ou misturada com água, se provariam os melhores antídotos.

c 6

Figura 4 - Layout de Conversations on Chemistry (Adaptado de J. H. Marcet, 1806, pp. 34–35, tradução nossa).

Ao longo das conversas, simula-se a realização de alguns experimentos e há farto uso de analogias como recurso explicativo. Algumas analogias são particularmente interessantes, como a utilização de um pedaço de pão para explicar a diferença entre os processos de separação mecânica e de decomposição química. De acordo com a fala da Sra. B., a simples separação dos componentes do pão nos levaria à casca e ao miolo postos lado a lado, enquanto a decomposição química seria como se pudéssemos, a partir do pão feito, recuperar a farinha, a água, o sal e o fermento inicialmente empregados na sua produção (J. H. Marcet, 1809a, pp. 4–5).

É curioso notar como essa analogia com o pão, também utilizada por Parkes para explicar as diferenças entre calórico sensível e combinado, será ainda explorada por Marcet para explicar os diferentes tipos de atração química. Ela denota uma característica do “estilo familiar” de explicação adotado pelos autores que compunham

a “tradição maternal da escrita científica” (Lightman, 2007, p. 21). Tal abordagem teria como característica o apelo à observação e ao manuseio de objetos do cotidiano doméstico, tomados como motivadores para o estudo dos conceitos e leituras da filosofia química. Keene (2013, p.56) se refere a esse estilo de retórica como uma categoria educacional, e a denomina de “química familiar”.

Outra analogia interessante diz respeito à diferente capacidade que cada material apresenta para o calórico. Essa propriedade remete à quantidade de calor necessária para fazer variar a temperatura de uma massa fixa de material, e é explicada com uma ilustração que utiliza dois copos, bolinhas de gude, pedras e areia. Preenchendo o primeiro copo com as bolas de gude, a Sra. B. destaca a grande quantidade de areia necessária para completar os vãos que se formam entre as bolinhas. Este sistema representaria um material com grande capacidade para calórico, ou seja, que assimila grande quantidade de calórico em sua estrutura interna antes de apresentar qualquer variação de temperatura. O segundo copo é preenchido com as pedras, que se encaixam melhor umas nas outras e deixam menos espaço para a areia. Neste caso está representado um material com baixa capacidade para calórico, isto é, que sofrerá mudanças sensíveis de temperatura mediante exposição a fontes de calor, mesmo que de pequena intensidade. Nos dois casos, o calórico aprisionado nos interstícios das partículas constituintes de cada material é chamado de calor específico, e se apresenta como uma propriedade característica de cada corpo (J. H. Marcet, 1817a, pp. 124–126).

Analogias deste tipo aparecem ao longo de toda a obra, como um recurso utilizado pela Sra. B. em resposta aos questionamentos muitas vezes simplistas de Caroline, mas são sempre seguidas de formalizações e sínteses bem colocadas pela aluna Emily. Esse comportamento estereotipado das personagens favorece um constante movimento de simplificação dos conceitos, seguido de releituras mais formais, fechando cada conversa com conclusões objetivas.

Com relação às novas interpretações e debates que marcavam o desenvolvimento da química do período, é interessante notar como esse texto de divulgação manteve um notável grau de atualidade a cada edição. Num rápido exemplo, basta notar que a primeira edição traz a soda e a potassa cáusticas, além das várias terras, reunidas na lista de corpos simples. Isso é justificado pela autora em função do simples fato de que, até então, nenhum desses compostos havia sido decomposto, apesar de existirem

suspeitas dessa possibilidade desde os tempos de Lavoisier[10]. Em edições seguintes, principalmente após os trabalhos de Humphry Davy com decomposições promovidas pela eletricidade, essas conversas já haviam sido remanejadas para o segundo volume do livro, apresentando os álcalis e terras como compostos de oxigênio ligado quimicamente a corpos metálicos (J. H. Marcet, 1817a, 1817b). As próprias teorias sobre o calórico, a luz e a eletricidade também sofrem modificações ao longo das edições, mas não há menções no texto que insinuem qualquer perspectiva de abandono das ideias que assumem estes agentes como fluidos materiais que permeiam todos os corpos.

Conversations on Chemistry é um texto consagrado na literatura especializada sobre história da ciência, que já foi apresentado e discutido sob vários vieses (Armstrong, 1938; Camacho, 2014; Knight, 1986; Lindee, 1991), inclusive em português (André, 2013; Baldinato & Porto, 2009; Trindade, 2010). No entanto, novos olhares são sempre possíveis sobre a história da ciência e, com eles, reinterpretamos continuamente o passado. Tendo esta possibilidade em vista, neste trabalho abordaremos a obra de Marcet sob duas perspectivas: a primeira envolve o resgate de documentos históricos originais que remetem ao processo de elaboração do texto, esclarecendo partes do seu circuito da comunicação; e a segunda aproveita o texto de divulgação para explicitar o caráter dinâmico e contextual da química, considerando teorias que se mostravam fundamentais ao pensamento da época, mas que foram descartadas pela ciência contemporânea.

Acreditamos que esta proposta pode trazer uma contribuição original e significativa aos estudos já realizados sobre a obra. Primeiro por agregar novos dados que subsidiam e reforçam um argumento sugerido por poucos historiadores – de que *Conversations on Chemistry* foi uma obra composta a quatro mãos, numa parceria do casal Marcet (Bahar, 2001; Crellin, 1979; Dreifuss & Sigrist, 2012). E segundo, por apresentar uma química fundamentada em pressupostos não mais aceitos, mas que guardam um poder explicativo notável, destacando o caráter dinâmico e mutável da ciência numa reflexão que pode ser útil a professores.

[10] Em seu *Tratado Elementar da Química*, Lavoisier não incluiu a soda e a potassa na tabela de substâncias elementares. Contrariando sua própria definição operacional, o autor afirmou que, embora não fosse capaz de decompor a soda e a potassa, elas eram "evidentemente" corpos compostos (Lavoisier, 1789/2007, p. 119).

Uma obra escrita a quatro mãos

No prefácio de *Conversations on Chemistry*, a autora se apresenta como alguém que inicialmente encontrou grande dificuldade para acompanhar as rápidas demonstrações conduzidas em palestras sobre a química. Para ela, parecia impossível retirar qualquer informação clara daquelas situações. No entanto, a autora ressalta que as muitas oportunidades que teve de conversar com "um amigo" sobre os temas da química logo a colocaram em posição de vantagem frente ao público médio no acompanhamento daquelas palestras (J. H. Marcet, 1809a, p. iii).

Além de tornarem a química algo muito mais interessante, essas conversas teriam permitido à autora tirar maior proveito das palestras. Citando nominalmente a *Royal Institution* e Humphry Davy, que era o Professor de Química na época, Jane Marcet destaca como algum conhecimento prévio, ainda que insignificante como era o seu, permitia que cada experimento ou ilustração produzisse sobre ela os efeitos exatos para os quais eram planejados, remetendo seu pensamento a teorias que não lhe eram totalmente estranhas. Essa experiência pessoal é apresentada como motivadora na escolha do conteúdo e da forma adotados em seu livro.

> Entretanto, dado que poucas mulheres têm acesso a este modo de instrução, e que a autora não conhecia qualquer livro que pudesse se provar um substituto para tal, ela cogitou que poderia ser útil para iniciantes, ao mesmo tempo em que seria prazeroso para ela, traçar os passos pelos quais adquiriu seu pequeno estoque de conhecimento químico, e registrar sob a forma de diálogos aquelas ideias que ela havia antes obtido em conversas.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. iii)

Considerando a biografia de Jane Marcet, não foi difícil para os historiadores identificarem o amigo citado no prefácio como sendo seu marido, Alexandre Marcet (Crellin, 1979; Rosenfeld, 2001). Embora esta menção sugira alguma participação do marido no processo de elaboração da obra, poucas iniciativas de pesquisa foram dedicadas a esta investigação, e os autores que o fizeram, invariavelmente, fundamentaram sua análise sobre registros e memórias escritos por Alexandre, ou em cartas que ele recebeu de amigos e que comentavam versões preliminares do texto (Crellin, 1979; Dreifuss & Sigrist, 2012). Em nossa pesquisa, encontramos novos registros históricos que permitem aprofundar o entendimento sobre a construção desta obra de divulgação. Alguns deles trazem o testemunho da autora, Jane Marcet, e deixam clara a

distribuição dos papéis, dela e do marido, na elaboração inicial e nas revisões de edições subsequentes do texto. Outros trazem o argumento da autora em defesa do formato de diálogos, que foi questionado por amigos próximos, mas mantido na maior parte das suas obras de divulgação.

Neste tópico, em meio a uma revisão do que já foi dito por historiadores sobre a elaboração de *Conversations on Chemistry*, apresentaremos os novos registros que dão nossa contribuição a esta abordagem historiográfica.

Numa coluna de pouco mais de uma página publicada na seção *Story behind the story* do *Journal of Chemical Education*, Crellin (1979) destaca reflexos da amizade de Alexandre Marcet com o também médico John Yelloly (1774-1842) no processo de produção do livro. Duas cartas endereçadas a Alexandre dão testemunho que, além de avaliar e sugerir revisões sobre versões preliminares, Yelloly também intermediou a publicação da primeira edição de *Conversations on Chemistry* junto aos editores, Longman, Hurst, Rees e Orme.

Outro amigo de Alexandre que contribuiu com comentários sobre o texto foi Charles R. Aikin (1775-1847), como registra o trecho a seguir, retirado de uma carta datada de 16 de maio de 1803.

> O negócio da educação seria algo agradabilíssimo se os pupilos tivessem a metade da perspicácia e engenhosidade das belas Emily e Caroline. Eu não tomaria este trabalho como Filosofia fácil, mas (o que é algo muito melhor) como Filosofia atraente, e muito, pela vitalidade e elegância do diálogo, além da felicidade de muitas das explicações. É incoerente e vão o trabalho de reduzir a Ciência ao nível da capacidade de crianças, sendo muito preferível o projeto adotado aqui, de elevar a mente dos jovens para que entendam o que é a verdadeira Ciência, colocando sua capacidade de compreensão em exercício, mas sem muito sofrimento.
>
> (C. R. Aikin, 1803, pp. 1–2 / BGE, grifos no original)

Na mesma carta, Aikin se diz envergonhado por permanecer com o manuscrito em suas mãos por tanto tempo e acrescenta que, depois de tê-lo lido várias vezes, inclusive registrando alguns apontamentos, ele tinha a intenção de pedir a autorização dos autores para mostrar o texto a uma amiga próxima, que conhecidamente havia dedicado boa parte da vida à temática da educação e que muitas vezes expressara o desejo de ver bem executado um projeto daquela natureza. Essa amiga a quem Charles Aikin se referia era, possivelmente, Anna Laetitia Barbauld, sua tia e mãe adotiva, que publicou várias obras destinadas à educação infantil entre o final do século XVIII e início

do XIX. Ao final da carta, Aikin reconhece a incompletude do manuscrito recebido e pede a Alexandre que lhe permita apreciar a conclusão tão logo os autores encontrem meios de finalizar o projeto.

Bahar interpreta essas contribuições de amigos como indicativo de que, mais que uma simples iniciativa do casal Marcet, a obra era parte de um projeto da comunidade científica local para o estabelecimento de valores ligados à Ciência em meio à sociedade. Para Bahar, "este envolvimento implica que o amigo de Marcet não era apenas seu marido, mas toda a comunidade científica na qual ele trabalhava" (Bahar, 2001, p. 40).

Mais recentemente, Dreifuss e Sigrist (2010) recontaram a história da construção de *Conversations on Chemistry* com base em um relato escrito por Alexandre em seu diário pessoal. Na entrada datada de 7 de dezembro de 1805, o médico e químico registra de memória suas considerações sobre um projeto que teria começado quatro anos antes, no inverno entre 1801 e 1802.

Em seu relato, Alexandre se questiona sobre qual teria sido a sua participação na obra, e afirma que a resposta a tal pergunta não seria das mais simples. Em suas palavras, "Eu forneci os primeiros materiais e apliquei a última demão sobre a obra. Mas a execução pertence inteiramente à autora." (A. Marcet, 1805, p. 30 / BGE)

Alexandre conta que conversou muitas vezes sobre química com sua esposa, e que em dado momento ela se mostrou interessada em assisti-lo repetir alguns experimentos fundamentais da área. Ele então teria preparado uma série de cartões descrevendo os tópicos centrais de um curso de química para ler em família, e confessa que em muitas dessas ocasiões, sua esposa, Jane, compôs sozinha a sua audiência. Após cada aula, sua esposa tomava emprestados os cartões correspondentes e elaborava um resumo do que teria aprendido. Esta seria a base da maior parte das explicações dadas pela Sra. B. em *Conversations on Chemistry*.

A ideia de adaptar o curso para o formato de diálogos seria uma iniciativa de Jane, que anos antes já teria esboçado uma proposta semelhante ao compor um "pequeno curso de física", enquanto ensinava sua irmã (A. Marcet, 1805, p. 31 / BGE). Incentivada pelo marido, Jane teria apresentado uma versão incompleta dos diálogos durante uma visita de Marc-Auguste Pictet, que aplaudiu a iniciativa.

A preparação dos diálogos teria se estendido entre 1802 e 1805. Dois dos quatro filhos do casal nasceram ao longo deste período. Além dos cartões preparados pelo

marido, Jane também recorreria a outras fontes, incluindo comunicações de filósofos da época e suas próprias anotações, que fazia ao assistir as palestras de Davy na *Royal Institution*.

Alexandre ressalta que o curso organizado por seus cartões era limitado ao estudo dos minerais, e que os capítulos sobre os reinos vegetal e animal foram inteiramente compilados em função de estudos da sua esposa. As gravuras também foram originalmente produzidas por Jane, recebendo posteriores correções profissionais de perspectiva e acabamento. No relato de seu marido, essa produção proporcionou ao casal a parte mais divertida de todo o trabalho. Já o prefácio teria sido compilado a partir de duas versões preliminares, uma elaborada por ele e a outra por Jane, separadamente. Alexandre conta que a sua prévia deu origem à maior parte da versão final incluída na obra.

Sobre o conteúdo textual do livro, Alexandre conta que começou a corrigir os primeiros capítulos à medida que sua esposa elaborava os últimos, e que este trabalho se mostrou interminável.

> Aquela correção foi extremamente trabalhosa para mim. O estilo era extremamente negligenciado no original. O tom era, muitas vezes, familiar demais, e ocasionalmente ocorriam contrastes muito marcantes entre a engenhosidade e a puerilidade das observações das suas jovens alunas. Os períodos se encontravam muitas vezes pela metade; a pontuação era praticamente nula e os detalhes de experimentos frequentemente incorretos. Contudo, o encadeamento das ideias e o plano de cada diálogo estavam suficientemente corretos, e muitas vezes me surpreenderam pela sua engenhosidade. A autora teve o cuidado de retraçar de boa-fé as objeções que havia feito e as dificuldades que se apresentaram ao seu intelecto, e na maioria das vezes eu reencontrava minhas próprias respostas, com as quais, por vezes, me encontrava longe de estar satisfeito.
>
> (A. Marcet, 1805, pp. 31–32 / BGE)

Alexandre recorda que as muitas correções e recorreções que trocou com a esposa geravam “pequenos e frequentes embates de amor próprio ou impaciência”, e que algumas dessas discussões faziam com que ambos se arrependessem de terem um dia iniciado aquele projeto (A. Marcet, 1805, p. 33 / BGE). No entanto, ao final, reconhece que todo aquele período de dedicação do casal a um projeto comum trouxe efeitos positivos que superavam a memória dessas desavenças.

Além de Pictet, poucos outros nomes são mencionados na memória redigida por Alexandre. A versão completa dos diálogos teria sido revisada pelo amigo, Dr. Yelloly,

que efetivamente intermediou o contato com os editores. Arthur Aikin foi convidado pelos editores para avaliar a obra e seu parecer favorável é apontado como decisivo para que o grupo de Longman assumisse os custos e riscos da publicação, comprometendo-se a dividir os lucros com os autores. As provas de impressão teriam sido revisadas e corrigidas pelo casal e também pelo amigo Charles Aikin – irmão de Arthur Aikin – e o processo de impressão teria durado três meses.

O relato de Alexandre é datado de 7 de dezembro de 1805, e nos arquivos de jornais da época é possível encontrar anúncios da primeira publicação de *Conversations on Chemistry* já na semana seguinte, ao preço de 14 *shillings* (Anônimo, 1805b). Contudo, o ano impresso na folha de rosto da publicação original foi 1806.

Embora bastante detalhada, esta memória de Alexandre não pode ser tomada como uma descrição fiel e completa do processo de elaboração do livro. Numa rápida análise, podemos observar que seu relato faz alusão às contribuições que recebeu de Yelloly e Charles Aikin apenas sobre o texto já finalizado. Entretanto, os registros de correspondência que apresentamos acima denotam que os dois tiveram acesso e comentaram versões preliminares do texto já em 1803, dois anos antes da conclusão da obra.

Dreifuss e Sigrist (2012) também observaram inconsistências pontuais no relato de Alexandre ao compararem as datas de outras entradas em sua série de diários. Por exemplo, o início da montagem dos cartões para o curso que Alexandre leria em família está registrado numa entrada datada de fevereiro de 1801 (A. Marcet, 1801a, pp. 22–23 / BGE). Também a visita de Pictet, na qual Jane lê um esboço dos seus diálogos, foi registrada meses antes do inverno entre 1801 e 1802. Em 2 de agosto de 1801, Alexandre comenta como o amigo e ele próprio, que até então não havia lido os diálogos, ficaram encantados com a leitura (A. Marcet, 1801b, p. 59 / BGE).

Fato é que a preparação do livro envolveu um processo longo e permeou, por cerca de cinco anos, as comunicações do casal entre si e também com alguns amigos.

Em meio aos manuscritos da família Marcet preservados em Genebra, existem cartas enviadas por Jane a seu marido que nos permitem considerar como os temas da química se misturavam às questões do dia-a-dia envolvendo o trabalho e a família. Nos períodos em que se encontravam afastados por pequenas viagens – geralmente motivadas pelo trabalho de Alexandre como médico ou pelos tratamentos de saúde dos

filhos, que envolviam banhos de sol e de mar –, o casal se utilizava das cartas como instrumento primário de comunicação. Jane escrevia ao marido em intervalos de dois ou três dias, e deixava claro nestas cartas que esperava respostas em frequência equivalente.

Pelo estilo de escrita da época, diferentes temas ou ideias eram encadeados no texto e separados apenas por um traço ou sinal de ponto e vírgula, sendo raras as quebras de parágrafos. Assim, nessas cartas, em meio às atualizações sobre visitas recebidas, despesas domésticas e planos para o tempo que logo passariam reunidos em família, aparecem comentários sobre o processo de elaboração e revisão das várias edições de *Conversations on Chemistry*.

Algumas vezes, Jane anuncia rapidamente que concluiu a escrita de um capítulo e que aguarda a revisão do marido. Em outras, pede esclarecimentos sobre uma demonstração experimental que assistiu ou sobre um artigo que leu recentemente. O resultado prático dessas discussões pode muitas vezes ser percebido nas páginas do livro, com as conversas pessoais da autora sendo, de algum modo, reproduzidas nas falas de suas personagens.

Numa carta datada de 2 de julho de 1805, percebe-se que Jane ainda encontrava dificuldade para encerrar o capítulo sobre os corpos vegetais que integraria o segundo volume do livro.

> Não consigo entender exatamente a essência dos experimentos do Sr. Hatchett. Se o ácido nítrico despejado sobre o carbono é evaporado, apenas o carbono deve ali permanecer? Eu não acredito que o processo seja suficientemente simples ou elementar para os meus pupilos, mas suponho que o ácido seja parcialmente decomposto e que a combinação de parte do seu nitrogênio e oxigênio com o carbono componha o curtume. Mas a questão essencial é se isto facilita a operação nas artes.
>
> (J. H. Marcet, 1805, p. 199 / BGE)

O tema da pergunta também fugia à especialidade de Alexandre Marcet, e é curioso notar como, ainda assim, essa mesma descrição superficial do experimento foi incorporada à primeira edição de *Conversations on Chemistry*, publicada poucos meses após o registro desta carta. Como denota a dúvida colocada na carta ao seu marido, Jane tratou de transferir o foco do que seria uma explicação pormenorizada do experimento para a questão da sua utilidade nas artes.

> Sra.B. [...] Não devo pôr de lado este tema [*da produção de couro*] sem mencionar uma recentíssima descoberta do Sr. Hatchett ligada a ele. Este cavalheiro descobriu que uma substância muito semelhante ao tanino, com todas as suas principais características e verdadeiramente capaz de curtir o couro, pode ser produzida pela exposição de carbono, ou qualquer substância contendo matéria carbonácea, seja vegetal, animal ou mineral, à ação do ácido nítrico.
>
> Caroline. E esta descoberta não será, muito provavelmente, de grande utilidade para as manufaturas?
>
> Sra. B. Isto é absolutamente questionável; porque o tanino assim preparado artificialmente será, provavelmente, sempre mais caro que aquele obtido a partir das cascas de vegetais. Mas o fato é extremamente curioso, pois proporciona uma daquelas raras ocasiões em que a química é capaz de imitar os princípios dos corpos organizados.
>
> (J. H. Marcet, 1806, pp. 128–129)

Já em julho de 1808, enquanto preparava a 3ª edição, Jane demonstra satisfação ao ter notícia de novas descobertas ligadas à composição da amônia, que foram prontamente incluídas nas revisões do seu texto.

> Fico feliz por saber da descoberta em relação à amônia, pois ela confere uma uniformidade aos álcalis que é um forte teste de verdade. Isto corrobora tão fortemente as descobertas de Davy que não tenho dúvida de que ele esteja mais satisfeito com esta do que com as descobertas dos químicos franceses.
>
> (J. H. Marcet, 1808, p. 3 / BGE)

Neste comentário, Jane se refere, provavelmente, ao trabalho de Thomas J. Seebeck (1770-1831), que no início de 1808 descreveu a formação de um amálgama de amônia e mercúrio mediante a ação da bateria voltaica. Esse resultado foi repetido e intensamente estudado por Berzelius e Magnus Pontin (1781-1858), na Suécia, e interessava particularmente a Davy, por sugerir a existência de uma base metálica na composição da amônia. A confirmação dessa hipótese em relação à amônia traria a citada uniformidade à teoria sobre os álcalis, em analogia à soda e à potassa, cujas bases metálicas haviam sido isoladas por Davy no ano anterior (Buci, 2012).

Em sua palestra Bakeriana de 1808, Davy sugere o nome de amônio para essa suposta base binária da amônia, e adianta uma série de questões sobre o que poderia conferir o caráter metálico a uma substância cuja análise levava apenas aos elementos hidrogênio e nitrogênio.

> Seriam hidrogênio e nitrogênio metais na condição aeriforme sob as temperaturas usuais da atmosfera, representando corpos com a mesma natureza que teriam zinco e mercúrio em suas temperaturas de ignição?
>
> Ou seriam esses gases, em sua forma comum, óxidos que se tornam metalizados pela desoxidação?
>
> Ou seriam eles corpos simples e não metálicos em sua natureza, mas capazes de compor um metal quando desoxigenados e um álcalis quando em estado oxigenado?
>
> Estes problemas, o segundo colocado a mim pelo Sr. Cavendish e o último pelo Sr. Berzelius, apresentam-se como objetos de investigação da maior importância.
>
> Eu conduzi alguns experimentos em relação a eles, mas ainda sem sucesso.
>
> (H. Davy, 1808, p. 362)

De fato, nenhum filósofo foi capaz de isolar a suposta base metálica da amônia, e o amálgama produzido parecia sofrer rápida decomposição, recuperando o mercúrio, além do gás hidrogênio e da própria amônia. Embora os frutos desta abordagem experimental tenham sido amplamente contestados, conforme registrado em documentos da época (A. Aikin & Aikin, 1814, pp. 52–54), ainda assim, suas implicações foram incorporadas em tom especulativo à fala da Sra. B., permanecendo desta forma nas edições seguintes do texto.

> Caroline. Então, diferente dos outros dois álcalis, a amônia não tem uma base metálica?
>
> Sra. B. Acredita-se que tenha, embora seja extremamente complicado harmonizar esta ideia com o que acabei de dizer sobre a sua natureza química [*decomponível apenas nos gases hidrogênio e nitrogênio, conforme descrito por Berthollet*]. Mas o fato é que embora esta suposta base metálica da amônia nunca tenha sido obtida em separado, ainda assim, tanto o Professor Berzelius, em Estocolmo, quanto Sir H. Davy, lograram sucesso em formar uma combinação de mercúrio com a base da amônia que tem um aspecto tão próximo de um amálgama que corrobora fortemente a ideia de que a amônia possui uma base metálica.
>
> (J. H. Marcet, 1817b, pp. 37–38)

Numa série de cartas enviadas em setembro de 1809, Jane pede pressa ao marido na revisão de vários trechos do livro, pois estaria sendo pressionada pelos editores em função dos prazos de impressão. Os relatos deixam clara a diversidade de fontes utilizadas pela autora na composição das suas conversas, valorizando as anotações que ela mesma elaborava ao assistir palestras na *Royal Institution* e também um conjunto

de palestras preparadas por Alexandre, sobre o uso da técnica de eletrólise aplicada às análises químicas (J. H. Marcet, 1809b, 1809c, 1809d, 1809e / BGE).

> Lendo do início ao fim a parte sobre o Ácido Nítrico, eu recordo que tenho uma nota, em algum lugar na minha escrivaninha, com erros a serem corrigidos nesta edição com relação aos vários [*] deste ácido e de seus óxidos. Eu não me lembro de quais eram esses erros, e também não tenho o papel em mãos. Se você se lembrar, por favor, faça as correções. O impressor está bastante impaciente à espera por mais material, então envie algum assim que puder.
>
> (J. H. Marcet, 1809c, p. 207 / BGE, grifo no original.
> * um pequeno trecho da carta foi apagado pelo selo de cera)

> Esta deve ser uma carta de trabalho, meu querido, então começo aludindo às marcações em cruz numeradas que você encontrará ao ler o manuscrito anexo.
>
> Nas duas edições anteriores nada se diz sobre os ácidos Borácico e Fluórico, exceto por aparecerem na lista de ácidos. Tudo isso é, portanto, novo. A maior parte é retirada do [*trabalho do*] Sr. Tennant, com uma pequena tentativa minha de aprimoramento. O resto é meu, retirado das notas que fiz das palestras de Davy, ou das suas palestras. x1 se refere à palavra *lakes* na escrita de Tennant. Não consigo precisar se a palavra é *lakes* ou *cakes*, ou o que seja. Recortei este trecho e anexei para que você decida. A palavra está sublinhada. x2 Este relato da decomposição do ácido Borácico é retirado das minhas notas, em que se afirma que o fio positivo liberava oxigênio e a substância negra era depositada na superfície do fio – agora eu acredito que há um equívoco aqui, e que, como o oxigênio vai para o fio positivo, a base deve ir para o outro. x3 Este também advém das minhas notas imperfeitas. Você se lembra se havia aparas de ferro no cano de espingarda, tal como na decomposição da potassa? Se este for o caso, deve ser mencionado. x4 Bórax é um borato de soda? Eu acrescentei a frase de memória. O restante veio de Tennant. x5 Em suas palestras você diz que Davy obteve sucesso na decomposição do ácido Fluórico por meio da sua queima com potássio. Tennant também fala da sua base como uma substância de aspecto parecido com a cera. Anexei esta passagem, mas nas minhas notas é dito que a base não foi obtida separada. Se eu estiver errada, espero que você possa retificar a passagem.
>
> x6. Todo o relato sobre o ácido muriático é retirado das minhas notas e me parece que há uma inconsistência ou contradição. Eu falei acima sobre a queima do potássio em ácido muriático, e na sequência afirmei que o ácido seco não pode ser utilizado na B.V. [*Bateria Voltaica*], mas por que o ácido seco não deveria ser queimado em potássio? A B. Voltaica é usada quando se queima potássio em ácido muriático? Se não for, há alguma inconsistência. Você deve me devolver este manuscrito, pois independente das correções, ele confundiria o impressor, já que não segue imediatamente

> o material que você tem para corrigir. Tenho aqui algumas páginas que faltam para terminar a parte do ácido carbônico.
>
> [...] Me arrisquei a escrever um final para o 1º volume de C. C. [*Conversations on Chemistry*] retirado inteiramente das suas palestras. Ele já foi enviado aos impressores. Trata de geologia, vulcões etc.
>
> (J. H. Marcet, 1809d, pp. 208–209 / BGE)

Os originais das referidas palestras de Alexandre foram localizados por Dreifuss e Sigrist, e a notável semelhança entre trechos dessas palestras com as falas da Sra. B. permitiram que os autores sugerissem o recurso a esta fonte por parte de Jane Marcet como uma "conjectura" provável (Dreifuss & Sigrist, 2012, p. 26). Acreditamos que a declaração da autora apresentada acima confirma e encerra a questão, eliminando qualquer caráter especulativo desta correlação. Mais que isso, ela reacende nosso interesse sobre como Jane Marcet teria se apropriado de materiais produzidos pelo marido na composição do seu texto de divulgação.

Conforme mencionamos acima ao comentar a memória de Alexandre Marcet sobre a elaboração inicial do texto, atribui-se um lugar de destaque a um conjunto de cartões que ele teria elaborado, contendo as linhas gerais de um curso de química que seria lido em família. Essa série, composta por pouco mais de cinquenta cartões, se encontra hoje preservada nos arquivos Marcet, na Biblioteca de Genebra. Os cartões, que têm dimensões de 8x12cm e são numerados na frente e no verso, estão distribuídos em pares, intercalados às páginas de um volume que traz apenas um índice inicial remetendo aos temas e à numeração dessas fichas, como mostram as Figuras 5 e 6. Na Figura 5 aparece também uma folha solta, preservada junto ao volume com os cartões, que traz um diagrama explicativo para as relações de afinidades químicas envolvendo possíveis combinações dos ácidos nítrico e sulfúrico com a soda e a cal. Esse diagrama foi reproduzido no capítulo sobre as leis de atração que abre o segundo volume de *Conversations on Chemistry* e será retomado no próximo tópico desta tese (J. H. Marcet, 1806, p. 10).

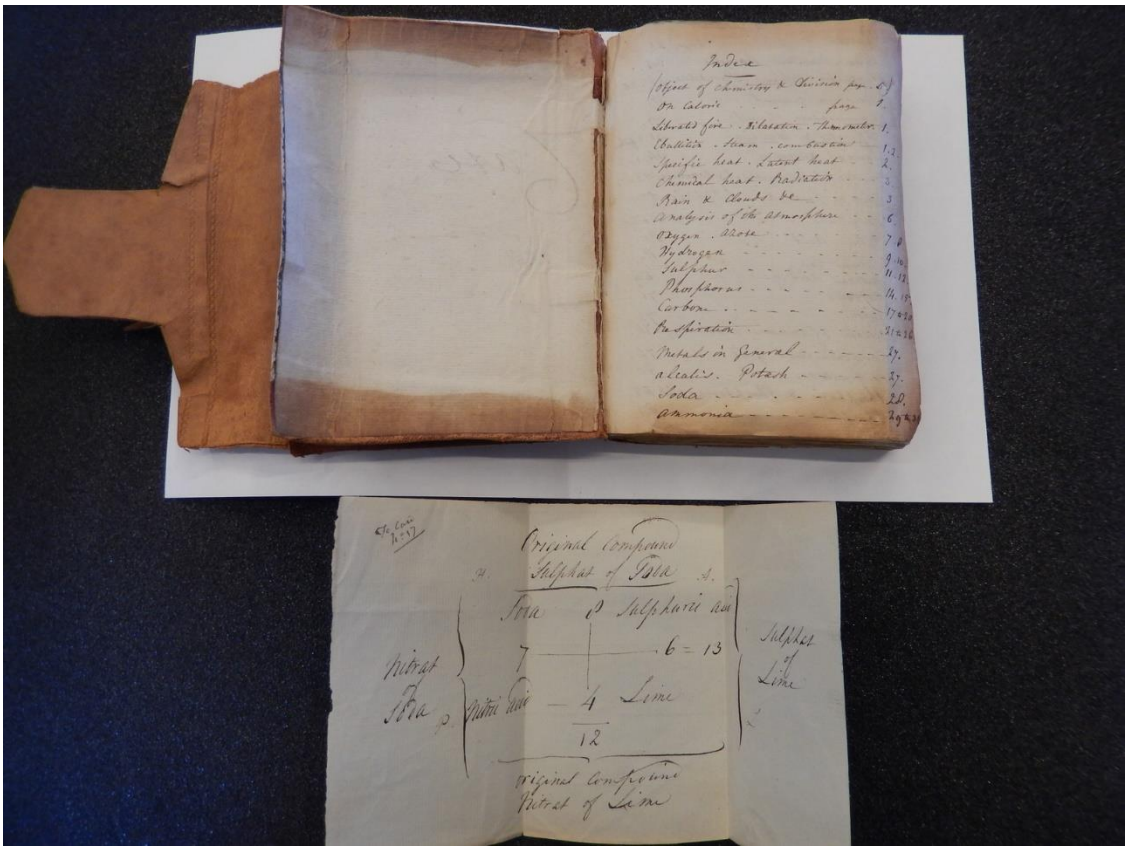


Figura 5 - Volume contendo cartões com curso de química de Alexandre Marcet (A. Marcet, n.d. / BGE, foto do autor, reproduzida com autorização do Departamento de Manuscritos da BGE.)

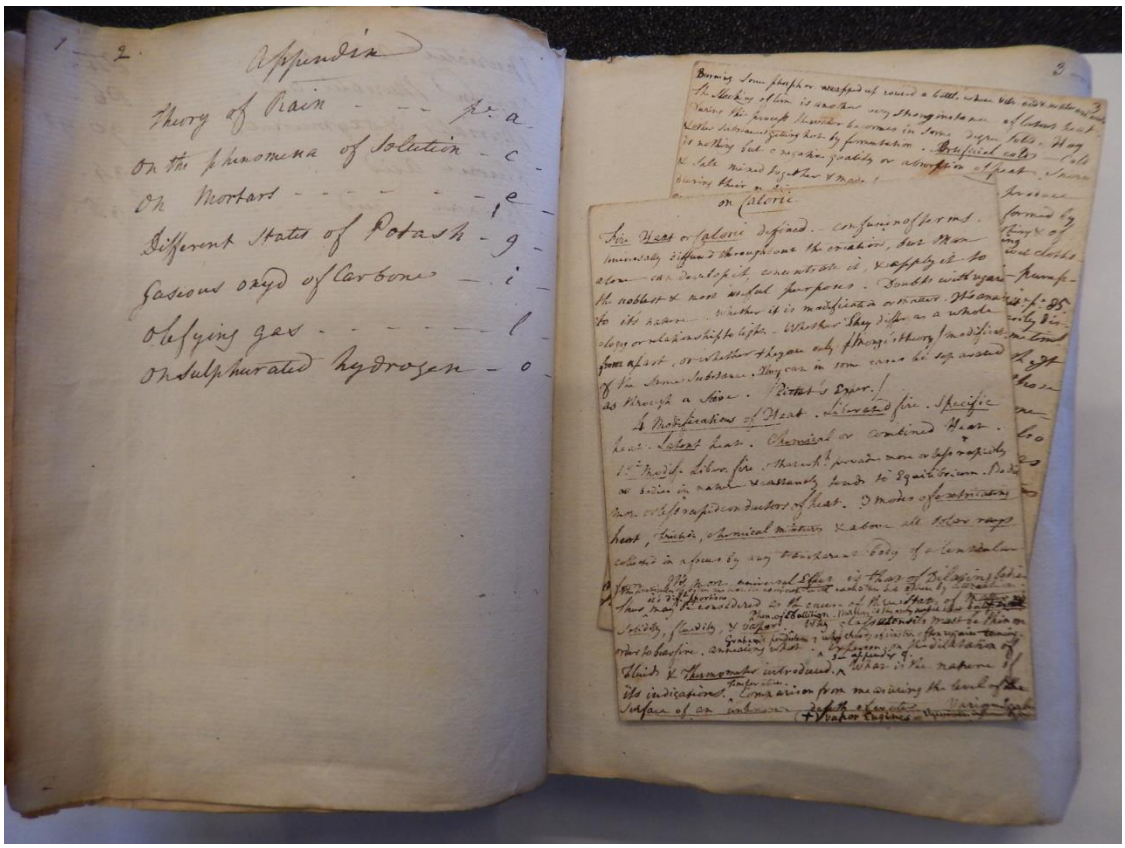


Figura 6 - Cartões com o curso de química elaborado por Alexandre Marcet (A. Marcet, n.d. / BGE, foto do autor, reproduzida com autorização do Departamento de Manuscritos da BGE.)

Dreifuss e Sigrist (2012, p. 24) já notaram a proximidade entre o conteúdo do índice que organiza esses cartões e a sequência de diálogos que se desenvolve em *Conversations on Chemistry*, mas as semelhanças entre estes materiais vão além deste ponto. Não se trata aqui de afirmar que a primeira edição do livro seria uma mera transcrição do conteúdo dos cartões. No entanto, algumas das explicações apresentadas pela Sra. B. são claramente parafraseadas do texto que consta nessa fonte. Apresentaremos três quadros comparativos para ilustrar este argumento.

Nos cartões de Alexandre:

(A. Marcet, n.d., faces 6-7)

Por Atmosfera tratamos aquele fluido elástico aeriforme no qual a Terra se encontra como se estivesse envelopada, e que se estende a uma distância de cerca de 45 milhas acima da superfície, ao redor de todo o globo. Numa perspectiva geral, pode-se dizer que a atmosfera consiste de todas as substâncias suscetíveis de permanecer num estado aeriforme na temperatura e pressão sob as quais vivemos. Esta pressão impede que muitas substâncias (exemplificar outras) existam habitualmente num estado aeriforme. Fourcroy, página 15 §2. Mas numa perspectiva mais restrita, e deixando de lado as substâncias heterogêneas e acidentais que podem estar contidas na atmosfera (e que não excedem a centésima parte do seu volume) ela consiste de um fluido elástico conhecido pelo nome de ar atmosférico, cujas propriedades químicas examinaremos. Philos. of Chem. página 17 §5. (Explicação dos termos gás e ar, a saber, uma certa base quimicamente combinada com calórico sob a forma de fluido elástico. Distinção entre gás e vapor elástico)

A análise química demonstra que o ar atmosférico consiste de dois diferentes ares ou gases, os quais, separados, parecem possuir qualidades totalmente diferentes um do outro. Um é essencial ao processo de respiração e o outro não pode ser respirado. O primeiro é absolutamente indispensável no processo de combustão, enquanto, novamente, a combustão não pode ocorrer no segundo. Assim, em condição separada, esses gases são um eminentemente respirável e favorável à combustão; o outro totalmente inadequado para ambos.

Em *Conversations on Chemistry*:

(J. H. Marcet, 1809a, pp. 66–68)

Emily. Eu sempre pensei que a atmosfera fosse um fluido bem complicado, composto pelas várias exalações que vêm da terra.

Sra. B. Numa perspectiva geral, pode-se dizer que ela consiste de todas as substâncias capazes de existir em condição aeriforme nas condições normais de temperatura do nosso globo. Mas deixando de lado essas substâncias heterogêneas e acidentais (que mais vagam pela atmosfera do que propriamente fazem parte da sua composição), ela consiste de um fluido elástico chamado AR ATMOSFÉRICO, que é composto por dois gases, conhecidos pelos nomes de GÁS OXIGÊNIO e GÁS NITROGÊNIO OU AZÓTICO.

Emily. Mas o que é um gás?

Sra. B. O nome gás é dado a qualquer fluido aeriforme composto por algumas substâncias, quimicamente combinadas ao calórico [...]

Caroline. Mas quando a água ou qualquer outra substância é evaporada pelo calor, ela também não é chamada de gás?

Sra. B. Não, querida; o vapor, de fato, é um fluido elástico, e guarda tanta semelhança com um gás que existe algum risco de confundi-los; [...]

Emily. Em quais proporções elas se combinam na atmosfera?

Sra. B. O gás oxigênio constitui cerca de um quarto e o nitrogênio três quartos. Quando separados, percebe-se que eles apresentam qualidades totalmente diferentes um do outro. Gás oxigênio puro é essencial tanto à respiração quanto à combustão, enquanto nenhum desses processos pode ocorrer em gás nitrogênio.

E em sua condição de mistura eles atendem aos propósitos da combustão e da respiração em um grau mais moderado, o que os torna mais adequados àquilo para o que foram planejados pelo Autor da Natureza. A parte respirável, que constitui 1/4 da atmosfera foi chamada de ar vital ou gás oxigênio na nova nomenclatura – e a parte não respirável que constitui os demais 2/3 [sic] foi chamada de azoto (gás azótico).

A análise da atmosfera, isto é, a separação do oxigênio e do azoto) pode ser realizada de várias maneiras. Pela combustão (queimando uma vela em ar atmosférico num recipiente fechado) Pela respiração (respirando num recipiente fechado sobre água), pela calcinação de metais, pelo gás nitroso (experimento), [...]

Caroline. Mas se o nitrogênio é tão inadequado para a respiração, como se explica que os três quartos deste gás que entram na composição da atmosfera não impliquem num grande impedimento para a isso?

Sra. B. Se respirássemos oxigênio puro, respiraríamos com mais liberdade do que nossos pulmões aguentariam. O nitrogênio não representa impedimento para a respiração ou para a combustão; ele parece ser meramente passivo nesses processos; mas serve como se fosse para diluir e enfraquecer o oxigênio que respiramos, do mesmo modo como você enfraqueceria o vinho que bebe ao diluí-lo com água.

Emily. E por quais modos podem ser separados esses dois gases que compõem a atmosfera?

Sra. B. Há muitas maneiras de proceder a análise da atmosfera; os dois gases podem ser separados, primeiramente, pela combustão.

Quadro 1 - Comparação entre os textos de *Conversations on Chemistry* e dos cartões de Alexandre Marcet sobre o ar atmosférico.

Pelo exemplo acima, é possível notar que não apenas a sequência da narrativa, mas também a escolha das palavras e construções denota clara influência destes cartões sobre a redação final que foi dada aos diálogos no texto de Jane Marcet.

Percebe-se que os cartões propõem uma abordagem mais direta e objetiva do tema. Neles também aparecem notas entre parêntesis sugerindo pontos a serem retomados ou exemplificados, além de referências para autores e tratados que poderiam ser utilizados para aprofundamento. Já o texto de Jane Marcet não traz consigo a rígida limitação de espaço que condensa a escrita de seu marido nos cartões. Assim, o que aparece nos cartões como uma rápida nota entre parêntesis sugerindo maiores explicações sobre a distinção entre gases, ares e vapores, ganha corpo nos diálogos do livro, preenchendo toda uma página que suprimimos com os sinais de reticências inseridos no excerto.

Na sequência apresentamos o Quadro 2, com um comparativo das abordagens sobre o carbono.

Nos cartões de Alexandre:

(A. Marcet, n.d., face 17)

Carbono é outra substância combustível listada entre os corpos simples. Não é nada além de carvão em seu estado puro (ver apêndice m). É obtido a partir de qualquer substância vegetal por meio do seu aquecimento, até que o óleo e a água sejam evaporados. Nas operações químicas, carvão é produzido pela exposição da madeira ou outra matéria vegetal da qual ele será extraído a um grande calor, numa retorta de barro. Todas as substâncias suscetíveis de evaporação são assim volatilizadas e o carvão permanece misturado com alguns sais fixos. Mas nas artes a carbonização da madeira é realizada numa escala maior e por meio de um processo muito mais barato – Carvão é negro, mas é algo duvidoso se essa cor representa uma qualidade essencial do carbono puro. Pois muitas substâncias que consistem principalmente de carbono, como algodão e diamante, são de uma coloração perfeitamente branca: talvez a cor negra do carvão se deva a uma porção muito pequena de hidrogênio e oxigênio que sempre permanece ligada a ele. Carvão é uma substância quebradiça, leve, insípida, inodora e muito porosa. Na ausência de ar, o calor não produz qualquer alteração sobre ele.

Em *Conversations on Chemistry*:

(J. H. Marcet, 1809a, pp. 112-114)

Sra. B. Carbono forma uma parte considerável da matéria sólida de todos os corpos organizados; mas ele é mais abundante na criação vegetal, e é primordialmente obtido da madeira. Quando o óleo e a água (que são outros constituintes da matéria vegetal) são evaporados, a substância negra, porosa e quebradiça que resta é o carvão.

Caroline. Mas se se aplica calor sobre a madeira para evaporar o óleo e a água, a temperatura do carvão não será elevada ao ponto de fazê-lo queimar; e se ele se combina com oxigênio, ainda podemos chama-lo de puro?

Sra. B. Eu estava prestes a dizer que, nesta operação, o ar deve estar ausente.

Caroline. Então como escapam o vapor do óleo de da água?

Sra. B. Para produzir carvão em seu estado mais puro (o que, ainda assim, é apenas uma variedade menos imperfeita de carbono), o processo deve ser executado numa retorta feita de barro. Com o calor sendo aplicado sobre o corpo da retorta, as partes evaporáveis da madeira escaparão pelo pescoço do recipiente, que não permite a entrada do ar enquanto estiver preenchido pelo vapor aquecido. E caso se queira coletar esses produtos voláteis da madeira, isso pode ser feito facilmente acoplando o pescoço da retorta ao aparelho de banho d'água que vocês já conhecem. Mas a preparação de carvão comum, para uso nas cozinhas e nas manufaturas, é executada numa escala muito maior, e mediante um processo mais simples e barato. [...]

Emily. Carbono puro é negro como carvão?

Sra. B. Quanto mais o carvão é purificado, quer dizer, quanto mais próximo se chega do estado de carbono simples, mais intensa parece ficar a sua coloração negra; mas o maior esforço da arte química ainda não é capaz de trazê-lo à sua forma perfeitamente elementar; pois nesta condição ele é incolor e transparente, e de aparência tão diferente do carvão quanto uma substância pode ser. Este anel que uso em meu dedo deve seu brilho a uma pequena peça de carbono.

Caroline. A senhora está brincando, Sra. B., com certeza!

Emily. Eu pensei que seu anel fosse de diamante.

Sra. B. E é. Mas diamante não é nada mais que carbono em sua forma mais pura e perfeita. [...]

Há muitas outras substâncias que consistem principalmente de carbono e são notavelmente brancas. Algodão, por exemplo, é quase inteiramente carbono.

Quadro 2 - Comparação entre os textos de *Conversations on Chemistry* e dos cartões de Alexandre Marcet sobre o carbono.

Notam-se inversões na sequência da narrativa nesse trecho. As intromissões de Caroline permitem que a autora antecipe uma informação para, em seguida, aprofundar uma explicação que fora apresentada apenas superficialmente no início do diálogo. Já a perspicácia de Emily é utilizada para trocar rapidamente o foco da conversa, e compensa a separação brusca de temas que é indicada nos cartões apenas por um traço. As interjeições que expressam a surpresa das personagens e o tom pessoal que as aproxima dos objetos estudados, como no caso do anel de diamante, também são recursos estilísticos que suavizam a abordagem conferida pela autora ao seu livro de divulgação.

Como último exemplo, remetemos a mais uma inconsistência perceptível na memória registrada por Alexandre sobre a construção de *Conversations on Chemistry*. Em seu diário, ele fez questão de frisar que seu curso inicial era limitado ao estudo químico dos minerais. No entanto, o tema da respiração animal foi o único a ocupar mais do que dois cartões da sua série, e estes foram claramente considerados por Jane na elaboração do seu capítulo sobre "Animalização, nutrição e respiração", um dos últimos que integram o segundo volume do livro (J. H. Marcet, 1806, p. 240). No Quadro 3, abaixo, apresentaremos a tradução apenas do primeiro destes cartões.

Nos cartões de Alexandre:

(A. Marcet, n.d., faces 21-22)

Respiração: Nós agora estamos familiarizados com uma quantidade suficiente de fatos que nos permite entender o processo de respiração. Por respiração nós entendemos aquelas dilatações e contrações alternadas dos pulmões por meio das quais faz-se com que este órgão inale e exale, alternadamente, uma certa quantidade de ar atmosférico, pois tal propósito é essencial à vida animal. Há duas coisas a se distinguir nesta função; o seu mecanismo e as mudanças químicas que resultam dele. O processo mecânico da respiração depende da dilatação e contração alternada do tórax, que é executada pela ação do diafragma junto à das costelas, por meio dos músculos intercostais. Por conta destas ações alternadas, a cavidade do tórax, e consequentemente a quantidade de ar que a preenche, é alternadamente aumentada ou diminuída. A voz depende deste mecanismo.

Em *Conversations on Chemistry*:

(J. H. Marcet, 1806, pp. 244-246)

Emily. Eu penso que a respiração consiste simplesmente em inspirar ar até os pulmões e expirá-lo de lá alternadamente.

Sra. B. Sua resposta serve muito bem como uma definição geral. Mas para que se forme uma noção aceitavelmente clara dos vários fenômenos envolvidos na respiração, há muitas circunstâncias que precisam ser tomadas em consideração.

Em primeiro lugar, há duas coisas a serem diferenciadas na respiração, as partes mecânica e química do processo.

O mecanismo da respiração depende da alternância entre expansões e contrações do tórax, dentro do qual estão os pulmões. Quando o tórax se dilata, a cavidade é aumentada e o ar avança rapidamente pela boca para preencher o vácuo formado por esta dilatação; quando o tórax contrai, a cavidade diminui e o ar é novamente forçado para fora.

Quadro 3 - Comparação entre os textos de *Conversations on Chemistry* e dos cartões de Alexandre Marcet sobre a respiração.

Percebe-se que, nos cartões, o texto de Alexandre chega a apresentar algumas falas em tom pessoal, do modo que seria característico no discurso de um palestrante. No entanto, não há personagens e nada que remeta à simulação de um diálogo. A comparação entre o volume de texto dos cartões e de *Conversations on Chemistry* também deixa claro o trabalho de Jane ao tornar menos densas e mais acessíveis as explicações. A título de comparação, as 18 páginas dedicadas à abordagem do hidrogênio no livro ampliam em muito o tópico que fora condensado por Alexandre num único cartão. E o mesmo pode ser dito sobre todos os demais temas tratados nas conversas.

Embora os excertos apresentados nos Quadros acima enfatizem o recurso aos cartões como fonte direta na elaboração do livro, não pretendemos com isso desvalorizar a atuação de Jane Marcet na autoria do projeto. Pelo contrário, julgamos necessário ressaltar que ela foi capaz de se apropriar das explicações do marido e de outras fontes tornando-as muito mais agradáveis ao leitor, e o reconhecimento alcançado pela obra dá testemunho disso.

Em nossa leitura, a série de registros levantados e discutidos até aqui permite afirmar que o livro foi uma obra composta a quatro mãos. Ainda que Jane e Alexandre tenham contribuído individualmente em aspectos ligados ao estilo e ao conteúdo, verifica-se um trabalho eminentemente colaborativo do casal, cuja parceria não se restringiu à preparação da edição inicial, estendendo-se à revisão de várias das edições subsequentes.

O formato de diálogos é um mérito diretamente atribuível à autora, e além das notas que escreveu a esse respeito no prefácio de algumas de suas outras obras, seu posicionamento em defesa desse estilo também se encontra registrado por cartas que trocou ao longo da carreira (J. H. Marcet, 1816b, p. viii, 1829, p. vi).

Em novembro de 1816, depois de lançar a primeira edição de suas Conversas sobre Política Econômica, Jane recebeu uma crítica de Richard Edgeworth (1744-1817), conhecido como inventor e por sua dedicação a questões de ensino na Irlanda, e que exerceu forte influência sobre alguns dos romances de sua filha, Maria Edgeworth (Stephen, 1888, pp. 383–385). Nessa carta, ele expressa sua opinião de que os diálogos trariam vantagem às obras de apelo humorístico, e que um estilo didático comum seria preferível no projeto de Marcet. Para R. Edgeworth, mesmo nas mãos de Platão, Baxter

ou Berkeley, os diálogos teriam o efeito de dificultar em vez de esclarecer os temas de importância (Edgeworth, 1816 / BGE).

Jane Marcet tinha os Edgeworth em grande estima e conta-se que sua amizade com a família fora iniciada após uma carta que recebeu de Maria Edgeworth. A romancista escrevera à autora anônima de *Conversations on Chemistry* em agradecimento pela obra, que teria salvo uma de suas irmãs mais novas num episódio de envenenamento doméstico, tendo a jovem ingerido certa quantidade de uma substância de natureza ácida. O trecho que apresentamos como exemplo de *layout* da obra (Figura 4, p. 61), sobre o efeito neutralizante da magnésia, é o mesmo que teria vindo à memória de um membro da família Edgeworth a tempo de salvar a menina (De la Rive, 1858, p. 454).

Em resposta aos comentários de Richard Edgeworth, Jane se desculpou por não concordar com todos eles e registrou que

> Com relação à forma de diálogos, não consigo deixar de pensar que ela tem outras vantagens, independentemente de ser animada com graça e humor; atributos aos quais eu certamente não tenho pretensão. Eu me refiro à possibilidade de admitir que a aluna coloque suas objeções e apresente a questão sob vários pontos de vista; é verdade que isso gera repetições que são extremamente cansativas aos bem informados, mas que são, todavia, necessárias aos jovens e ignorantes. Muitos dos meus jovens leitores me contaram que quando uma dificuldade lhes ocorria, eles ficavam muito satisfeitos ao ver, na próxima passagem, que Caroline propunha as mesmas dúvidas, e que eles geralmente julgavam as respostas da Sra. B. inteligíveis, embora fosse apenas uma repetição, em outras palavras, do que ela havia afirmado previamente.
>
> (J. H. Marcet, 1816a, pp. 2–3 / BGE)

Como veremos no próximo tópico deste trabalho, o conteúdo de *Conversations on Chemistry* continuou a receber atualizações mesmo após a morte de Alexandre Marcet, em 1822. A esta altura, Jane já alcançara algum prestígio como escritora e podia contar com seu próprio círculo de amizades para eventuais consultas. Finalizando este tópico, apresentamos o registro de uma dessas ocasiões, em que Jane Marcet escreve ao filósofo Michael Faraday pedindo detalhes de uma pesquisa cujos efeitos haviam sido recentemente comunicados. A carta é datada de 24 de novembro de 1845, e a resposta de Faraday foi redigida três dias depois.

> Prezado Sr. Faraday
>
> Li nesta manhã na *Athenaeum* um relato sobre uma descoberta comunicada ao público pelo senhor com respeito aos agentes imponderáveis, calor, luz e eletricidade; e como neste momento estou revisando as páginas de meu *Conversations on Chemistry* para uma nova edição, tomando eu a liberdade de pedir, o senhor me informaria onde posso obter uma descrição justa desta descoberta? Receio que seja de uma natureza obscura demais para ser adaptada aos meus jovens pupilos; mas não posso me convencer a publicar uma nova edição sem mencioná-la; reservei, portanto, as provas da conversa sobre eletricidade que estava revisando nesta manhã, até que receba sua resposta, na esperança de que possa introduzi-la naquelas páginas.
>
> Minha cara Sra. Marcet
>
> Eu não tive tempo de ver o relato da *Athenaeum* e, assim, não sei se está totalmente correto. Não posso ir tão longe ao ponto de afirmar que provei a identidade da luz e do magnetismo, mas agi sobre a luz usando magnetismo e eletricidade mediante a ação de corpos transparentes de uma determinada classe. Estou trabalhando arduamente em outra descoberta e raramente tenho um instante para me afastar dela, então incumbi um amigo de copiar uma breve descrição que eu tinha para enviar a outro amigo e espero que me perdoe por enviá-la à senhora. Entretanto, é absolutamente necessário que eu economize tanto tempo como trabalho, e também a cabeça (que dói) neste momento.
>
> (James, 1996, pp. 432–434)

Essa pesquisa de Faraday sobre a luz, eletricidade e magnetismo faz parte do conteúdo teórico de *Conversations on Chemistry* para o qual dirigimos nosso olhar na sequência. Aprofundando um aspecto particular da química divulgada por Jane Marcet, verificaremos como a abordagem sobre os agentes imponderáveis se modificou ao compararmos quatro edições do seu texto, cobrindo o período entre 1806 e 1853.

Os agentes imponderáveis

Considerar as teorias do calórico, da luz e da eletricidade partindo da obra *Conversations on Chemistry* nos parece adequado não apenas pela simplicidade da linguagem que caracteriza o texto de divulgação, mas principalmente por se tratar de um documento histórico original, que ajuda a perceber como a química era apresentada para iniciantes num contexto histórico particular. Nossa intenção neste tópico é apresentar, da maneira mais fidedigna possível, quais argumentos colocavam os fluidos imponderáveis no centro das teorias químicas do início do século XIX.

Nossos comentários consideram quatro edições da obra de Marcet – a primeira, a quinta, a décima segunda e a décima sexta, que representa a última revisada pela autora (J. H. Marcet, 1809a, 1817a, 1832a, 1853a). Isso foi feito com o objetivo de identificar se as menções ao calórico e aos demais fluidos diminuíam progressivamente à medida que o texto era atualizado, nas sucessivas revisões que recebeu ao longo de quase cinco décadas.

Em todas as edições consultadas, após o diálogo introdutório à química, seguem-se conversas sobre os chamados agentes imponderáveis, abordando inicialmente a luz e o calórico, com nítida ênfase sobre o segundo. A quinta edição do texto insere a eletricidade nesse grupo e as últimas fazem menção, também, ao fluido magnético. Enquanto na edição de 1832, os trabalhos de Oersted (1777-1851) e outros "dos mais eminentes homens da ciência" traziam a suspeita de que os fluidos magnético e elétrico poderiam partilhar de uma mesma natureza, na de 1853 essa equivalência dos fluidos já aparece como um fato confirmado (J. H. Marcet, 1832a, pp. 185–186, 1853a, p. 188).

A Sra. B. admite que muitos filósofos tinham dúvidas sobre a natureza desses corpos imponderáveis, questionando sua materialidade em função da completa ausência de massa. Contudo, a importância desses fluidos no corpo de explicações da química era enorme, a ponto de serem tratados como agentes que, "se não são corpos, talvez possam ser chamados de a alma da química" (J. H. Marcet, 1853a, p. 19).

Na sequência, tentaremos reunir algumas das explicações dadas por Marcet para cada um destes agentes imponderáveis, iniciando pelo calórico.

O calórico

Apesar dos termos calórico e calor aparecerem frequentemente como sinônimos no texto, a autora destaca que nenhuma modificação do calórico deveria ser chamada de calor, pois isto facilitaria o equívoco de se tomar o efeito em lugar da sua causa. O calórico deveria ser sempre entendido como o agente, enquanto a sensação de calor seria apenas um dos seus efeitos (J. H. Marcet, 1853a, pp. 13, 83).

> Calor é um agente químico tão importante que seus efeitos talvez possam, sozinhos, responder pelo impulso que a primavera causa na vegetação.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 289)

Em linhas gerais, os agentes imponderáveis representariam fluidos, de massa nula, que permeariam as partículas constituintes das substâncias. O calórico, em particular, proviria originalmente do Sol e seria o único constituinte presente em todos os corpos da Natureza. As substâncias elementares seriam, portanto, aquelas que se encontram ligadas apenas a ele (J. H. Marcet, 1853a, p. 220)[11].

O fluido calórico poderia se apresentar na forma livre, como calórico sensível, ou na forma combinada, abrangendo o calórico específico e o latente de cada material. Nos termos da época, a variante sensível do calórico seria aquela que desperta a sensação de calor e a própria noção de temperatura. Suas principais propriedades incluiriam a capacidade de provocar a dilatação dos corpos, orientando a construção dos vários tipos de termômetros disponíveis, além da tendência a um equilíbrio em termos da sua distribuição no espaço. Marcet se alonga em mais de uma conversa para explicar que a caracterização de qualquer material como bom ou mau condutor de calor se refere à facilidade com que o calórico sensível atravessa a estrutura interna deste material.

O equilíbrio térmico de corpos colocados em contato decorreria da difusão natural do calórico sensível. Para explicar esse efeito, Marcet apresenta a teoria do seu parente suíço, Pierre Prevost, segundo a qual o calórico seria "composto de partículas perfeitamente independentes umas das outras, cada qual se movendo em alta velocidade numa direção qualquer". Quanto maior for a temperatura de um corpo, mais "raios de calórico" serão emitidos por ele, em todas as direções. Assim, essa constante e caótica troca de partículas de calórico entre corpos tenderia a uma condição de equilíbrio térmico, com os corpos vizinhos emitindo e recebendo calórico em taxas iguais (J. H. Marcet, 1853a, pp. 50–51).

Em relação ao calórico específico e ao latente, ambos seriam formas insensíveis de calor, e Marcet segue a conceituação de Pictet para diferenciá-las. O calórico específico decorreria da percepção de que cada corpo material apresenta uma capacidade característica de absorver calórico sem aumentar sua própria temperatura. A medida dessa quantidade de calórico necessária para elevar a temperatura de uma dada massa de um corpo seria o seu calor específico. Já quando se considera o calórico envolvido

[11] A quinta edição do texto admite que a eletricidade também estaria presente em todos os corpos, mas edições posteriores voltam atrás sobre esta concepção, reafirmando a presença apenas do calórico em todos os corpos (J. H. Marcet, 1817a, p. 215, 1832a, p. 215).

nas mudanças de fase, convertendo um sólido em líquido, ou um líquido em vapor, sem que haja variação de temperatura, identifica-se o calor latente daquele corpo.

A primeira edição das conversas fala ainda de outra variação do calórico, o "calor químico", que não aparece nas seguintes (J. H. Marcet, 1809a, p. 64). Essa expressão particular nos permite acompanhar como as sucessivas edições do texto de divulgação incorporavam as novas teorias e hipóteses de trabalho que permeavam a ciência do período. Em particular, é nítida a influência das pesquisas desenvolvidas na *Royal Institution* dentre as fontes de Marcet. Tomaremos as explicações para a diferença entre gases e vapores para ilustrar esse argumento.

Na primeira edição, o nome gás é dado "a qualquer fluido aeriforme que consista de algumas substâncias quimicamente combinadas com calórico" (J. H. Marcet, 1809a, p. 66). A autora explica que os gases seriam, portanto, compostos formados por uma base, como o oxigênio ou nitrogênio, associada quimicamente ao calórico. Assim, a diferença entre gases e vapores se daria pela intensidade e pela natureza dessa interação com o calórico. No vapor de água, por exemplo, teríamos apenas uma espécie de solução, com a substância água dispersa no fluido calórico. Nesta condição, o calórico assumiria a forma latente, e bastaria o contato com uma superfície mais fria para promover a separação desses componentes, devolvendo a água ao seu estado líquido. Já nos gases, essa separação entre a base elementar e o calórico seria muito mais difícil, representando um processo de decomposição química.

> [...] para formar um gás, ou fluido *permanentemente* elástico, deve ocorrer uma combinação química entre o calórico e a substância no momento em que esta se converte a um estado gasoso; portanto, é necessário que exista uma afinidade entre eles, e por esta razão a sua combinação não pode ser destruída por uma simples mudança de temperatura ou por agentes químicos, exceto aqueles que tenham uma afinidade maior por um dos constituintes do gás, suficiente para provocar a sua decomposição.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 67, itálicos no original)

No caso particular do gás oxigênio, a via mais comum para separar sua base do calórico se daria pelos processos de combustão, nos quais o oxigênio se fixaria à substância combustível, liberando o calórico sob a forma de calor sensível.

> A combustão é, portanto, nada além da rápida absorção da base do gás oxigênio, por um corpo combustível, acompanhada pelo desprendimento da luz e do calor que estavam combinados com o oxigênio em seu estado gasoso.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 70)

A quinta edição, de 1817, traz uma conversa que não constava na edição inicial, justamente sobre os fenômenos elétricos gerados pela bateria voltaica. Percebe-se que, nesta edição, a natureza elétrica da matéria passa a ser considerada na interpretação de vários fenômenos. Para diferenciar gases e vapores, a autora retoma as explicações dadas nas versões anteriores do texto, mas abandona a noção de calórico quimicamente combinado em prol de novas interpretações sugeridas por H. Davy.

> [...] pensava-se que a diferença de gás ou vapor dependia de diferentes modos pelos quais o calórico se unia à base destes dois tipos de fluidos elásticos. No vapor, considerava-se como num estado latente; no gás, dizia-se estar quimicamente combinado. Mas as pesquisas recentes de Sir. H. Davy originaram uma nova teoria sobre os gases; e hoje há motivos para crer que estes corpos devem seu estado permanentemente elástico não apenas ao calórico, mas também à predominância de uma ou de outra das duas eletricidades.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 183)

Dentre os originais consultados de Davy, não encontramos algo explicitamente tratado como uma nova teoria sobre os gases. Todavia, considerando as datas das comunicações do filósofo e os termos empregados no texto de Marcet, acreditamos que a autora faz referência a uma ideia que fora apresentada no final da palestra Bakeriana proferida por Davy em 1808. Na ocasião, Davy tentava simplificar o entendimento da suposta base metálica da amônia, justificando a formação de um amálgama com mercúrio, conforme mencionamos na página 70 desta tese. O filósofo sugeriu que os fatos ligados à produção desse amálgama seriam mais facilmente explicados mediante a adoção de uma nova teoria, que admitia a dependência das formas químicas da matéria em relação às forças elétricas que atuam sobre elas. Assim, um mesmo substrato material poderia dar origem a compostos completamente distintos em função de estar carregado positiva ou negativamente, ou de se encontrar numa condição elétrica neutra.

> Determinadas condições elétricas sempre coincidem com certas condições químicas dos corpos. Deste modo, ácidos são uniformemente negativos, álcalis positivos, e substâncias inflamáveis são altamente positivas; e como constatei, materiais ácidos parecem perder todas as suas propriedades características e seu poder de combinação quando eletrificados positivamente, assim como acontece com os álcalis quando eletrificados negativamente. Nestas situações, as qualidades químicas mostram-se dependentes das forças elétricas; e não é impossível que a mesma matéria, dotada de diferentes forças elétricas, possa exibir diferentes formas químicas.
>
> (H. Davy, 1808, p. 368)

A água, segundo essa teoria, decorreria de uma condição elétrica neutra, podendo assumir a forma de gelo ou vapor pela perda ou ganho de calor. Já no estado eletrizado, a mesma matéria da água assumiria a forma de um gás, convertendo-se em hidrogênio se essa eletrização fosse positiva e oxigênio se fosse negativa (H. Davy, 1808, p. 369).

O próprio Davy assumiu que se aventurava ao sugerir tais interpretações, mas que não atribuía a elas grande importância, dado seu caráter especulativo. Aparentemente, a confiança de Marcet no gênio de Davy justifica a presença, em suas conversas, não só destas, mas de muitas outras explicações para fenômenos químicos que são baseadas nas forças elétricas. O caso não passou despercebido pelos editores americanos de seu livro e, abaixo da menção a essa nova teorias dos gases, o texto foi acrescido do seguinte comentário:

> Isso requer mais evidências. Entendemos que a teoria anterior, de que gases devem sua elasticidade ao calórico combinado às suas bases, oferece uma explicação igualmente satisfatória para esta propriedade, sendo ao mesmo tempo mais simples e mais bem demonstrada.
>
> (J. H. Marcet & Comstock, 1822, p. 85)

Na décima segunda edição de *Conversations on Chemistry* verifica-se um retorno às teorias do início do século, recorrendo aos modos de combinação com o calórico para justificar diferenças de comportamento entre gases e vapores. Os argumentos envolvendo eletricidade desaparecem deste tópico e, ainda que se admita que alguns compostos, até então considerados como fluidos permanentemente elásticos, haviam sido recentemente liquefeitos, preserva-se o valor de uma distinção clara entre gases e vapores (J. H. Marcet, 1832a, pp. 188–190).

Duas décadas mais tarde, já na última edição do texto preparada pela autora, abandonam-se tanto os argumentos em torno das diferentes formas de combinação

com o calórico quanto qualquer especulação sobre interações elétricas, relativizando a separação teórica entre os conceitos de gás e de vapor. Por meio da Sra. B., a autora afirma que o vapor de água pode, sim, ser considerado um gás enquanto existir em condição aeriforme, mas frisa que esse vapor retoma a forma líquida instantaneamente ao ser resfriado. Contudo, a autora ressalta que muitos gases, até então, nunca haviam sido reduzidos à forma líquida, e que esta ação foi considerada impraticável por muitos anos. Essa crença vinha mudando, grande parte em decorrência de uma coleção de resultados experimentais obtidos por Michael Faraday na *Royal Institution*. Marcet destaca que Faraday fora capaz de obter as formas líquidas de gases como amônia, cloro e sulfeto de hidrogênio por aumento de pressão, e que a obtenção de oxigênio e nitrogênio líquidos poderia, portanto, ser apenas uma questão de tempo (J. H. Marcet, 1853a, pp. 191–192)[12].

Apesar desse aparente enfraquecimento da teoria do calórico, ao contrário do que se poderia pressupor, o número de menções a este agente é crescente ao longo das sucessivas revisões da obra, e cabe notar que a explicação para os fenômenos de combustão permanece a mesma em todas as edições do texto.

As teorias do calórico permitiam explicar até mesmo os detalhes aparentemente anômalos de alguns casos específicos de combustão. Pelas medidas da época, verificava-se que a queima do carbono, por exemplo, liberava menos luz e calor que a de outros combustíveis sólidos, como fósforo, enxofre ou metais. Isso era justificado pela formação de um produto gasoso neste caso particular, no qual o oxigênio preservaria parte do calórico que lhe conferia este estado físico. Nos outros processos de queima citados, a passagem do oxigênio da condição gasosa para a composição de produtos sólidos implicaria na maior liberação do seu calórico associado. A personagem Caroline chega a perguntar se "podemos, então, apreciar o grau de solidez no qual o oxigênio se combina num corpo queimado pela quantidade de calórico liberada na sua combustão", e recebe, prontamente, uma resposta afirmativa (J. H. Marcet, 1809a, p. 118).

[12] Faraday se dedicou, em diferentes momentos, à busca pelas formas líquidas de compostos conhecidos, tendo comunicado vários resultados conjuntamente nos anos de 1823 e 1845. Esses artigos foram reunidos na série *Alembic Club Reprints*, e trazem descrições detalhadas das técnicas empregadas. Basicamente, Faraday produzia os gases pela reação de compostos concentrados dentro de frascos de vidro espesso, para suportar a pressão. Esses frascos eram conectados a destiladores por meio de válvulas, sendo resfriados até a liquefação. Em alguns casos, eram utilizadas bombas fixas de ar para aumentar a pressão interna. O filósofo comenta que deixava algumas reações ocorrendo por dias, e que muitos frascos explodiram pela pressão dos gases produzidos em seu interior (Faraday, 1904).

Da mesma forma se explica que a oxidação de metais em água, apesar de análoga aos processos de combustão, não libera luz e calor apreciáveis. Nestes casos, o oxigênio que se associa ao metal já estaria, na água, numa condição densa, e o calórico desprendido seria suficiente apenas para promover o hidrogênio da água decomposta ao estado gasoso, sem sobras apreciáveis que justificassem qualquer sensação de calor (J. H. Marcet, 1809a, p. 136).

Como se observa, de fato, no texto de Marcet não há nada parecido com átomos ou ligações químicas da forma como os entendemos hoje. Em vez disso, o que se vê é um conjunto de explicações baseado em forças de coesão e de composição que interpreta de modo coerente as propriedades e o comportamento dos materiais.

> A atração de coesão existe apenas entre partículas de *mesma* natureza, sejam elas simples ou compostas: assim, ela une as partículas de uma peça de metal, que é uma substância simples; e do mesmo modo une as partículas de um filão de pão, que é um composto. A atração de composição, pelo contrário, associa e mantém partículas de naturezas *distintas* num estado de combinação: é essa força que forma cada uma das partículas compostas das quais o pão consiste; e é pela atração de coesão que todas essas partículas se conectam numa massa única.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, pp. 6–7, itálicos no original)

Para facilitar nossa leitura de como se entendia a participação dos agentes imponderáveis nas transformações químicas, pode ser útil aprofundarmos a distinção entre esses dois tipos de atrações. A atração de coesão justificaria a agregação de partículas iguais. É a ela que se atribuiria, por exemplo, a possibilidade de se formar uma gota de água líquida pela simples aproximação de inúmeras partículas de água. Já a atração de composição, também chamada de afinidade química, corresponderia à tendência pela qual corpos de naturezas distintas se combinam, formando compostos. Assim se justificaria a produção de cada uma das partículas de água pela combinação dos gases hidrogênio e oxigênio. Este segundo tipo de atração estaria, portanto, associado a todos os processos de síntese e decomposição química.

A atração de composição seria regida por um conjunto de sete regras, a saber: 1) ela só ocorre entre corpos de naturezas diferentes; 2) ela se restringe às menores partículas constituintes dos corpos (e por isso o aumento das superfícies de contato favorece a ocorrência de transformações); 3) a combinação pode se dar entre dois, três ou mais corpos; 4) ela sempre produz variações de temperatura (pelo desprendimento

ou absorção de calórico ou pela produção de compostos com calor específico diferente dos reagentes iniciais); 5) as propriedades que definem os corpos em condição separada são destruídas pela combinação; 6) a força da atração é estimada por aquela necessária à separação dos constituintes; e 7) corpos têm diferentes graus de atração entre si (J. H. Marcet, 1809a, pp. 181–187, 1853b, pp. 1–11).

É para explicar essas duas últimas regras que Marcet recorre ao diagrama apresentado na Figura 7 (cujo original apresentamos na página 74 deste trabalho). De acordo com as explicações da Sra. B., a força de atração entre os constituintes de um composto jamais poderia ser determinada em valores absolutos, mas apenas em termos comparativos, derivados de extensa atividade experimental. Os números no diagrama expressam essa escala relativa de afinidades entre os corpos soda, ácido sulfúrico, cal (*lime*) e ácido nítrico. Partindo dos compostos Sulfato de Soda e Nitrato de Cal, verifica-se que a atração existente entre seus constituintes seria de 8 e 4, respectivamente, totalizando 12. No entanto, a recombinação destes corpos dando origem ao Nitrato de Soda e ao Sulfato de Cal resulta nas afinidades 7 e 6, somando 13. A maior afinidade destes novos compostos justificaria a sua formação em detrimento das combinações iniciais, ou seja, o Nitrato de Cal seria um agente efetivo na decomposição do Sulfato de Soda.

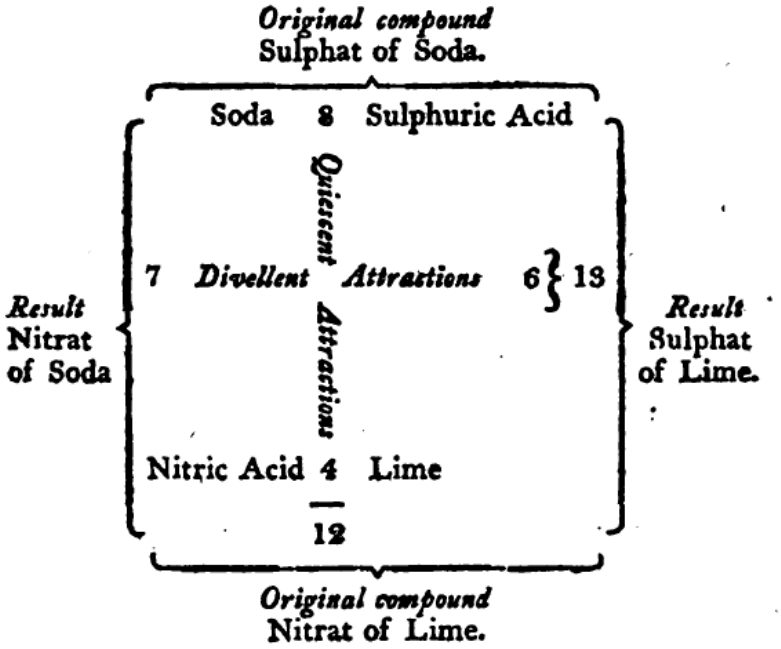


Figura 7 - Diagrama de "atrações eletivas duplas" (J. H. Marcet, 1806, p. 10).

A interpretação do diagrama guarda ainda outros detalhes, pois permite verificar, por exemplo, que a Cal, sozinha, não seria eficaz para promover a decomposição do Sulfato de Soda. Isso se explicaria pela comparação entre os valores relativos de afinidade, dado que o Ácido sulfúrico tem afinidade 8 pela Soda e apenas 6 pela Cal. A adição apenas do Ácido nítrico se mostraria igualmente ineficaz (afinidade 7 pela Soda). Assim, embora nenhum dos constituintes do Nitrato de Cal, em separado, sirva como agente de decomposição, a sua prévia combinação geraria um composto com propriedades inteiramente novas, como previsto pela quinta regra das afinidades químicas. Essa particularidade da interação de compostos é o que justifica a expressão "atrações eletivas duplas", utilizada na época (J. H. Marcet, 1806, pp. 10–12).

Os processos de decomposição envolvendo o calórico seriam de um tipo mais simples. O gás nitrogênio, por exemplo, seria formado pela base do elemento nitrogênio combinada a grandes porções de calórico, numa interação regida pelas forças de composição. O fato de não se conseguir obter compostos de nitrogênio partindo do ar atmosférico seria, portanto, um indicativo de que o nitrogênio teria maior afinidade química pelo calórico do que por qualquer outro constituinte da matéria (J. H. Marcet, 1853a, p. 216). Um raciocínio inverso ainda reforçava essa noção, dada a possibilidade já verificada de se decompor o ácido nítrico apenas pela sua passagem por um tubo de porcelana aquecido. Neste processo, o calórico da porcelana seria suficiente para separar os constituintes do ácido (oxigênio e nitrogênio[13]), que retomariam sua condição gasosa devido à maior afinidade de ambos pelo calórico (J. H. Marcet, 1853a, p. 106).

Um mecanismo análogo explica também a decomposição dos carbonatos, tanto no estado sólido quanto em solução. No caso dos sólidos, o simples aquecimento forneceria calórico suficiente para devolver a matéria carbônica à sua condição gasosa, na forma de ácido carbônico, deixando um resíduo sólido terroso mais simples que o carbonato original. Já quando dissolvidos em água, a decomposição dos carbonatos seria promovida pelo contato com qualquer solução ácida, mas em todos os casos, é a troca de calórico que justifica o desprendimento do gás. No caso particular do ácido sulfúrico,

[13] Na linguagem da época, chamavam-se de ácidos os compostos (geralmente gasosos) que, em contato com a água, manifestariam as propriedades típicas desta classe. Assim, na fala de Marcet, ácido nítrico representa o gás que hoje chamaríamos de dióxido de nitrogênio. O mesmo vale para ácido nitroso e carbônico que representariam, respectivamente, os gases monóxido de nitrogênio e dióxido de carbono.

o mero contato desta substância com a água já liberaria calórico suficiente para promover a decomposição do carbonato, mas qualquer outro ácido levaria à formação de sais com menor capacidade para calórico que a do carbonato original, justificando a sua decomposição (J. H. Marcet, 1817b, p. 124).

Pelas teorias da época, o volume e os estados físicos seriam dirigidos pela atração de coesão, existente entre partículas de mesma natureza num corpo. O calórico – assim como os outros fluidos imponderáveis – atuaria de modo exatamente oposto à coesão, introduzindo forças mutuamente repulsivas na estrutura interna dos materiais. Assim, os efeitos da presença do calórico incluiriam não apenas a sensação de calor, mas também as variações de volume e as próprias mudanças de estados físicos.

> Há uma contínua luta entre a atração de coesão e a força expansiva do calórico; e da ação dessas duas forças opostas resultam as várias formas de matéria [...] do estado sólido ao líquido e aeriforme. E, deste modo, entendemos que a maioria dos corpos é capaz de passar de um desses estados para o outro apenas em consequência da assimilação de diferentes quantidades de calórico.
>
> (J. H. Marcet, 1853a, p. 35)

Esse efeito expansivo do calórico era muito bem explorado na construção de termômetros de vários tipos e modelos, e o poder explicativo desta teoria é notável na interpretação de problemas químicos característicos do período. Por exemplo, tomemos o caso das expansões isotérmicas dos gases, que têm enorme influência na consolidação da lei das proporções múltiplas de Dalton e na própria hipótese de Avogadro (Viana, 2007). Admitia-se que cada corpo sólido ou líquido teria uma capacidade específica para a acumulação de calórico entre suas partículas. Assim, diferentes quantidades de calórico seriam necessárias para provocar aumento de temperatura, dilatação ou mudanças de estado físico, pois tudo dependeria do embate particular entre a repulsão das partículas de calórico e a atração das partículas do corpo em estudo. Já nos gases, independentemente da sua natureza, não existiriam interações atrativas, pois o estado gasoso se daria justamente pelo rompimento das forças de coesão. Assim, medidas iguais de calórico provocariam o mesmo efeito expansivo sobre o volume de qualquer gás, independente da sua composição (J. H. Marcet, 1853a, p. 48).

Quando se discute o comportamento das soluções, a água e o calórico são apresentados como os principais solventes conhecidos. A passagem de qualquer material do estado líquido para o de um vapor que se torna progressivamente invisível

é entendida como a dissolução deste corpo em calórico. E assim, é pela ação conjunta desses dois solventes que se justifica o fato da água quente ter maior capacidade para dissolver outros compostos (J. H. Marcet, 1853a, pp. 94–95).

A própria formação da chuva é explicada pela dissolução da água em meio ao calórico presente em camadas quentes de ar. O intercâmbio desfavorável de calórico pelo contato com massas de ar mais frias provocaria o fim dessa dissolução, ocasionando a chuva. Esse mesmo argumento explicava o orvalho e até o embaçar, por dentro ou por fora, dos vidros de casa ou das carruagens. Tudo em função do desequilíbrio de calórico nos ambientes separados pelo vidro.

Tanto nos corpos simples quanto nos compostos, era a conversão de calórico livre em latente que justificava a temperatura constante durante as mudanças de estado físico. E, além da sua importância vital na explicação dos fenômenos de combustão, o calórico era associado a processos tão diversos quanto: a sublimação do enxofre; a conversão de gorduras em óleos; as cores emitidas na queima de metais; a sensação de ardência gerada por substâncias corrosivas; as misturas que geram sensação de calor ou frio; e muitos outros. Entretanto, a melhor ilustração da força das ideias sobre o calórico na química do século XIX talvez esteja nas explicações de então para processos fisiológicos. Para finalizar esta seção, tomaremos os exemplos da reposição do oxigênio do ar pelas plantas e da geração do calor animal.

Nos vegetais, o calórico seria responsável pela produção do gás oxigênio "transpirado pelas folhas das plantas quando expostas aos raios de Sol", num mecanismo detalhado que envolvia a decomposição da água absorvida como nutriente pelas plantas (J. H. Marcet, 1809a, p. 283). Nessa quebra, o hidrogênio passaria por um processo de condensação, perdendo calórico ao deixar a forma líquida da água e adentrar a composição dos óleos e extratos vegetais. Esse calórico se combinaria com o oxigênio, devolvendo-o a sua condição gasosa e fechando um ciclo que contrabalancearia os processos de respiração e combustão.

Já nos animais, uma versão adaptada das teorias de Joseph Black e Lavoisier era empregada para explicar a geração interna de calor. Essa interpretação admitia que nos ciclos da respiração comum, parte do oxigênio inspirado entraria em contato com o sangue nos pulmões, sustentando um processo de queima do carbono e do hidrogênio transportados pelo sangue venoso, com consequente liberação do calórico responsável

pela manutenção da temperatura corporal. Situações particulares como a prática de exercícios ou a febre poderiam estimular a produção excessiva de calor animal, e em todos os casos, a transpiração seria o mecanismo de eliminação do calórico excedente (J. H. Marcet, 1809a, pp. 323–326).

A luz

De acordo com a Sra. B., a luz e o calórico produziriam efeitos quase sempre associados, o que tornaria difícil o seu estudo em separado. No entanto, nossa percepção sensorial básica seria suficiente para diferenciar estes agentes, já que os efeitos da luz seriam sempre percebidos pela visão, enquanto o calórico estimularia apenas o tato, gerando a sensação de calor (J. H. Marcet, 1853a, p. 33).

As diferentes definições dadas para a luz ilustram bem o caráter tentativo e gradual da ciência. Embora todas as edições do livro atestem que "temos pouco mais que conjecturas sobre a natureza da luz", a quinta edição desenvolve esse argumento indicando que a maior parte dos filósofos do período admitia a luz como uma substância real, que se propagaria em alta velocidade a partir do Sol ou de outros corpos luminosos (J. H. Marcet, 1809a, pp. 10–11, 1817a, p. 26, 1832a, p. 27, 1853a, p. 27). Já a última edição traz especulações muito diferentes e afirma que, então, existiria uma crença generalizada de que a luz seria produzida "pelas vibrações de um sutil fluido etéreo que permearia todo o espaço" (J. H. Marcet, 1853a, p. 27). Em ambos os casos, a autora admite que seria mais útil estudar os efeitos provocados pela luz sobre outros corpos em lugar de buscar a sua natureza, propriamente dita. Verifica-se claramente nesses trechos um modo característico do pensamento químico do período, que envolvia a busca por explicações sustentadas por agentes fluidos como veículos das interações da matéria (Allchin, 1992, 1994; Oliosi, 2010).

A fosforescência aparece como um dos únicos exemplos citados por Marcet em que se admite o movimento da luz em caráter isolado. Esse fenômeno é explicado por uma junção transitória da luz em meio às partículas constituintes de corpos específicos, e o efeito era conhecidamente intensificado por misturas com enxofre ou fósforo. Dentre os casos citados há insetos como o vaga-lume, conchas de ostras, ossos de animais terrestres, calcário e outras combinações de terras. Após serem expostos ao Sol, esses

corpos teriam a propriedade de “se mostrar luminosos no escuro” (J. H. Marcet, 1817a, pp. 29–30).

Contrastando vários trechos do texto, verificam-se algumas contradições envolvendo os agentes imponderáveis. Se num momento são definidas como substâncias simples aquelas que se encontram combinadas unicamente ao calórico, em outro se afirma que não há um só corpo no qual não se possa detectar eletricidade (J. H. Marcet, 1853a, pp. 11, 220). No embate entre a luz e o calórico, embora em alguns momentos a autora se preocupe em distinguir esses dois fluidos como entidades separadas, há vários outros trechos que dão a entender a possibilidade de que a luz seja produzida pelo movimento do calórico.

> [...] pois se o processo [*de oxidação*] for lento, o calórico se desprende em pequenas quantidades, e de modo tão gradual, que ele não é capaz de produzir luz ou calor.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 74)

> Para concluir o tema do calórico livre, devo mencionar a *Ignição*, que é como se designa a emissão de luz produzida em corpos sob altas temperaturas, e que é o efeito do calórico acumulado.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 119, itálicos no original)

Fato é que a autora reconhece as dificuldades atreladas ao estudo desses corpos imponderáveis, e pequenas dúvidas que dariam margem a equívocos são repetidas vezes abordadas na sequência das falas.

> *Sra. B.* [...] Mas embora você não possa ver o gás oxigênio, acredito que não tenha dúvidas da sua presença, pois o efeito produzido por ele sobre o fio [*de ferro aquecido num recipiente contendo oxigênio puro*] foi suficientemente evidente.
>
> *Caroline.* Sim, de fato; mas a senhora sabe que foi o calórico do gás, e não propriamente o gás oxigênio, que tanto nos deslumbrou.
>
> *Sra. B.* Sua colocação não é totalmente correta ao dizer que o calórico as deslumbrou, pois o calórico é invisível; ele afeta apenas o sentido do tato; o que as ofuscou foi a luz.
>
> *Caroline.* Verdade; mas luz e calórico são companheiros tão leais que é difícil separá-los, mesmo em pensamento.
>
> *Sra. B.* Quanto mais fácil for a confusão entre eles, mais cuidadosa você deve ser ao fazer a distinção.
>
> (J. H. Marcet, 1832a, p. 206)

Na maior parte das ilustrações, entretanto, luz e calor são liberados em conjunto, e sem maiores detalhes sobre a sua origem. Um exemplo trazido pela personagem Emily envolve as misteriosas cartas escritas com fósforo, cuja escrita seria invisível quando exposta à luz do Sol, mas que se tornaria nítida e brilhante no escuro. Esse efeito é explicado pela Sra. B. em função de um lento processo de queima, que produziria ácido fosfórico pela combustão do fósforo em contato com o oxigênio, com consequente desprendimento de pequenas porções de luz e calórico (J. H. Marcet, 1809a, p. 108).

Marcet enfatiza que, apesar das dificuldades, luz e calor poderiam ser separados por alguns meios comuns. O vidro, por exemplo, seria muito mais permeável ao fluido luminoso que ao calórico (J. H. Marcet, 1853a, p. 55). Comentando experimentos em que W. Herschel (1738-1822) teria medido a intensidade de calor associada aos diferentes raios coloridos da luz após atravessar um prisma, a Sra. B. explica que o calórico seria menos refrangível que a luz, pois se detectava mais calor numa região próxima ao vermelho, mas um pouco deslocada para fora do espectro das cores visíveis. Uma das interessantes inferências atreladas a este experimento seria o fato dos raios de luz e de calor estarem submetidos às mesmas leis da óptica (J. H. Marcet, 1809a, pp. 22–25).

O desprendimento conjunto de luz e calórico é tipicamente vinculado à formação de chama nas combustões, mas a Sra. B. toma o cuidado de fazer notar que nem todos os combustíveis produzem chama quando postos para queimar. A chama, segundo o texto, seria um atributo exclusivo da combustão do gás hidrogênio (J. H. Marcet, 1809a, p. 93). Madeira, óleos e velas, por possuírem hidrogênio dentre os seus constituintes, queimariam com a formação de chama. Já o carvão ou os metais, embora liberassem grande quantidade de calor, queimariam sem a produção de chama.

Os processos de combustão são exaustivamente comentados em várias conversas do livro, e o que mais surpreende as alunas da Sra. B. é a conclusão de que o brilho e o calor associados à queima advêm da decomposição do oxigênio atmosférico, e não propriamente da madeira, carvão ou dos demais corpos combustíveis (J. H. Marcet, 1809a, p. 70). Essa percepção só parece ser desafiada quando, numa conversa sobre compostos metálicos usados na produção de pigmentos e tintas, a Sra. B. comenta que a luz produzida pela rápida queima de metais assume cores características dos seus óxidos. Longe de contrariar as sólidas teorias de combustão do período, esse efeito é

atribuído, “provavelmente”, a algumas partículas do metal que seriam volatizadas e carregadas pelo calórico desprendido no processo (J. H. Marcet, 1809a, p. 132).

A eletricidade

O capítulo sobre eletricidade é um dos que sofreram revisões mais significativas no texto ao longo do tempo, chegando a apresentar explicações aparentemente contraditórias na comparação entre a quinta edição e as posteriores. Em primeira análise, isso evidencia o caráter inovador das teorias sobre eletricidade no início do século XIX, mas também traz, novamente, suspeitas sobre a influência de fontes específicas no trabalho da autora, como discutiremos à frente.

Algo que chama a atenção se refere a uma tendência de unificação das teorias ligadas aos agentes imponderáveis. Enquanto, na década de 1810, Marcet destaca conjecturas de Davy assumindo que o calórico poderia ser na verdade um composto advindo da junção das duas formas de eletricidade, na década de 1850 são os trabalhos de Faraday que ganham destaque. Particularmente, trata-se aqui da tentativa de verificar se o fluido luminoso também não seria análogo ao elétrico, uma vez que já se tinha por estabelecida a noção de que eletricidade e magnetismo representavam manifestações distintas de um único agente.

A esse respeito, é importante considerar que Humphry Davy defendeu diferentes interpretações sobre a natureza dos agentes imponderáveis ao longo da sua carreira. Em suas primeiras comunicações, de 1799, ele aceitava uma visão corpuscular da luz, mas rejeitava a existência material do calor, interpretando-o como resultante de um “movimento repulsivo característico das partículas dos corpos” (H. Davy, 1839a, p. 26). Poucos anos depois, o próprio Davy se referiu com descaso a esse seu ensaio. Em 1802, como ficou registrado no roteiro de um ciclo de palestras sobre a química conduzido na *Royal Institution*, o filósofo já admitia que as interpretações de Herschel e Pictet permitiam conciliar a existência material do calórico com a sua produção por fricção. Para isso, admitia-se a existência de um “meio etéreo” com propriedades elásticas preenchendo todo o espaço e penetrando os poros dos corpos comuns (H. Davy, 1839b, p. 391). O calor seria resultado de ondulações particulares desse meio etéreo, que tanto poderiam ser provocadas pelo movimento vibratório das partículas quanto poderiam agir sobre elas, sendo a causa desse movimento. Nessa palestra, Davy adota um tom

mais moderado e se refere aos agentes calórico, luz, eletricidade e galvanismo como "as causas obscuras de certos efeitos, que formam uma interessante parte da ciência química" (H. Davy, 1839b, p. 386). Por fim, a noção do calor – e também da luz – como um composto formado pela junção dos componentes elétricos aparece na sua primeira palestra Bakeriana, lida em reunião da *Royal Society* em novembro de 1806. A ideia foi derivada de um argumento central da palestra, de que as afinidades químicas entre os constituintes de compostos se dariam por interações de natureza elétrica das partículas (H. Davy, 1807, pp. 39–44).

Já em relação a Faraday, parte significativa do seu trabalho na *Royal Institution* se deu em busca de fatos experimentais que permitissem atribuir uma origem comum às diferentes forças que agem sobre a matéria. Em particular, Jane Marcet valoriza os estudos de Faraday sobre a possibilidade de interferência sobre o plano de polarização da luz por meio do magnetismo, no que ficou posteriormente conhecido como efeito Faraday (Faraday, 1846).

> Emily. É a união das duas eletricidades que produz a faísca elétrica?
>
> Sra. B. Sim, e creio que tenha sido essa a circunstância que ocasionou o juízo de Sir H. Davy de que o calórico talvez seja um composto das duas eletricidades.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 175)

> [...] o Sr. Faraday tem se ocupado, muito recentemente, da investigação mais profunda deste tema. Seus experimentos foram conduzidos com a intenção de descobrir se a luz não poderia também ser da mesma natureza que o magnetismo e a eletricidade; e embora os resultados ainda não o permitam afirmar que luz, magnetismo e eletricidade são exatamente o mesmo, somos levados a esperar que este se provará o resultado final de suas pesquisas.
>
> (J. H. Marcet, 1853a, pp. 188–189)

Em nossa tentativa de acessar a química do passado por meio de obras de divulgação, as ideias sobre a eletricidade são, certamente, as que colocam maiores desafios para a reconstrução histórica do pensamento químico no início do século XIX. Nas edições consultadas, as revisões mais radicais de conceitos normalmente envolvem a eletricidade.

Enquanto na primeira edição não se faz qualquer menção à natureza elétrica da matéria, na quinta praticamente tudo remete a este tema, e a atração entre as eletricidades negativa e positiva é explorada na explicação dos fenômenos mais

fundamentais da química. Sugere-se que a reatividade do oxigênio, utilizada como princípio para classificação de todos os demais corpos elementares, se daria em função de ser ele, o oxigênio,

> [...] o único corpo simples naturalmente combinado com eletricidade negativa. Em todos os outros elementos, a eletricidade positiva prevalece, e todos eles têm, consequentemente, uma atração pelo oxigênio.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 185)

Nesta quinta edição, a luz e o calor liberados na combustão são tratados como o resultado da junção da eletricidade negativa (do oxigênio) com a positiva (dos corpos combustíveis) (J. H. Marcet, 1817a, p. 189). O mesmo se aplica ao calor gerado pela união de ácidos e bases (J. H. Marcet, 1817b, p. 93). E é notável que esse tipo de argumento simplesmente desapareça nas edições posteriores que foram consultadas. Nestas, percebe-se o poder explicativo dos fluidos elétricos muito mais restrito aos fenômenos que envolviam a bateria voltaica e sua ação sobre os corpos, principalmente como via de decomposição (J. H. Marcet, 1832a, 1853a).

Seguindo essa lógica que coloca o oxigênio como princípio portador da eletricidade negativa, o caráter mais positivo ou mais negativo das substâncias compostas dependeria, basicamente, do seu grau de oxidação. Esse balanço dos fluidos elétricos nos compostos também orientaria o efeito produzido sobre eles pela bateria voltaica, como ilustraremos na sequência para o caso da decomposição da água.

Antes do estabelecimento dos termos eletrólise, cátodo ou ânodo (Ross, 1961), o processo de decomposição da água por ação da bateria voltaica era explicado por Marcet do seguinte modo: numa bateria formada por pares de placas intercalando cobre e zinco, o terminal de cobre forneceria a eletricidade positiva, e o de zinco, a negativa (J. H. Marcet, 1817a, p. 174); ao introduzir esses dois terminais num frasco com água, o fio positivo atrairia o oxigênio da água, devido à natureza eletricamente negativa deste constituinte. Ao abastecer o oxigênio com uma fonte de eletricidade positiva, seria enfraquecida a interação de composição que mantém os dois constituintes da água combinados, liberando o hidrogênio em seu estado gasoso, que seria percebido na forma de pequenas bolhas formadas sobre o fio positivo do sistema. No fio negativo ocorreria o inverso, com a atração elétrica do hidrogênio promovendo a saída do gás oxigênio neste polo (J. H. Marcet, 1817a, pp. 221–222).

É particularmente curioso notar como a revisão das edições posteriores chega a inverter os polos de produção de cada gás no circuito que promove a decomposição da água. Tanto na décima segunda quanto na última edição do texto, as explicações baseadas na troca de fluidos elétricos perdem muito do destaque que alcançaram na década de 1810, chegando a desaparecer de várias conversas do texto. Na última edição, a autora se limita a pontuar que

> Cada fio decompõe a água; o positivo atraindo seu oxigênio, o negativo atraindo seu hidrogênio. [...] As duas partes componentes da água, que, sendo separadas uma da outra e libertadas, surgem na forma de pequenas bolhas de gás ou ar; o oxigênio no fio positivo e o hidrogênio no fio negativo.
> (J. H. Marcet, 1853a, p. 226)

É de se estranhar essa inversão dos gases produzidos em cada polo da bateria, uma vez que continua-se tomando o cobre como terminal positivo (J. H. Marcet, 1853a, p. 181) e que as duas edições trazem considerações adicionais sobre o reconhecimento dos gases coletados em cada fio, incluindo sua proporção em volume e as diferentes reatividades[14].

Na primeira edição, que não faz qualquer menção à eletricidade, a decomposição da água é promovida pela ação de metais, que se combinariam ao oxigênio da água formando óxidos sólidos. Essa passagem do oxigênio de uma condição líquida para o estado sólido liberaria calórico suficiente para promover o hidrogênio à condição gasosa, justificando as bolhas formadas na superfície do metal. No exemplo dado, utilizam-se limalhas de ferro, mas esse processo exige a adição de um pouco de ácido sulfúrico que, na explicação de Marcet, serviria apenas para expor a superfície do metal e facilitar seu contato com a água a ser decomposta (J. H. Marcet, 1809a, p. 86).

Como já sugerimos ao observar outros exemplos, essa supervalorização dos fenômenos elétricos verificada na quinta edição do texto de Marcet parece testemunhar em favor do real fascínio que Davy exercia sobre seu público nas primeiras décadas do século XIX. A firmeza com a qual a autora se agarrou às novas teorias elétricas foi motivo

[14] Nos termos da química atual, a eletrólise da água promove a formação de gás hidrogênio no polo negativo do circuito elétrico, enquanto o gás oxigênio é liberado no polo positivo. No entanto, o conjunto de teorias empregado atualmente nessa interpretação não admite paralelo com as explicações de Jane Marcet. Basta considerar que hoje adotamos a ideia de um único componente elétrico, formado por partículas de carga negativa que percorreriam o circuito. Numa pilha formada por pares metálicos de cobre e zinco, o cobre representaria o polo positivo devido a este metal apresentar maior potencial de redução. O zinco, portanto, atuaria como polo negativo.

de ressalvas por parte dos editores que cuidavam das edições americanas do livro, e, a partir de 1822, algumas dessas edições começaram a vir acrescidas de um anúncio advertindo que

> [...] As brilhantes descobertas de Sir Humphry Davy, assim como sua reconhecida eminência como Filósofo Químico parece, em muitos casos, ter conferido às suas opiniões uma autoridade que, no parecer da escritora, substituiu maiores investigações. De fato, por vezes são retiradas inferências destas opiniões que elas dificilmente justificam.
>
> (J. H. Marcet & Comstock, 1822, p. iii)

Vários estudos históricos dão conta da popularidade das palestras proferidas por Davy na *Royal Institution*, e a própria Jane Marcet, que era frequentadora destes eventos, não esconde sua admiração pelo trabalho deste notável químico. Na edição de 1817 de *Conversations on Chemistry*, há não menos que quarenta e cinco referências ao trabalho de Davy. Nas demais edições, esse número é sensivelmente reduzido, embora permaneça o nome mais recorrente dentre os autores citados. Fato é que Marcet não hesita em relatar conjecturas de Davy, assim como as ilustrações que ele conduzia no auditório principal da *Royal Institution*.

> Quando Sir H. Davy voltou inicialmente a sua atenção para os efeitos da bateria Voltaica, ele testou seu poder sobre vários corpos compostos, e gradualmente trouxe à luz uma quantidade de novos e interessantes fatos, que apontaram o caminho para descobertas mais importantes. [...]
>
> A facilidade com que corpos compostos se renderam à eletricidade Voltaica o induziu a testar seus efeitos sobre substâncias até então consideradas como simples, mas as quais ele suspeitava serem compostas, e suas pesquisas foram logo coroadas com o mais íntegro sucesso.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 356)

Depois de discutir os sucessos de Davy na decomposição dos álcalis que levaram ao isolamento dos novos metais, sódio e potássio (Buci, 2012), e a sequência de suas pesquisas com a base da amônia e as terras sob a suspeita de serem, também, corpos compostos, Marcet se vê obrigada a reconhecer os méritos de outros pesquisadores, como os franceses Thenard (1777-1857) e Gay Lussac (1778-1850), que desenvolveram métodos para isolar quantidades maiores de potássio sem a necessidade do uso de eletricidade. Ainda assim, a autora conclui no mesmo tom de enaltecimento ao trabalho individual de Davy.

> Assim, no curso de dois anos, pelo esforço sem paralelo de um único indivíduo, a ciência química assumiu uma nova aparência. Foram trazidos à luz corpos que o olho humano nunca observara antes, e que poderiam ter permanecido eternamente ocultos sob seu disfarce impenetrável.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 365)

> Nas análises químicas, nós agora possuímos agentes de decomposição mais energéticos do que jamais se teve notícia.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 366)

Dada a enorme relevância que a obra atribui aos processos de decomposição na formulação do conhecimento químico sobre a matéria, reconhecemos nos agentes imponderáveis um dos nós fundamentais que interligam uma complexa rede de teorias químicas do período.

Os imponderáveis segundo Parkes

Se optássemos por apresentar os agentes imponderáveis a partir das explicações contidas no catecismo químico de Samuel Parkes, não encontraríamos argumentos substancialmente diferentes dos apresentados por Marcet. Contudo, devido ao estilo mais duro e direto da escrita de Parkes, algumas afirmações chamam a atenção pelo seu impacto. Por exemplo, a partir da oitava edição da obra, a condição imponderável é colocada, sem maiores explicações, ao lado dos estados sólido, líquido e aeriforme da matéria.

> *Quais são os diferentes estados dos corpos naturais?*
>
> A matéria que constitui este mundo inferior é usualmente dividida pelos escritores da filosofia em quatro classes, a saber: sólido, liquido, aeriforme e imponderável.
>
> (Parkes, 1818, p. 20)

Calórico, luz, eletricidade e magnetismo são explicitamente apresentados como elementos imponderáveis, mas apenas o primeiro destes recebe um capítulo no texto. Os demais agentes são majoritariamente abordados nas notas de rodapé, e o autor se justifica dizendo que o estudo mais profundo da natureza desses corpos vai além da introdução à química que se deseja propor na parte principal do texto.

> Aqueles que queiram entender mais profundamente todas as propriedades conhecidas da luz, tais como a refração, reflexão, inflexão dos seus raios etc. podem consultar a Óptica de Newton, o *System of Chemical Knowledge* de

> Fourcroy, e os vários artigos de Herschel e do Conde Rumford nas *Philosophical Transactions*.
>
> (Parkes, 1810a, p. 385, nota de rodapé)

> O Professor Oërsted, de Copenhagen, fez várias descobertas importantes a respeito da conexão que subjaz entre eletricidade e magnetismo. Como os detalhes destes experimentos eletromagnéticos seriam inconvenientes neste trabalho à conta da sua extensão, me vejo obrigado a encaminhar o leitor ao *Journal of Science*, aos *Annals of Philosophy*, às *Philosophical Transactions* de 1821, e ao vol. xv dos *Annales de Chimie et Physique*.
>
> (Parkes, 1826, p. 407, nota de rodapé)

Algo de curioso em relação aos agentes imponderáveis é notado na definição dada por Parkes ao flogístico, apresentado no índice da obra como "um antigo nome químico para uma substância imaginária" (Parkes, 1826, p. 541). Já o calórico, por sua vez, seria "o nome dado pelos químicos modernos ao fogo, ou à matéria do calor", frisando a distinção entre este agente causal e o seu efeito, a sensação de calor (Parkes, 1807, p. 67, 1826, pp. 49–50). Percebe-se nos diferentes modos do autor se referir a esses dois agentes uma crença na superação de ideias, que retira a materialidade daquilo que era parte de uma teoria ultrapassada, mas não coloca dúvidas sobre a teoria vigente.

Enquanto a primeira edição lista apenas o Sol, a combustão, a percussão, a fricção e a mistura de substâncias diferentes como fontes conhecidas de calórico, a quarta edição da obra acrescenta a eletricidade e o galvanismo como uma sexta via de obtenção deste agente imponderável (Parkes, 1807, p. 62, 1810a, p. 70). Da mesma forma como se notou no texto de Marcet, essa percepção pode ser tomada por indício de como o trabalho de Davy com a eletricidade exerceu forte influência sobre as revisões do *Chemical Catechism*. O próprio autor reconhecia essa influência e utilizava o nome de Davy como propaganda para anunciar as novas edições da obra.

> Esta é a única Obra Elementar de Química que contém um relato completo das interessantíssimas e verdadeiramente importantes novas descobertas do Sr. Davy, e que é inteiramente adaptada à situação atual do Conhecimento Químico. Vários elogios à obra podem ser conferidos nas diversas revistas e outras publicações periódicas.
>
> (Parkes, 1808b)

Talvez caiba notar que este furor em torno do trabalho e das descobertas de Humphry Davy não contaminou apenas o discurso dos divulgadores da ciência. Reflexos desta influência podem ser encontrados também nos editoriais de periódicos mais

especializados como o *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, editado por W. Nicholson, que inclusive publicavam notas de reconhecimento emitidas por Instituições estrangeiras. A proeminência das ideias de Davy sobre a filosofia química não o acompanharam até o fim da vida, mas ao menos nas duas primeiras décadas do século XIX, "todos eram Davynianos" (Knight, 1998, p. 2).

> As principais descobertas na ciência química são aquelas introduzidas pelo Sr. Davy e que têm sido seguidas na França sobretudo pelos Srs. Gay-Lussac e Thenard.
>
> (French National Institute, 1809, p. 70)

A combustão é abordada por Parkes nos mesmos termos que vimos em Marcet, como um mecanismo de decomposição do oxigênio atmosférico, causando a absorção da base deste gás em paralelo à liberação do seu calórico sob a forma de calor sensível (Parkes, 1807, p. 240). Contudo, este capítulo do catecismo traz uma interessante sequência de considerações sobre a luz, com a conclusão de que o brilho emitido pelos processos de queima advém da presença do elemento luminoso em meio aos constituintes dos corpos combustíveis. De acordo com o autor, a matéria luminosa é constantemente fornecida pelo Sol, mas também pode ser encontrada em combinação com vários corpos terrestres. Parkes conclui ser "evidente que grande parte da luz venha dos combustíveis, devido à cor da luz geralmente variar de acordo com a natureza do combustível" (Parkes, 1807, p. 245, nota de rodapé).

Considerando as várias edições das duas obras de divulgação, percebe-se que o texto de Marcet propõe um contato mais profundo entre o público iniciante e os conceitos da química. Esta abrangência talvez seja superada pelas volumosas notas de rodapé que preenchem as páginas do catecismo de Parkes, mas estas não se dirigem propriamente aos jovens que compõem o público alvo do texto principal, servindo mais como referência para outras fontes que poderiam ser acessadas pelos tutores acompanhando o estudo da obra. Ainda assim, as duas abordagens deixam claro que os agentes imponderáveis desempenhavam um papel central no pensamento químico do período, e que se interligavam a uma rede coerente de teorias capaz de interpretar uma infinidade de fenômenos naturais com base na interação de corpos materiais.

No próximo tópico, tentaremos delimitar alguns aspectos essenciais da química divulgada no início do século XIX e, para isso, destacaremos outras características comuns verificadas nos textos de Parkes e Marcet.

Aspectos essenciais da química divulgada

A comparação entre as obras apresentadas até aqui permite destacar alguns aspectos comuns que, pela recorrência, nos ajudam a delinear uma imagem pública da química divulgada no período e no local que temos estudado.

Conhecimento prático e aplicado

O primeiro desses aspectos seria a vinculação direta da química à resolução de problemas práticos e importantes, indo desde a esfera cotidiana da vida das pessoas até o aprimoramento das profissões e os negócios do Império.

Em Parkes, essa visão utilitária remete ao próprio histórico do autor, que se estabeleceu em Londres como químico de preparações e gozou de ascensão social prestando consultorias em matérias técnicas e litígios nos quais a química poderia contribuir com melhorias ou esclarecimentos. Como vimos no breve relato biográfico apresentado neste trabalho, assim como na descrição do seu catecismo, Parkes valorizava uma abordagem metódica que, nos negócios, se expressaria no melhor aproveitamento de matérias-primas, além do controle sobre as proporções e a pureza de cada componente num processo, que contribuiria para o melhor rendimento das diversas manufaturas. Na visão do autor, tanto a lógica quanto as práticas contidas neste ideal seriam fortemente incentivadas por uma formação em química.

> Se considerarmos as MANUFATURAS do reino, não há uma sequer que goze de alguma importância e que não dependa da química para o seu estabelecimento e aprimoramento, ou para a sua prática com sucesso e proveito.
>
> (Parkes, 1826, p. 5, grifo no original)

> Em seu estado puro, a cal é usada em muitas artes, particularmente na fabricação de argamassa para construções. Ela é empregada pelos agricultores como adubo; também pelos alvejantes, curtidores, confeiteiros, fabricantes de sabão, ferreiros e outros em suas várias produções, e na medicina.
>
> (Parkes, 1826, p. 113)

Em Marcet, as contribuições da química sobre adventos e descobertas contemporâneas são ressaltadas nos anúncios que precedem o prefácio de cada edição. Na quinta, de 1817, a autora antecipa ao leitor a inclusão de conversas sobre

importantes aplicações da química, como as lâmpadas a gás, com potencial para iluminação pública das cidades, e a lâmpada de Davy, rapidamente incorporada na mineração por questões de economia e segurança (J. H. Marcet, 1817a, pp. iii, 240–250). Na décima edição surge um novo capítulo dedicado à máquina a vapor e na décima sexta são as aplicações da química sobre a agricultura que se desenvolvem numa nova conversa (J. H. Marcet, 1853a).

A sequência de falas reproduzida abaixo permanece inalterada em todas as edições de *Conversations on Chemistry*, e ilustra como, logo nas primeiras páginas, a utilidade é usada como instrumento de persuasão da autora para justificar o estudo da química.

> *Emily.* Mas eu não entendo de que modo a química pode facilitar o trabalho; este não é mais propriamente o campo da mecânica?
>
> *Sra. B.* Há muitas formas pelas quais o trabalho pode ser facilitado, independentemente da mecânica; mas mesmo a máquina mais extraordinária em seu propósito, a máquina a vapor, não pode ser compreendida sem o auxílio da química. Em agricultura, um conhecimento químico sobre a natureza do solo e da vegetação é muito útil; e nas artes que se ligam ao conforto e às conveniências da vida, seria interminável enumerar os proveitos que resultam do estudo desta ciência.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 3)

Ciclos de decomposição e síntese

Um segundo aspecto que aproxima a abordagem da química proposta nos dois textos se refere à grande valorização dos processos de decomposição e síntese como vias para a compreensão química dos corpos.

> É muito menos árduo decompor corpos e descobrir de quais materiais eles são feitos do que os recompor. O primeiro desses processos se chama *análise* e o segundo, *síntese*. Quando somos capazes de precisar a natureza de uma substância por meio destes dois métodos, de tal modo que o resultado de um confirma o do outro, alcançamos o mais profundo conhecimento que nos é possível acerca dessa substância.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 114, itálicos no original)

Os autores entram em consenso com relação a esse aspecto da química e frequentemente recorrem a ciclos de decomposição e síntese como critério final na verificação da natureza dos corpos estudados. Dentre muitos exemplos possíveis, em Marcet destacamos essa lógica na seguinte passagem:

> Sra. B. [...] Um terceiro método para decompor o ácido bórico consistia na queima de potássio em contato com ele, sob vácuo. O potássio atrai o oxigênio do ácido, deixando sua base num estado separado.
>
> Eu mostrarei a vocês a recomposição deste ácido pela queima de um pouco da sua base, que vocês veem aqui, numa retorta cheia de gás oxigênio. O calor de uma vela é tudo o que se requer para esta combustão.
>
> [...] O resultado desta combustão é o ácido bórico, cuja natureza, vocês percebem, é comprovada tanto por meios analíticos quanto sintéticos.
>
> (J. H. Marcet, 1832b, pp. 123–124)

E de Parkes, extraímos um exemplo mais simples:

> *Já se descobriu algum método para compor água partindo de uma mistura de oxigênio e hidrogênio?*
>
> Sim: há várias maneiras de fazê-lo; tanto que a composição deste fluido é hoje determinada sem sombra de dúvida.
>
> (Parkes, 1810a, p. 105)

De acordo com as leis de atração explicitadas nos dois textos, toda a matéria que possui massa estaria submetida apenas às forças atrativas de coesão e de composição. Assim, a separação de dois constituintes numa substância dependeria sempre do contato com um terceiro agente, que apresentasse maior afinidade por um dos corpos inicialmente combinados. Nota-se que esse mecanismo típico de deslocamento põe em xeque o próprio conceito de decomposição, já que não se trata efetivamente da separação dos dois constituintes, mas do isolamento de apenas um deles mediante nova combinação do outro.

Esse paradoxo já estava posto na química francesa do século XVIII, sendo expresso no seguinte axioma proposto por Macquer (1718-1784):

> Quanto mais simples são as substâncias, mais sensíveis e consideráveis são suas afinidades; donde se segue que, quanto menos compostos são os corpos, mais difícil é a realização da sua análise, isto é, de separar um do outro os princípios que os compõem.
>
> (Macquer, 1749, p. 22)

Bachelard descreve como, nos séculos XVII e XVIII, a concepção de decomposição era motivo de controvérsias filosóficas, justamente porque a separação de constituintes que se dá pela ação das afinidades químicas, invariavelmente geraria novas misturas e combinações. Numa leitura possível, isso reforça a importância dos agentes

imponderáveis, pois, diferente dos constituintes comuns da matéria, que sofreriam apenas forças atrativas, as partículas de calórico estariam submetidas à mútua repulsão, possibilitando uma espécie de via mais "limpa" para a decomposição.

Na análise posterior de Bachelard, os imponderáveis constituíam um obstáculo que precisava ser superado em prol do desenvolvimento da química, e a valorização das medidas de massa seria o caminho para isso (Bachelard, 2009, p. 44). Contudo, as evidências históricas têm demonstrado que estes agentes permeavam o pensamento de muitos químicos do período (Oliosi, 2010), e as obras de divulgação que temos analisado dão conta de que essas ideias permaneceram influentes ainda por muito tempo. A este respeito, há registros do próprio Humphry Davy em defesa dessas "substâncias etéreas", cujos poderes e efeitos poderiam testemunhar contra as teses da nova filosofia química francesa (Buci, 2012, pp. 78–79). Como veremos no próximo capítulo desta tese, ao considerar o trabalho de William Prout, em textos da década de 1830 ainda encontramos uma química fortemente apoiada nos fluidos imponderáveis.

Apelo sensorial dos experimentos

O terceiro aspecto comum das obras remete ao forte apelo sensorial que a química despertaria no público por meio dos seus experimentos. Como vimos, no catecismo de Parkes, os experimentos permeiam muitas das notas de rodapé como sugestões aos tutores de como tornar evidentes, aos olhos dos seus pupilos, as conclusões e dogmas apontados na parte catequética. Os experimentos são tratados por Parkes como uma via segura para se alcançar as verdades da Natureza, em oposição aos sofismas e à retórica, que poderiam enganar a mente não treinada (Parkes, 1810a, p. 22).

> [*A detonação de nitratos*] *pode ser demonstrada* ao se aquecer um pouco de salitre num cadinho e jogar carvão em pó sobre ele [...]
>
> (Parkes, 1826, p. 192, nota de rodapé, itálicos nossos)

> [*O calórico de fluidez dos líquidos*] *pode ser evidenciado* pelos notáveis experimentos a seguir: Se quatro partes de ácido sulfúrico e uma parte de gelo, ambos à temperatura de 32°, forem misturadas, o gelo derrete instantaneamente e a temperatura da mistura sobe para 212° [...]
>
> (Parkes, 1812a, p. 84, nota de rodapé, itálicos nossos)

Em Marcet, por sua vez, a valorização dos experimentos se inicia já no subtítulo da obra e segue constante ao longo de toda a abordagem proposta, seja pela realização

prática, simulada nas falas das personagens, ou pela simples descrição que a Sra. B. faz de demonstrações executadas pelos muitos filósofos mencionados nas conversas.

O título completo do livro de Marcet é *Conversations on Chemistry: in which the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments*. De fato, ele cumpre com a sua proposta de expor os princípios da química de modo simples e fazendo uso de várias ilustrações experimentais. Entretanto, alguns fenômenos curiosos e ainda não explicados também aparecem no texto, pelo simples prazer inquietante que deriva da sua visualização.

> Se vocês colocarem um pequeno pedaço de cânfora numa bacia de água pura, ele imediatamente começará a se mover em círculos com grande rapidez; mas se vocês deixarem derramar uma única gota de qualquer fluido odorífero na bacia, isto fará cessar instantaneamente o movimento. Vocês podem testar este experimento muito simples quando quiserem, mas não esperem que eu possa explicar esse fenômeno, pois ainda não há nenhum avanço satisfatório para este esclarecimento.
>
> (J. H. Marcet, 1853b, p. 182)

Algo curioso que decorre desse apelo à percepção sensorial é o grau de risco associado a alguns dos experimentos propostos nas duas obras analisadas. O leitor moderno pode se espantar ao ler sugestões de que crianças adicionem pedaços de cobre a ácido nítrico sem maiores considerações sobre o perigo dos gases emitidos neste processo, ou que mergulhem as mãos em frascos cheios de mercúrio apenas para que percebam a sensação de frio (J. H. Marcet, 1853a, pp. 17, 74). O mesmo espanto surge frente a vários dos "Experimentos educativos" propostos por Parkes ao final do seu *Chemical Catechism*[15].

> 75. Se uma colherada de álcool genuíno e um pouco de ácido borácico forem misturados numa xícara de chá e então forem acesos, eles produzirão uma belíssima chama esverdeada.
>
> (Parkes, 1826, p. 499)

> 114. Se qualquer parte do corpo for esfregada com fósforo líquido, ou éter fosforado, numa sala escura, aquela parte parecerá estar em chamas, sem produzir qualquer sensação de calor ou efeito perigoso.
>
> (Parkes, 1826, p. 505)

[15] Com estes exemplos não queremos dizer que os autores colocavam, deliberadamente, a segurança em segundo plano, mas que o desconhecimento de aspectos toxicológicos ligados à manipulação de alguns materiais, paradoxalmente, favorecia uma percepção sensorial bastante atrativa da química.

Os riscos associados à condução de muitos destes experimentos geraram críticas nas resenhas publicadas em periódicos da época. No entanto, o brilho, as explosões, os cheiros e as cores produzidas pela química eram, conhecidamente, um dos motivos que atraíam a atenção do público, seja nos livros, nas palestras ou em qualquer das frentes de divulgação desta ciência. A esse respeito, o historiador da ciência David Knight fala com boa dose de nostalgia sobre um período no qual aproximar-se da química era algo vibrante, embora reconheça que esses métodos não são mais compatíveis com as nossas políticas de preservação da saúde e segurança (Knight, 2007, p. 125).

Teologia natural

Por fim, um último aspecto de destaque nas obras envolve o que se chamava de teologia natural. À época, era usual a distinção entre os termos "religião revelada" e "religião natural" como formas complementares de apreciar a existência e os atributos de um Deus criador (Anônimo, 1836, p. 387). A religião revelada seria aquela em que as verdades teológicas são trazidas aos homens por meio de aparições reconhecidas pela tradição cristã, além da palavra registrada nas escrituras sagradas. Já a religião natural buscaria identificar na criação, isto é, no estudo sistemático do mundo natural, as marcas que permitiriam concluir a necessária existência desse Deus[16]. Sob essa perspectiva, as investigações conduzidas nos diferentes ramos da filosofia natural podiam ser entendidas como vias para ampliar nossa percepção da sabedoria do Criador (Knight, 2004b; Paley, 1802/2006).

No discurso dos divulgadores, essa inteligência divina se revelaria tanto na ideia de que as propriedades e a interação dos corpos naturais seriam regidas por um conjunto simples de leis, quanto nos casos anômalos, em que uma substância particular parecia romper com essas leis em favorecimento da vida na Terra.

Entre as leis gerais da Natureza consta a própria noção de que todos os corpos naturais seriam formados por um conjunto pequeno de entidades elementares que, por sua vez, se combinariam em diferentes proporções gerando todos os materiais com suas qualidades específicas.

[16] Na filosofia da religião, a distinção entre religião natural e revelada remete às três classes de argumentos que visam demonstrar a existência de Deus, o argumento cosmológico, o teleológico e o ontológico (Eddy & Knight, 2006, p. xvii).

> Se cada substância individual fosse formada de diferentes materiais, o estudo da química seria, de fato, interminável; mas deve-se notar que os vários corpos na natureza são compostos de certos princípios elementares, que não são muito numerosos.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 4)

Outro exemplo destacado nas duas obras remete à providencial integração dos reinos mineral, vegetal e animal. Em última análise, todos os corpos pertencentes a estes três reinos seriam formados pelos mesmos princípios, mas a graça divina fez com que os produtos e excreções de um servissem como nutrientes ao outro, em ciclos que permitem o contínuo reaproveitamento dos constituintes da matéria.

> O Reino Vegetal pode ser considerado como o elo que une a criação mineral e animal numa cadeia comum de seres; pois é somente por meio da vegetação que as substâncias minerais são introduzidas no sistema animal [...] Nós tentaríamos em vão retirar nosso alimento a partir do carbono, hidrogênio e oxigênio, tanto em seus estados isolados, como combinados dentro do reino mineral; pois é somente a partir da sua união em combinações vegetais que eles se tornam capazes de prover nossa nutrição.
>
> (J. H. Marcet, 1809a, p. 272)

Essa integração é particularmente enfatizada pelos autores quando abordam a complementaridade dos processos de respiração animal e de liberação de gás oxigênio pelas plantas.

> *Sra. B.* [...] Aqui o reino vegetal novamente intervém; ele atrai e decompõe o ácido carbônico [*liberado na respiração*], retém o carbono para seus usos próprios e retorna o oxigênio para os nossos.
>
> *Caroline.* Isso é muito interessante! Eu desconheço uma ilustração mais bela da sabedoria que se exibe nas leis da natureza.
>
> (J. H. Marcet, 1817b, p. 264)

> A planta purifica o que o animal havia envenenado.
>
> (Parkes, 1807, p. 60, nota de rodapé)

> Quando ponderamos os vários processos da natureza e da arte, os quais concorrem com a respiração e a combustão ao privar a atmosfera do seu oxigênio; e que o ar atmosférico, ainda assim, contém a mesma proporção desta substância gasosa em todos os cantos do globo, não podemos atribuir a renovação a nada além de planejamento; e perceber nisso uma prova de que as leis da Natureza devem ser atribuídas não ao acaso, mas à infalível inteligência combinada com infinita bondade.
>
> (Parkes, 1807, pp. 60–61)

Em outras circunstâncias, a benevolência do Criador é encontrada no comportamento e nas propriedades específicas de algumas substâncias, como vimos no caso da água, que se torna menos densa com a perda de calórico e, assim, impede que os rios se congelem a partir do seu leito, o que impossibilitaria o degelo e a vida. O mesmo se aplica ao nitrogênio atmosférico, cuja inércia em termos de reatividade é vista como uma qualidade negativa, divinamente projetada para conter a violenta interação do oxigênio com os corpos combustíveis.

Muitos outros exemplos dessa teologia natural se encontram espalhados nas obras, principalmente no catecismo de Parkes, e enaltecem desde a má condutividade do ar até a imensa variedade de materiais encontrados em diferentes regiões da terra.

> *Caroline.* É um detalhe muito afortunado que o ar seja um mau condutor, pois ele tende a preservar o calor do corpo quando exposto ao frio.
>
> *Sra. B.* Este é um dos muitos benevolentes desígnios da Providência, para suavizar a inclemência das estações e tornar quase todos os ambientes habitáveis ao homem.
>
> (J. H. Marcet, 1817a, p. 78)

> Esta variedade [*de metais*] não deve ser atribuída ao acaso, pois é certamente resultado de sabedoria perfeita e planejamento. Estes metais diferem tanto uns dos outros em seus graus de dureza, brilho, coloração, elasticidade, fusibilidade, peso, maleabilidade, ductilidade e tenacidade, que a Natureza parece ter tido em vista todas as necessidades do homem, de modo que ela pudesse servir a todos os possíveis usos que a sua imaginação possa inventar, ou que as suas necessidades requeiram.
>
> (Parkes, 1826, p. 359)

Em nossa leitura, o conjunto dessas características constitui parte essencial da visão da química comunicada ao público na Inglaterra do início do século XIX. Em resumo, a química é uma ciência: 1) prática e aplicada na resolução de problemas das diversas esferas sociais; 2) que constrói seu conhecimento sobre os corpos pela via das decomposições e sínteses; 3) que atrai o interesse comum pelo forte estímulo sensorial dos seus experimentos e ilustrações; e 4) que revela indícios da sabedoria divina pela descoberta das leis gerais da Natureza e também das suas exceções.

Na sequência, aprofundaremos nossa leitura sobre a última das características identificadas nos textos ingleses de divulgação da química do início do século XIX – a teologia natural. Na tentativa de explicitar que o apelo religioso não era uma simples estratégia de discurso empregada por divulgadores, observaremos como William Prout,

um reconhecido homem da ciência, dirigiu sua abordagem sobre a química para não especialistas, numa obra de caráter assumidamente teológico e que fez parte de uma série de sucesso dentro do contexto estudado. No próximo capítulo, veremos como o posicionamento religioso de um pesquisador ou de uma sociedade pode influenciar o discurso da ciência em contextos específicos.

– Capítulo 3 –

Neste capítulo, apresentamos a obra *Chemistry, Meteorology and the function of Digestion, considered with reference to Natural Theology*, de William Prout (1834), como exemplo das relações entre o discurso da química e questões religiosas no início do século XIX.

A origem do livro remonta a uma herança, no valor de oito mil libras esterlinas, legada ao Presidente da *Royal Society* (*RS*) por ocasião da morte de Francis Henry Egerton (1756-1829), conde de *Bridgewater*. De acordo com o testamento, que foi bastante comentado nas notas obituárias dedicadas a Egerton, o presidente da *RS* assumiria a incumbência de repassar a referida soma ao autor ou aos autores por ele designados para a composição de trabalhos "Sobre o Poder, Sabedoria e Bondade de Deus manifestos na Criação" (Anônimo, 1829, p. 560). Tais obras deveriam ser ilustradas pela maior gama possível de argumentos, e algumas preferências do conde registradas em seu testamento incluíam: a variedade das criaturas pertencentes aos reinos animal, vegetal e mineral; a construção da mão humana; e a conversão da matéria – da condição não-viva para a viva – pelos efeitos da digestão.

O então presidente da *RS* era Davies Gilbert, e os registros da época contam que ele se aconselhou com representantes da Igreja e com os próprios testamenteiros do conde antes de se decidir pela repartição do valor entre vários autores (Gilbert, 1831).

O processo de escolha envolveu uma negociação difícil e cheia de controvérsias. Os requisitos para os potenciais autores envolviam: 1) reconhecimento da comunidade científica, sendo candidatos, preferencialmente, os membros da *RS*; 2) habilidade literária para escrever a um público educado mas não composto por especialistas; e 3) caráter devoto e ortodoxo em seu posicionamento religioso, assegurando que não escreveriam apenas em função do ganho financeiro envolvido (Brock, 1966, p. 173). Ao final, foram escolhidos sete membros da *RS* mais um teólogo, ficando cada um deles responsável pela produção de um dos volumes da série que seria conhecida como *The Bridgewater Treatises*. O Quadro 4 apresenta os títulos e autores de cada volume. Todos os textos são hoje de domínio público e se encontram disponíveis em bases digitais de pesquisa.

Título do Tratado	Autor	Ano
On the Power, Wisdom and Goodness of God as Manifested in the Adaptation of External Nature to the Moral and Intellectual Constitution of Man	Thomas Chalmers Professor de Teologia na Universidade de Edimburgo	1833
On the Adaptation of the External Nature to the Physical Condition of Man	John Kidd Professor de Medicina na Universidade de Oxford	1833
Astronomy and General Physics considered with reference to Natural Theology	William Whewell Membro do *Trinity College*, Cambridge	1833
The Hand: it's Mechanism and Vital Endowments as evincing Design	Charles Bell Médico, Professor de Anatomia e Cirurgia	1833
On Animal and Vegetable Physiology	Peter Mark Roget Professor de Fisiologia na *RI* e Secretário da *RS*	1834
On Geology and Mineralogy	William Buckland Professor de Geologia na Universidade de Oxford	1836
On the History, Habits and Instincts of Animals	William Kirby Entomologista, Clérigo da Igreja Anglicana	1835
Chemistry, Meteorology and the Function of Digestion considered with reference to Natural Theology	William Prout Médico, Membro do *Royal College of Physicians*	1834

Quadro 4 - Relação de títulos, autores e anos de publicação dos *Bridgewater Treatises*.

Embora caros, os tratados alcançaram grande circulação, registrando vendas da ordem de 60.000 exemplares entre as décadas de 1830 e 1850. De fato, o preço de cada volume era proibitivo às classes operárias e ia na contramão das publicações baratas que se tornaram amplamente difundidas no segundo quarto do século (Lightman, 2007; Topham, 1992, pp. 397–402)[17]. Assim, o alcance da coleção se deu, em grande parte, pela sua presença nas bibliotecas de Associações e Institutos dedicados à disseminação de saberes, tanto da filosofia natural quanto da teologia.

Questionando o uso dos tratados por grupos educacionais do período, como as Escolas Dominicais e os Institutos de Mecânica, Topham (1992) argumenta que o preço era compensado pela profundidade das abordagens. Assim, esses grupos valorizariam

[17] Os volumes de Whewell e Kidd eram os mais baratos da série, tendo suas primeiras edições vendidas ao preço final de 9 *shillings* e 6 *pence*. Já o tratado de geologia de Buckland, sob a justificativa das muitas e detalhadas ilustrações, custava 1 libra e 15 *shillings*. O texto de Prout era vendido por 15 *shillings*.

os volumes como tratados filosóficos acessíveis, que guardavam o mérito de serem assinados por autores de reconhecida competência em suas áreas, mostrando-se atualizados, mas sem se aprofundarem em questões muito técnicas ou específicas. Na leitura de Topham (1992, pp. 403–404), outro fator determinante foi o fato dos tratados serem considerados "seguros", no sentido de preservarem compromissos religiosos, políticos e sociais dessas comunidades.

Topham (1998) procedeu um estudo cuidadoso do circuito da comunicação dos *Bridgewater Treatises*, destacando que, apesar do preço, a série teve ampla circulação entre diversos grupos de leitores. Sobre os autores, afirma-se que eles não receberam uma encomenda suficientemente detalhada a ponto de tornar homogêneo o padrão das abordagens. Ainda assim, alguns aspectos comuns são perceptíveis, como o fato de nenhum dos autores ter dedicado seu tratado a uma exposição estrita da filosofia atrelada ao argumento do *design* na Natureza. Em vez disso, os textos se ocupam, prioritariamente, de apresentar os fundamentos de cada ramo da filosofia natural, valorizando ilustrações das instâncias em que o *design* apareça de forma mais evidente. As propostas também se aproximam na medida em que os autores as dirigem, claramente, para um público de não especialistas. Topham observa, ainda, que os autores planejaram seus textos pensando em alcançar diferentes níveis de leitura, apresentando as bases de suas áreas de investigação, mas também sugerindo rumos, além de novos dados e interpretações, aproveitando-se dos volumes para dar contribuições originais aos seus campos do conhecimento.

> [...] as ambiguidades inerentes aos *Bridgewater Treatises* são particularmente profundas: estas eram obras cujo gênero não poderia ser facilmente definido. Elas foram amplamente resenhadas tanto em periódicos religiosos quanto nos especializados, e foram lidas tanto por especialistas científicos quanto por leigos. No entanto, são precisamente essas ambiguidades que tornam os *Bridgewater Treatises* particularmente úteis para explorar o lugar da ciência na cultura mais ampla.
>
> (Topham, 1998, p. 239)

A proposta inicial do presidente da *RS* para o tratado envolvendo a química tinha foco nos agentes imponderáveis, e os possíveis autores seriam William Prout ou David Brewster (1781-1868). Historiadores que se debruçaram sobre os registros desse processo especulam que a escolha por Prout e a mudança no foco da obra se deveram às relações pessoais do autor, que era próximo de Gilbert e também de Roget –

secretário da *RS* e autor do *Bridgewater Treatise* sobre fisiologia animal e vegetal –, além de seu reconhecido interesse pelo tema da digestão, que fora explicitamente mencionado no testamento do conde de *Bridgewater* (Brock, 1966, pp. 168–169; Robson, 1990, p. 73). Para o estudo que apresentamos na sequência, foi considerada a primeira edição do tratado de Prout (1834).

William Prout e o oitavo *Bridgewater Treatise*

Prout é conhecido entre os químicos em função da hipótese que leva seu nome e que remete a uma suposta constituição comum de todos os elementos químicos, cujos pesos atômicos relativos seriam múltiplos do peso do hidrogênio (Glasstone, 1947). No entanto, sua atividade principal era a prática da medicina e, nesta área, tanto seus interesses quanto a trajetória que desenvolveu aproximam sua história à de outros médicos químicos do período, como foi o caso de Alexandre Marcet.

Prout veio de uma família humilde que vivia no condado de *Gloucestershire*, no interior da Inglaterra. Teve acesso à educação elementar até os treze anos e, no início da vida adulta, frequentou seminários ligados a duas Instituições religiosas, que lhe proporcionaram a formação mínima necessária para o ingresso em cursos universitários, incluindo rudimentos de grego e latim (Brock, 1965, p. 102).

Pouco mais de uma década depois de Alexandre Marcet, Prout também frequentou a Universidade de Edimburgo e, em seguida, se estabeleceu em Londres como médico e professor. Os dois chegaram a trabalhar juntos no *Guy's Hospital* por um curto período na década de 1810, e há registros da Instituição enaltecendo o trabalho de ambos que, junto a Wollaston e Yelloly, avançaram o conhecimento médico com pesquisas sobre cálculos e depósitos urinários, aprimorando diagnósticos e tratamentos (Bird, 1842).

A partir de 1813, Prout passou a atender os pacientes em seu próprio endereço, mas se manteve ativo como membro de sociedades filosóficas. Entre elas estavam a *Medico-Chirurgical Society*, o *Royal College of Physicians* e a *Royal Society*, que o elegeu, em 1819, mediante indicação escrita e assinada por Alexandre Marcet, e co-assinada por sete outros membros da Sociedade (Anônimo, 1850, p. 16).

Os registros biográficos enfatizam que Prout era um madrugador, e que conduzia suas pesquisas experimentais pela manhã, antes de começar o atendimento dos seus pacientes (Anônimo, 1850, p. 17; Brock, 1965, p. 124). Além das análises urinárias, seu

interesse por processos fisiológicos como a digestão e a respiração se desdobrou em pesquisas que incluíram: a quantificação do ácido carbônico emitido na respiração; a formação dos componentes do sangue a partir da digestão dos alimentos; a identificação do ácido muriático como responsável pela ação do suco gástrico; e a análise da composição de diversos compostos organizados, como açúcares, ácidos vegetais e a ureia (Prout, 1827). Prout também se dedicou a estudos meteorológicos, realizando medições da gravidade específica do ar e investindo significativamente na construção de equipamentos, como um barômetro que serviu de modelo ao que seria instalado na *Royal Society*, sob a sua supervisão. Para um relato detalhado dessas atividades, remetemos à biografia compilada por Brock (1965).

Em relação à sua hipótese unitária, os resultados que formalizam essa contribuição foram originalmente publicados sob anonimato, em dois artigos do periódico *Annals of Philosophy*, editado por Thomas Thomson. As conclusões de Prout se fundamentavam na comparação entre os pesos atômicos relativos, determinados para vários corpos elementares, e as suas respectivas gravidades específicas no estado gasoso. Prout tinha suas análises químicas orientadas pela doutrina das combinações volumétricas de Gay-Lussac e, no primeiro artigo, chegou a afirmar que, caso suas conclusões fossem verificadas por outros autores, lançar-se-ia "uma nova e interessante luz sobre toda a ciência da química" (Prout, 1815, p. 321).

O artigo se inicia sugerindo que o oxigênio e o azoto, no ar atmosférico, deveriam ser entendidos como constituintes de um composto químico, pois esta seria a única maneira de justificar sua distribuição em proporção fixa em todos os lugares ao redor do globo terrestre. Assumindo a gravidade específica do ar atmosférico como um padrão de valor unitário, Prout propôs um método para a determinação da gravidade específica do gás hidrogênio que não envolvia a sua medição direta, mas um cálculo derivado da sua presença em compostos como a amônia, por exemplo, em que este gás se combina com azoto na proporção de 3:1, em volume. Tomando emprestadas as medidas obtidas por Davy, Biot e outros contemporâneos para vários compostos, Prout adotou o valor de 0,0694 para a gravidade específica do gás hidrogênio, e notou que o mesmo método, aplicado a outras substâncias elementares, gerava resultados que eram (com razoáveis

aproximações) múltiplos inteiros deste valor (Prout, 1815)[18].

Esses cálculos, junto a uma série de tabelas que organizavam seus resultados, foram publicados na edição de novembro de 1815 do periódico de Thomson. Já em fevereiro do ano seguinte, uma errata corrigiria uma das tabelas e acrescentaria ao artigo a conclusão que ficou conhecida como hipótese de Prout. Chamando a atenção para os valores apresentados, Prout comparou o hidrogênio com a *hylé* (ὕλη) dos filósofos gregos, sugerindo que todos os outros elementos poderiam ser formados por diferentes porções combinadas desta matéria primeira, a *proto-hylé* (πρώτη ὕλη), ou hidrogênio (Prout, 1816, p. 113). A autoria da hipótese foi revelada ainda no ano de 1816, pelo editor do periódico (Thomson, 1816, p. 343).

Ao leitor com formação em química, é interessante ressaltar como os argumentos usados por Prout nesses artigos pressupunham teorias que hoje nos são familiares, mas que à época se encontravam longe de serem disseminadas entre os filósofos químicos. Entre elas destacamos a ideia de que volumes iguais de quaisquer gases, em condições definidas, encerram em si quantidades equivalentes de partículas, e também a aceitação de que substâncias simples como os gases hidrogênio e nitrogênio poderiam ser formadas por mais de um átomo, constituindo o que hoje chamamos de moléculas. A repercussão da hipótese foi detalhada por Glasstone (1947), que acompanhou as opiniões de vários químicos sobre o tema ao longo do século XIX e início do século XX. Em particular, cabe ainda destacar que o argumento de Prout influenciou o trabalho de muitos autores que se dedicaram às tentativas de classificação dos elementos químicos, incluindo os sistemas periódicos de Lothar Meyer e de Mendeleev (Gordin, 2012)[19].

De acordo com Brock (1965, p. 102), as pesquisas perderam espaço na rotina de Prout na década de 1830, e após a publicação do seu *Bridgewater Treatise* ele teria passado a se dedicar essencialmente à prática da medicina e à revisão dos seus livros.

Os registros encontrados fornecem poucas informações sobre a vida pessoal de Prout, e quase nada sobre as suas inclinações religiosas. Além de ter frequentado

---

[18] Os valores apresentados para as gravidades específicas, em relação à do gás hidrogênio, foram: carbono, 12; nitrogênio, 14; fósforo, 14; oxigênio, 16; enxofre, 16; cálcio, 20; sódio, 24; ferro, 28; zinco, 32; cloro, 36; potássio, 40; bário, 70 e: iodo, 124. Prout (1815) chama a atenção para o fato de todos os valores serem múltiplos de dois, sugerindo uma composição comum a todos os corpos elementares.

[19] Na década de 1870, Mendeleev tomava a hipótese de Prout como uma especulação refutada pela experiência ligada à quantificação precisa dos pesos atômicos. Ainda assim, no livro didático em que sistematizou sua tabela periódica, o autor se refere à hipótese como algo "muitíssimo importante, e que merece plenamente a atenção que tem sido dedicada a ela" (Mendeleev, 1891, p. 406).

seminários sob a tutela de homens da igreja antes de ingressar na faculdade de medicina, sabe-se que ele se casou com Agnes Adam (1793-1863), em 1814, e que um dos seus sete filhos, Thomas Jones Prout (1823-1909), se tornou clérigo e professor de culturas clássicas na *Christ Church*, pertencente à Universidade de Oxford. Assim, é difícil avaliar o quanto Prout cumpria com o terceiro dos requisitos colocados aos autores dos *Bridgewater Treatises*, isto é, o de manter caráter devoto e ortodoxo, que não lançasse dúvidas sobre suas intenções ao publicar um livro com enfoque teológico. Como veremos na sequência, ao detalhar o conteúdo do texto, são perceptíveis algumas inconsistências no argumento teológico apresentado por Prout, mas é inegável que uma visão vitalista se coloca como pano de fundo em toda a obra.

A química sob a ótica da teologia natural

O *Bridgewater Treatise* de Prout foi dividido em três partes, abordando a química, a meteorologia e a digestão em tomos separados, com cerca de 180 páginas cada um. O volume é dedicado a Davies Gilbert, que presidiu a *RS* entre 1827 e 1830, e que encaminhou a escolha dos autores para a série de tratados.

Prout sintetizou na introdução o que entendia como o argumento principal da teologia natural, a saber, "que o *design*, ou a adaptação de meios para um fim, existe na Natureza" (Prout, 1834, p. xxv). Tal argumento é apresentado na forma de um exemplo simples, que observa providência no fato de os animais serem perfeitamente adaptados às condições do ambiente em que vivem.

> Animais que vivem em climas frios foram munidos de uma cobertura de pele. O homem em tais climas se cobre com esta pele. Em ambos os casos, independente de qual tenha sido o fim ou o objetivo, ninguém pode negar que ao menos o efeito é precisamente o mesmo: o animal e o homem são igualmente protegidos do frio. Mas como o animal não cobriu a si mesmo, mas deve ter sido coberto por um outro; segue-se que, quem quer que tenha vestido o animal deve saber aquilo que o homem sabe, e deve ter raciocinado como o homem [...]
>
> O homem que se cobre com pele para se proteger do frio executa um ato direcionado a um certo fim; um ato de *design*. Assim, aquele que, direta ou indiretamente, fez com que o animal fosse revestido de pele para se proteger do frio deve ter, da mesma forma, executado um ato de *design*.
>
> Mas, dadas as circunstâncias, deve-se admitir que aquele que vestiu o animal tenha sido, também, o Criador do animal; e por extensão do argumento; o

> Criador do próprio homem – do universo. Além disso, o raciocínio que o Criador demonstrou ao vestir o animal, Ele concedeu espontaneamente ao homem, que é, assim, capaz de reconhecer o design do seu Criador.
>
> (Prout, 1834, pp. xxv–xxvi, itálicos no original)

De acordo com as explicações do autor, o argumento do *design* abrangeria ao menos três classes de objetos, sendo elas separadas pela capacidade do homem de identificar, pela razão, os meios e os fins envolvidos na obra do Criador.

A primeira classe se daria nas ocasiões em que a razão do homem se mostra capaz de acompanhar plenamente a razão evidenciada por Deus, isto é, quando são claros quais meios foram mobilizados para quais fins. Este é o caso da pele dos animais, que os protege do frio no exemplo inicial do autor, mas também estariam nesta classe vários fenômenos regidos pela noção de quantidade numérica, como os estudados pelo campo da mecânica.

A segunda classe de objetos incluiria os fenômenos dos quais o homem pode perceber apenas os estados inicial e final, sem enxergar uma descrição dos mecanismos ou dos meios pelos quais se alcançam aqueles fins. Segundo esse discurso preliminar de Prout, é a esta classe que pertenceriam todos os fenômenos estudados pela química.

Já a terceira classe seria aquela na qual tanto os meios de operação quanto os fins almejados pelo Criador escapam à razão do homem, permitindo-se, então, apenas a inferência de um necessário *design*. Prout cita como exemplos dessa categoria a existência das estrelas fixas, dos cometas e da vida organizada (Prout, 1834, p. xxvii).

Todas essas considerações sobre o argumento da teologia natural são rapidamente apresentadas na introdução do volume, e a partir desse ponto, o autor frisa que a intenção do tratado seria apenas de explicitar várias evidências de *design* perceptíveis nos objetos da criação, “deduzindo, a partir delas, a existência e os atributos do Criador” (Prout, 1834, p. xxviii).

Essa perspectiva de apresentar uma coleção de exemplos independentes enfatiza o caráter acumulativo do argumento do *design*. De acordo com William Paley (1802/2006, pp. 45–46), que foi autor de uma das principais obras de referência sobre teologia natural publicadas no período, a força do argumento não admitiria paralelo com uma corrente, que se quebra pela fraqueza de um único elo, mas com uma corda trançada por muitos fios individuais. Cada exemplo de *design* encontrado na Natureza

corresponderia a um fio e, assim, se algum deles se mostrava fraco e sucumbia à crítica, este poderia ser abandonado sem comprometer a integridade do argumento.

Paley é referenciado por Prout, em vários momentos, como a principal fonte para o leitor interessado em se apropriar dos fundamentos desse argumento teológico que, em resumo, buscava demonstrar a existência de Deus por meio da investigação filosófica da Natureza, sem recorrer a qualquer forma de revelação. No entanto, é importante ressaltar que a teologia natural encontrada nos *Bridgewater Treatises* não é uma simples extensão daquela que fora defendida por Paley no início do século. O discurso teológico dos tratados trazia características próprias e que variavam de autor para autor (Topham, 1993). Prout se apoia em argumentos lançados por Paley, mas não tem a intenção de provar a existência de Deus como resultado da investigação química. Diferente disso, ele parte da premissa de que todo o mundo natural é obra de um Criador infinitamente sábio e benevolente, e se propõe apenas a demarcar reflexos aparentes desses atributos[20]. Essa característica da série de tratados motivou críticas em algumas das resenhas publicadas na época.

> Pelo que vimos dos *Bridgewater Treatises*, devemos dizer que eles são mais apropriados para confirmar a fé do que para instituí-la. O fato é que Paley deixou o argumento principal da religião natural numa condição pouco menos que perfeita. Se o *design* prova a existência de Deus, Paley provou a existência de *design*.
>
> (Anônimo, 1836, p. 386)

O primeiro tomo do livro traz um bloco inicial de capítulos sobre as leis gerais da Natureza e os agentes primeiros, como a eletricidade, a luz e o calor. Na sequência, o estudo dos corpos materiais segue a lógica que vai do mais simples ao mais complexo. Prout divide as substâncias elementares em grupos, comentando as propriedades conhecidas de cada elemento, suas fontes naturais, abundância e usos mais comuns. Em seguida, trata das leis de combinação, valorizando uma versão adaptada da teoria

[20] Alguns autores propuseram rótulos como "teologias da natureza" (Brooke, 1974, p. 9) ou "discursos de *design*" (Topham, 2004, p. 38) para diferenciar esta linha de argumentação (que assume um compromisso prévio com a existência de Deus, apenas apresentando os fenômenos naturais como reflexos da sua onipotência) daquela que corresponderia propriamente à teologia natural (quando se pretende comprovar a existência de Deus por meio da investigação filosófica, sem recorrer à revelação). Todos os textos analisados nesta tese se enquadrariam, portanto, nesses rótulos. No entanto, optamos por manter o uso da expressão teologia natural por ser este o termo empregado pelos autores envolvidos no contexto estudado.

atômica da Dalton, e finaliza com uma extensa classificação das substâncias compostas, incluindo ácidos, bases e sais.

A leitura completa do tratado revela uma rotina que se repete em vários momentos. Ao encerrar um capítulo contendo muitos argumentos químicos, Prout resume e lista os pontos principais da teoria explicada, antes de apresentar sua leitura teológica derivada daquelas ideias. Explicitamente, o autor admite que o argumento de conexão entre a química e a teologia deveria ser a parte mais atrativa do texto, e antecipa que muitos leitores pulariam as partes do tratado dedicadas exclusivamente à química, talvez por já conhecerem seus princípios, ou mesmo por não apresentarem interesse nesse aprofundamento (Prout, 1834, pp. 82, 122).

A narrativa se inicia com considerações gerais sobre a posição ocupada pela química enquanto ciência, e sobre a sua aplicação ao argumento do *design*. Nessas observações preliminares, o autor admite dois tipos de conhecimento humano, um do que "deve ser" e outro do que "simplesmente é" (Prout, 1834, p. 2). O primeiro se fundaria na razão, remetendo às questões para as quais o ser humano é capaz de fomentar explicações consideradas livres de dúvidas. As relações de quantidade da química estariam nesta classe. Já o segundo tipo de conhecimento teria contorno mais descritivo do que propriamente explicativo, sendo, portanto, pautado pela experiência e não pela razão. Estariam nessa classe a grande maioria dos saberes típicos da química. Em termos práticos, essa divisão admitia que, em química, pode-se prever quanto será formado de um certo produto novo, mas não qual será a sua cor ou cheiro. As relações de quantidade estariam plenamente sob o domínio da razão, mas o conhecimento sobre as qualidades secundárias dos corpos se daria apenas pela experiência.

Descrevendo os experimentos como situações controladas de observação, nas quais algumas causas e agentes conhecidos são manipulados de modo a tornar perceptíveis seus efeitos, Prout destaca que, nas áreas mais avançadas do conhecimento, obtêm-se informações tão seguras sobre a matéria, sua agregação e movimento, que podem se fundar certezas apoiadas nas relações de quantidade. A incerteza surgiria quando o conhecimento derivado dos objetos é apenas sensível, e não quantificável. Esta fragilidade estaria ligada à nossa ignorância sobre o funcionamento dos sentidos humanos.

Prout alega que o ouvir e o ver já haviam sido explicados como dependentes de uma forma de movimento, vibracional ou ondulatório, que entra em contato com o ouvido ou com os olhos – mesmo não se sabendo o efeito fisiológico a partir daí. Já o paladar e o olfato são tratados como um mistério, uma vez que dispensavam o intermediário (que vibra) pelo contato direto do corpo produtor da sensação com o órgão que sente. As relações de quantidade não pareciam imediatamente aplicáveis aí, e isso seria um problema inerente à química (Prout, 1834, pp. 7–8).

> De fato, a química tanto é criatura da efetiva pesquisa experimental, que mesmo as suas verdades mais simples foram raramente antecipadas *a priori*. Por exemplo, milênios de observação e experiência não mostraram à humanidade que a água é composta de dois princípios gasosos elementares, muito menos as proporções nas quais tais princípios se combinam para formar água. Mais ainda, mesmo que o fato esteja hoje estabelecido sobre as mais claras evidências, somos incapazes de explicar o seu porquê, ou mesmo de entender a natureza da união ou seu resultado.
>
> (Prout, 1834, pp. 8–9)

Em resumo, a química de Prout seria uma ciência fundada sobre a experiência, mas ainda que os mecanismos dos seus objetos de estudo fossem obscuros, sinais de *design* seriam perceptíveis nos seus resultados. Isso colocava os objetos da química na segunda classe do argumento de *design*. Prout valoriza essa conclusão ao sugerir que Deus limitaria muito seu poder ao operar sobre a criação por meios mecânicos, dada a simplicidade e até certo grau de obviedade desta via. Sua atuação pareceria muito mais livre e maravilhosa quando se fazia por vias químicas, pois, sendo essas mais misteriosas, despertariam maior admiração (Prout, 1834, p. 11).

Depois dessas considerações iniciais, o texto apresenta uma sequência de capítulos tratando das leis gerais que teriam sido criadas por Deus e pelas quais ele atuaria sobre a criação. Neste ponto, Prout apoia toda a narrativa num argumento apresentado por Paley (1802/2006, p. 27), de que Deus, ao definir um conjunto fundamental de leis naturais, estabeleceu limites para a sua própria capacidade, e operou toda a criação obedecendo a esses limites.

De acordo com Paley, as leis de inércia, comunicação do movimento, reação, refração e reflexão da luz, constituição dos fluidos elásticos, propagação do som, magnetismo, eletricidade e outras ainda desconhecidas, teriam sido estabelecidas antes da criação das espécies vivas (1802/2006). Assim, todas as formas de vida foram criadas

em observância a essas leis, e tiveram suas funções projetadas para que pudessem ser executadas sem desrespeitar as propriedades daquilo que foi criado primeiro. A complexidade dos mecanismos necessários para que se formasse, por exemplo, o sentido da visão, serviria para nos despertar a admiração pela infinita capacidade do Criador ao lidar com as leis que ele mesmo estabeleceu. Para Paley, se tudo fosse simples e imediato, não se instigaria esse senso de contemplação. Isso não sugere que o Criador não tivesse um plano completo da sua obra desde o início, e que foi adaptando cada nova ideia que lhe surgia. A criação das leis e corpos primeiros, como o ar e a água, já previa o seu uso por seres viventes que viriam depois. Prova disso seriam as proporções perfeitas com que Deus preencheu o mundo desses princípios vitais.

Prout compartilha dessa visão e descreve algumas leis nos primeiros capítulos do livro, começando pela inércia e pela atração gravitacional. Ao chegar à abordagem dos fenômenos químicos, o autor relembra que estes nos permitiriam observar com clareza apenas as suas condições inicial e final. Os mecanismos e etapas da mudança química se processariam por meios que o filósofo poderia apenas especular. Ainda assim, Prout julga adequado teorizar sobre as interações que deveriam ocorrer entre os constituintes mínimos da matéria, e se alonga nessa explicação.

Para Prout, não havia dúvidas de que a matéria neste mundo era composta de partículas mínimas que não podiam ser divididas ou alteradas. A possibilidade de compressão mecânica dos corpos seria uma evidência da existência de interstícios entre essas partículas. Ele retira um exemplo de cada reino para ilustrar o quão diminutas podem ser as formas organizadas em minerais, fungos ou “animálculos” (Prout, 1834, p. 24). E daí se deduziriam as pequeníssimas dimensões e a quase infinita quantidade de partículas últimas que deveriam compor esses corpos.

Utilizando-se de uma série de desenhos esquemáticos, o autor tenta explicar a agregação dos corpos sólidos com base em polos atrativos e repulsivos das partículas individuais, que dirigiriam sua interação com as vizinhas. Cada partícula é representada como uma esfera dotada de forças axiais, conforme ilustra a Figura 8. Essas forças são divididas por Prout (1834, p. 44) entre “polarização química” e “polarização coesiva”, e correspondem, respectivamente, às atrações de combinação e de coesão descritas no texto de Jane Marcet. O primeiro tipo de polarização responderia pela atração entre partículas de naturezas diferentes, como hidrogênio e oxigênio formando a água,

enquanto o segundo tipo se restringiria à atração de partículas iguais, orientando a agregação de várias partículas de água na formação de um cubo de gelo, por exemplo. Prout afirma que essas forças seriam de natureza análoga às forças elétrica e magnética, adotando a versão da teoria que associava duas formas de energia (positiva e negativa / norte e sul) a cada uma delas.

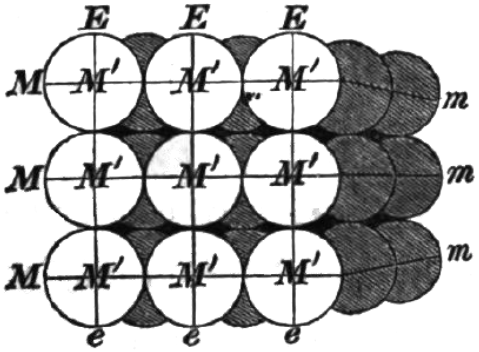


Figura 8 - Representação da agregação de partículas num sólido pela atração entre eixos polarizantes *E e* (na vertical), *M m* (na horizontal) e *M' m'* (perpendicular ao plano do papel) (Prout, 1834, p. 32).

Prout questiona qual seria o resultado do equilíbrio dado pela junção das duas energias elétricas ou das duas energias magnéticas, apresentando a visão já comentada de que tais fenômenos dariam origem ao calor. Embora, neste primeiro momento, o autor se recuse a dar como certa essa interpretação, ela é claramente adotada em outras partes do texto.

Ao falar sobre a causa material da sensação de calor, Prout apresenta a teoria do fluido calórico e também a do movimento vibracional, que dispensava este agente imponderável. No entanto, essas duas ideias são rapidamente descartadas pelo autor, que assume uma terceira corrente para interpretar os fenômenos ligados à conversão de corpos sólidos em líquidos ou gases. Segundo ele, o calor e também a luz deveriam ser entendidos como substâncias semelhantes à matéria ponderável em todas as suas características, sendo compostas por moléculas submetidas às mesmas leis que se aplicam à matéria em geral. Essa noção se apoiava na hipótese de que o calor poderia ser um composto formado pela junção das eletricidades positiva e negativa. Pela extensão desse raciocínio, a possibilidade de decomposição do calor em seus componentes elétricos é usada por Prout para explicar o calor latente envolvido nos processos de fusão, justificando o desaparecimento do calor absorvido por um sólido que passa ao estado líquido sem registrar variação de temperatura.

Nesses processos, Prout sugere que as moléculas de calor se arranjariam como uma atmosfera ao redor das partículas do corpo aquecido (Figura 9A). Tal recobrimento já responderia pela redução da sua atração mútua, permitindo um pequeno afastamento que justificava a expansão volumétrica do material. No entanto, outra porção do calor adicionado sofreria decomposição, ampliando a intensidade dos eixos de polarização elétrica das partículas. Essa alteração do componente elétrico das partículas promoveria a sua rotação em torno do eixo de polarização magnética (Figura 9B), levando a uma nova condição de equilíbrio na qual as partículas vizinhas se manteriam próximas, mas com maior liberdade de movimentação, compondo um corpo fluido, ou líquido.

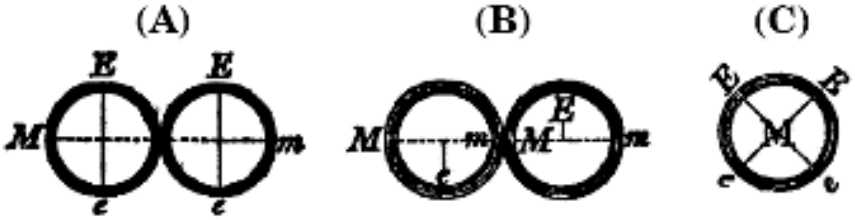


Figura 9 - Representação da ação do calor sobre as partículas de um sólido que se converte em líquido (Prout, 1834, p. 55).

Percebe-se, pela interpretação da Figura 9C, que o eixo de polarização "*E e*" alcançaria uma nova condição de equilíbrio, dando estabilidade ao líquido após um movimento de rotação que coloca em ângulo reto os eixos de partículas vizinhas. Prout amplia esse argumento para afirmar que, na ebulição, a decomposição de grandes quantidades de calor faria com que esses eixos de polarização se colocassem em posição paralela, de modo a maximizar as forças auto-repulsivas entre partículas vizinhas, dando origem a um gás. Neste trecho das explicações, Prout enuncia claramente o que os químicos do século XXI conhecem como hipótese de Avogadro, afirmando que "todos os corpos gasosos, sob a mesma pressão e temperatura, contêm igual número de moléculas auto-repulsivas" (Prout, 1834, p. 62). De acordo com o autor, essa ideia era necessária para que se pudesse explicar a expansão volumétrica comum entre os gases mediante adições controladas de calor. Prout esclarece, numa nota de rodapé, que já adotava essa interpretação muito antes de tomar ciência dos ensaios publicados por Avogadro, Ampère e Dumas sobre o assunto.

O texto segue detalhando propriedades do calor e seu movimento por irradiação, condução e convecção, sendo este último termo uma proposição original de Prout para

se referir ao calor que é conduzido pela movimentação das partículas de um material aquecido, seja líquido ou gás, sempre de baixo para cima (Prout, 1834, p. 65).

Passando do calor à luz, são descritas as propriedades conhecidas como reflexão, refração, polarização e decomposição no espectro de cores. O último capítulo deste bloco lista as fontes comuns de luz e calor, incluindo o sol, a eletricidade, a ação mecânica, mudanças de condição física ou química dos corpos, além do que o autor chama de "ação orgânica", referindo-se ao calor produzido por processos químicos internos dos animais (Prout, 1834, p. 80).

No resumo que precede seu argumento teológico, Prout lembra que este primeiro bloco de capítulos tratava dos agentes e das leis gerais da Natureza como princípios de ação aos quais o Criador teria se limitado em todos os atos posteriores da sua obra. Em particular, as leis de propagação da luz e do calor seriam fundamentais na configuração dos componentes do clima na Terra, configurando um prólogo necessário ao tomo do livro sobre a meteorologia (Prout, 1834, p. 82). Sobre a matéria, Prout destaca em seu resumo que ela é constituída por moléculas esferoidais, individualmente submetidas a forças polarizantes análogas às forças elétrica e magnética. Essas forças atuariam tanto sobre a matéria ponderável quanto a imponderável, dirigindo a interação das partículas de modo a justificar sua agregação e os diferentes estados físicos dos materiais. A partir desses argumentos, Prout deduz como livre de controvérsia que: 1) a matéria não mantém desde sempre a sua organização atual; 2) ela não chegaria a existir na condição atual por acaso; e 3) sua configuração atual reflete o trabalho de um Ser inteligente, que atua de modo intencional (Prout, 1834, p. 86).

Como justificativas para suas conclusões, Prout argumenta que a composição molecular da matéria traz como característica essencial a capacidade de movimento, entendido aqui com sentido de mudança ou transformação. Essa capacidade sensível eliminava a possibilidade de que a matéria fosse eterna, pois, nas palavras do autor, "a existência eterna (passiva) necessariamente implica a incapacidade de mudança" (Prout, 1834, p. 87).

Prout toma como absurda a possibilidade de que o acaso pudesse produzir qualquer corpo material composto por inúmeras partículas moleculares intimamente semelhantes entre si, pois o acaso levaria a resultados aleatórios e não repetitivos.

> Não é fato que tomamos como objeto de admiração quando duas ou três coisas, por acaso, se mostram semelhantes, como dois ou três rostos humanos, por exemplo? Não deveríamos tomar por louco alguém que atribui ao acaso a uniformidade das manobras de um regimento de soldados?
>
> (Prout, 1834, p. 88)

Pela linha de raciocínio do autor, infere-se inteligência pelo ajuste dos processos aos fins a que se destinam. Uma composição molecular submetida a polarização química (de combinação) e coesiva (de agregação) seria, dentre todas as possíveis, a forma mais adequada para permitir a ocorrência dos fenômenos naturais com os quais estamos habituados. Tal percepção leva o autor a deduzir, em tom seguro, a necessidade de um ser onisciente e anterior ao tempo, que pudesse criar a matéria e aplicar sobre ela uma ordem regulada por leis. No discurso de Prout, a existência de Deus é uma conclusão necessária e naturalmente derivada do estudo sobre o comportamento químico dos corpos naturais.

Seguindo sua abordagem sobre a química, Prout trata dos corpos elementares e enaltece a noção de que, embora a quantidade de moléculas seja extraordinária, todas elas se formam a partir de poucos grupos elementares. O texto traz uma tabela com 54 corpos simples, deixando de fora a luz e o calórico.

O primeiro grupo compreende os elementos que sustentam a combustão: oxigênio, cloro, bromo, iodo e flúor. Estes princípios são destacados pela sua notável tendência de se combinarem entre si e também com outros elementos. Ao detalhar algumas propriedades específicas, Prout faz considerações sobre a economia da Natureza e reconhece a ordem presente das coisas como a realização dos desígnios do Criador. Por exemplo, depois de mencionar que o oxigênio tipicamente se combina mediante liberação de calor e luz no fenômeno da combustão, o autor afirma que, antes da existência dos animais, havia o mundo já criado com oxigênio em sua atmosfera. Deus teria adaptado suas criações posteriores com um aparelho respiratório adequado às propriedades e ao comportamento químico do gás já existente.

Prout toma como um fato que a condição vigente do mundo seria a ideal e a mais perfeita, tal qual fora planejada pelo Criador. Assim, muitos argumentos parecem apenas observar sabedoria ao notar que as coisas são como são. O cloro, por exemplo, é apresentado como um elemento menos abundante e talvez menos importante que o oxigênio. No entanto, ele teria alguma relevância para os seres vivos, pois participava

da composição do sal marinho. Se este princípio fosse encontrado isolado, como o oxigênio, na forma gasosa, ele seria um veneno, então Deus demonstra sua sabedoria e benevolência ao fazê-lo reativo, de modo que apareça prioritariamente na forma combinada, no sal, evitando seus efeitos noviços em favor da vida (Prout, 1834, pp. 98–99).

Seguindo a mesma lógica, Prout comemora que a distribuição e a abundância relativa dos elementos sejam as ideais, sem excessos de algum princípio deletério ou a falta de outro essencial. Para a formação da água, de vital importância, é necessária maior medida em massa de oxigênio do que de hidrogênio, e assim estes princípios foram, balanceadamente, distribuídos no mundo (Prout, 1834, p. 102).

O segundo grupo engloba os elementos combustíveis: hidrogênio, carbono, azoto, boro, silício, fósforo, enxofre e selênio. O autor traz rápidas descrições de cada elemento, abordando alguns deles em conjunto. Os comentários mais frequentes envolvem um registro das condições e dos locais em que cada elemento é naturalmente encontrado, e se participa de compostos necessários ou prejudiciais à vida.

Ao falar do carbono, Prout menciona a constante combinação deste princípio com o oxigênio, formando o deletério ácido carbônico. Logo em seguida ressalta que a Natureza, por meio de algum mecanismo compensatório, retira do ar esse ácido na mesma medida em que ele é produzido. Do azoto são ressaltadas algumas qualidades negativas. Não é reativo, nem combustível e nem sustenta a combustão. Não é ácido e nem alcalino. Não apresenta cheiro ou gosto. Todavia, Prout destaca que, quando esse princípio se combina em condições especiais, forma compostos vigorosos como a *aqua fortis*, a amônia e o ácido prússico. O azoto garantiria uma espécie de neutralidade à atmosfera, de tal modo que esta não apresenta uma predominância ácida ou alcalina, nem de qualquer cheiro ou cor.

Em seguida, apresenta-se o grupo dos metais imperfeitos ou metaloides, incluindo arsênio, antimônio e outros oito elementos, e uma sequência de parágrafos curtos trata das bases metálicas e dos vários metais que completam a tabela. Eventualmente, um elemento recebe maior atenção em função da presença dos seus compostos nos seres vivos. Este é o caso do cálcio que, pela formação da cal, teria óbvia importância na economia animal, sendo reconhecido como um dos poucos minerais que fazem parte de estruturas animais organizadas. Combinado ao fósforo e ao oxigênio, o cálcio

constituiria a base dos ossos, enquanto que ligado ao carbono e ao oxigênio daria origem a conchas e cascos de diversas espécies.

> Assim, as propriedades da cal fornecem outra admirável instância de adaptação para um propósito particular. Todos os compostos derivados da potassa e da soda são bastante solúveis em água, e são, portanto, limitados aos fluidos dos animais, onde sua presença é indispensável. Mas, para a existência de animais mais perfeitos, era necessário um esqueleto ou estrutura sólida, e tal não poderia ser formado a partir das solúveis soda ou potassa. Fazia-se necessária a introdução de outra substância mineral, imbuída das propriedades requeridas. A cal, tendo alguns de seus compostos sólidos e outros fluidos, é admiravelmente adaptada a este propósito, e assim foi escolhida.
>
> (Prout, 1834, pp. 112–113)

Nota-se que o autor não tem a intenção de explicar os processos de obtenção de cada elemento, tampouco as proporções ou condições específicas das suas combinações. Sua atenção é estritamente voltada à valorização das instâncias em que se pode perceber algum *design*, revelando nos compostos e processos químicos os meios pelos quais seriam concretizados os planos do Criador.

Sobre a obtenção do ferro, tão fundamental na consolidação dos modos de vida praticados pela sua sociedade, Prout se limita a afirmar que "só pode ser obtido puro mediante um processo elaborado" (1834, p. 116). Em contrapartida, o autor se alonga ao reconhecer que o ferro tinha tantas utilidades que deveria ser considerado

> não apenas como um artigo evidentemente planejado para o benefício do homem, mas como o instrumento pelo qual ele deveria conquistar e governar o mundo; assumindo assim o seu posto no lugar que lhe era evidentemente pretendido, o ápice da criação.
>
> (Prout, 1834, p. 117)

As ênfases aplicadas por Prout sugerem que ele tomava a história do homem e seu domínio sobre os materiais como a realização dos desígnios de Deus. Então, se o homem fez suas ferramentas de ferro, é porque este elemento foi especificamente projetado para este fim. Isso gerava complicações para interpretar, por exemplo, o porquê da existência de elementos com propriedades venenosas, como são as do chumbo ou do arsênio. Reconhecendo essa dificuldade, Prout recorre a um argumento que fora utilizado por Paley (1802/2006), justificando a existência desses corpos deletérios como criações intermediárias ou subprodutos, reconhecidos por Deus como necessários ao

alcance de um bem maior, que seria a formação dos compostos finais, úteis ou essenciais à vida (Prout, 1834, p. 168).

Passando da abordagem dos elementos para as leis que regem a sua combinação, Prout reconhece que a quantidade e a variedade de compostos eram tão grandes que, dada a aparente incompatibilidade dos corpos simples com a presente ordem do mundo, justificava-se pensar que seriam eles, os compostos, que o Criador teria em mente como os instrumentos da realização do seu projeto. Nessa perspectiva, as substâncias simples teriam sido criadas apenas como um meio para a realização final dos compostos, de modo que não fossem desrespeitadas as regras e limites originalmente impostos pelo próprio Criador sob a forma das leis naturais (Prout, 1834, p. 141).

As leis de combinação química descritas por Prout não remetem ao conjunto de axiomas exposto por Parkes e Jane Marcet, e basicamente retomam as interações entre eixos polarizantes descritos inicialmente para explicar os estados de agregação. Prout apresenta uma leitura da teoria atômica de Dalton, mas recorre também às medidas volumétricas na interpretação das combinações químicas no estado gasoso. Como resultado, admite que a teoria corpuscular apresentada em seu texto não representava um consenso estabelecido entre os filósofos do período (Prout, 1834, p. 129). Entre as suas peculiaridades, é interessante notar como a aceitação da hipótese de Avogadro conduz os argumentos de Prout à conclusão de que as moléculas de corpos simples, como os gases oxigênio, hidrogênio e cloro, deveriam ser duplas, sendo formadas por submoléculas. Para explicar as relações volumétricas entre produtos e reagentes em processos, Prout conclui, ainda, que as moléculas de água seriam formadas por estruturas contendo nove submoléculas, sendo três de oxigênio e seis de hidrogênio (Prout, 1834, pp. 125–126).

A abordagem oferecida para os corpos compostos é rápida e essencialmente classificatória. Os compostos são divididos entre primários e secundários, de acordo com o caráter dos princípios envolvidos na sua formação. Os compostos secundários abrangeriam os sais, formados pela combinação de radicais advindos de um ácido e um álcalis. Já os primários incluiriam todos esses ácidos e álcalis, mais alguns compostos neutros, como água, álcool, éter, óleos fixos e voláteis, e betume.

De modo geral, nota-se que a apresentação da química promovida por Prout tem foco na simples caracterização dos princípios elementares e das classes de compostos, diferente de Parkes e Marcet, que valorizam as interações desses corpos em processos de transformação, seja pelo atrativo estético ou pelo apelo à utilidade. Quando Prout se propõe a descrever transformações, como a precipitação dada pela mistura de nitrato de prata e sal marinho, ele o faz apenas para ressaltar o quão diminutas são as partículas últimas que compõem os corpos da matéria (Prout, 1834, p. 171).

O mesmo se percebe em relação aos mecanismos de síntese e decomposição, que apresentamos como essenciais à produção do conhecimento químico, mas que não têm o mesmo destaque na abordagem de Prout. Todavia, entendemos que isso apenas reflete o fato que esse autor, diferente de Parkes e Marcet, não tinha a intenção de explicar como os químicos produziam suas verdades sobre o mundo. Pelo contrário, seu propósito era apenas apresentar essas verdades como instâncias reveladoras dos atributos do Criador.

Na recapitulação que fecha o primeiro tomo do livro, Prout resume o que seriam os pilares da teoria atômica da matéria para, em seguida, apresentar sua leitura teológica. Os pilares elencados são: 1) todos os corpos gasosos se combinam em referência a múltiplos inteiros do seu volume; 2) volume iguais de diferentes gases apresentam diferentes massas – adotando-se a hipótese do número de moléculas ser o mesmo nesses gases, deriva-se a conclusão de que as moléculas de cada gás devem ter um peso característico; 3) das duas anteriores vem a conclusão de que todos os corpos devem se combinar com referência ao seu peso; e 4) os números que representam a relação entre as gravidades específicas dos gases são chamados de pesos atômicos, ou pesos moleculares (Prout, 1834, pp. 148–149).

Como mencionamos, Prout via no mundo natural e no progresso da condição humana a realização do que fora planejado por Deus no momento da Criação. Logo, se os compostos são mais abundantes que os corpos elementares, é porque Deus assim o queria. No início, Deus aplicou ordem ao caos, definindo toda a matéria. Em seguida, Prout sugere que o *"Fiat lux"* poderia ser interpretado como a entrada das formas imponderáveis na criação (Prout, 1834, p. 150). Assim, o autor interpreta quais seriam os fins almejados pelo Criador, e reconstrói uma espécie de sequência lógica que os tornaria possíveis dentro dos limites que Ele próprio estabeleceu.

De acordo com os argumentos de Prout, qualquer modificação na qualidade dos compostos que permeiam a Natureza produziria consequências catastróficas. Se a base do ácido que compõe o sal marinho não se combinasse firmemente ao radical alcalino e preservasse suas qualidades corrosivas, atacaria o leito de rocha e toda a matéria calcária, destruindo imensas porções de solo e liberando tanto ácido carbônico no ar que extinguiria a vida animal. E se água tivesse cheiro ou gosto? Se o ar fosse opaco? E se fossem invertidas as proporções de terra e água no globo? Ou de ferro e ouro? Diamante e carvão? Prout conclui que qualquer mudança seria desastrosa e, por esta lógica, que tudo o que se criou depois foi perfeitamente adaptado ao que existia antes (Prout, 1834, pp. 151–158).

A água e o ar, por exemplo, foram definidos antes das plantas e dos animais. Esses últimos dependem dos primeiros para existir, e não o contrário. Questiona-se, portanto, por que seriam os primeiros tão ajustados à existência destes últimos. Para o autor, parece óbvio que é porque foram planejados para sustentar o que seria criado em seguida. Prout acrescenta que há algo de mais complexo nos corpos vivos, que exclui a possibilidade de que estes tenham derivado sua existência espontaneamente a partir de formas de organização inferiores, pois

> não há relação necessária de causa e efeito entre a existência anterior de água e ar e a existência subsequente de plantas e animais; como alguns parecem ter imaginado. Disso também decorre, irresistivelmente, que plantas e animais foram criados, tendo suas propriedades adaptadas às da água e do ar em algum período ulterior, e por algum agente externo e superior.
>
> (Prout, 1834, pp. 159–160)

Prout reconhece que a vida é dependente da condição fluida da água, que só existe numa faixa estreita de temperaturas. Sendo assim, é providencial que o globo terrestre tenha sido posicionado justamente a uma distância do Sol que, obedecendo às leis primeiras de propagação da luz e do calor, faz com que esses princípios nos atinjam com a intensidade apropriada. O autor não admite que o acaso poderia levar a uma combinação tão feliz de fatores necessários ao estabelecimento da vida, e enaltece o ajuste das quantidades e das qualidades de todos os recursos dirigidos a sua realização.

A parte química do tratado se encerra com as respostas formuladas pelo autor para defender seu argumento do *design* contra duas classes conhecidas de opositores. A primeira seria daqueles que negavam a existência de uma Causa Primeira, admitindo a

ordem do mundo como decorrente de um conjunto de leis naturais que não teriam sido criadas num dado momento, existindo eternamente. A estes, Prout chama de verdadeiros ateístas ou panteístas, pois tratariam das leis naturais como se estas fossem os próprios deuses. Já a segunda classe de opositores admitiria a existência de um Deus criador, mas negaria que a sua sabedoria ou demais atributos pudessem ser acessados pelo intelecto humano (Prout, 1834, p. 173).

Prout concede a este segundo argumento que as instâncias que ele trata como de *design* limitavam-se, de fato, a "provável *design*", numa relação que não poderia ser comprovada. No entanto, contrapõe que seus opositores também seriam incapazes de provar a falsidade do argumento, o que, em sua visão, neutralizava a crítica (Prout, 1834, p. 176).

Uma ideia mais interessante aparece na resposta ao primeiro tipo de oposição. O autor interpõe que Deus opera por meio das leis naturais, mas que elas não existiriam sem a Sua vontade, e trata dos recentes achados fósseis da geologia como evidências para afirmar que as próprias leis da natureza não seriam eternas, minando um aspecto central da tese de seus opositores. Prout reconhece uma tendência da Natureza pela manutenção de equilíbrios que decorreriam da distribuição planejada das quantidades e qualidades dos corpos que interagem, tendo reflexos sobre toda a matéria. A cada momento, corpos abaixo da condição de equilíbrio vigente tenderiam a se combinar sinteticamente, enquanto aqueles que por algum agente foram forçados em combinações mais complexas, quando deixados à mercê da sua própria ação, tenderiam naturalmente à decomposição (Prout, 1834, p. 163).

Essa linha de raciocínio antecipa uma noção que será aprofundada na última parte do tratado, sobre a digestão, sugerindo a necessidade de um "agente orgânico" para que as substâncias simples minerais pudessem se combinar em corpos vivos, mais complexos, e que, após o fim da vida, entrariam espontaneamente em decomposição (Prout, 1834, p. 429). Mas, aqui, essa ideia é colocada para ressaltar a existência de evidências de que as condições gerais do clima no globo não foram constantes ao longo de toda a história. Assim, diferentes condições de equilíbrio teriam sido povoadas por diferentes espécies vegetais e animais, todas elas criadas em momentos específicos. No discurso de Prout, não se admite que novas espécies possam surgir no mundo por

qualquer mecanismo que não seja a Criação, e isso se opõe radicalmente à suposição de que a vida poderia decorrer da ação conjunta das leis naturais.

> As espécies atuais de seres organizados, em todos os casos, são produzidas apenas pelo processo de criação; e se elas fossem exterminadas, não há processos naturais ocorrendo no mundo que possam nos levar a crer que, por qualquer lei da natureza, tais seres organizados poderiam ser reproduzidos. Quer dizer, não podemos conceber que hidrogênio, carbono, oxigênio e azoto, junto à luz e ao calor, etc., pelo que conhecemos das suas propriedades, seriam um dia capazes, por si mesmos, de se combinarem de modo a formar uma planta ou animal.
>
> (Prout, 1834, pp. 163–164)

O segundo tomo do tratado anuncia que o trabalho dos meteorologistas começa onde termina o dos geólogos, isto é, estudando o equilíbrio atual do globo e as forças que nele operam sobre os efeitos do clima. Prout retoma o argumento de que uma rápida análise da composição de diferentes extratos de solo permitiria concluir que o mundo passou por períodos menos tranquilos, intercalando convulsões e calmarias. Daí se deduz que, se o mundo não é assim desde sempre, é porque teve um começo e, a partir de então, vem se transformando sob a ordem das leis naturais, até acomodar os fins para os quais foi criado (Prout, 1834, pp. 178–180).

Na leitura de Prout, esses fins envolveriam a ocupação da Terra pelo homem e outras espécies vivas. Assim, o planeta teria sido preparado para abrigar a vida mediante ciclos de convulsão e estabilidade que, com o passar das eras, promoveram a mistura adequada dos princípios elementares, dividindo a superfície do globo em proporções ideais de terra e água, garantindo também o seu recobrimento uniforme pelos gases atmosféricos.

Prout enaltece o fenômeno da difusão como o responsável pelo equilíbrio de composição da atmosfera ao redor do globo, e especula que a proporção constante de quatro partes de gás nitrogênio para uma de oxigênio remete, provavelmente, a uma antiga combinação química, pois não poderia ser acidental. Logo em seguida, no entanto, o autor reconhece que os componentes do ar atmosférico não se encontram combinados quimicamente num composto, mas mantêm essa proporção fixa mesmo estando livres, o que representaria uma divina exceção às leis gerais da Natureza (Prout, 1834, pp. 190–194).

Embora não seja ilustrada, essa parte do texto descreve em detalhes as zonas climáticas e apresenta medidas médias de temperatura atribuídas a linhas isotérmicas do globo. Prout trata dos constituintes primários do clima como aqueles que decorrem da distribuição de luz e calor em função da dinâmica de posicionamento do sistema Terra/Sol e do formato globular do planeta. Já os constituintes secundários remetem a aspectos internos da Terra, como a distribuição de terra e água na superfície e as propriedades da atmosfera.

Por organização didática, Prout divide sua argumentação sobre alguns problemas de estudo em partes isoladas, integrando-as ao final. Por exemplo, para tratar da atmosfera como uma mistura de gases e vapor, ele primeiro detalha qual seria o comportamento de uma atmosfera de ar seco, depois uma de puro vapor d'água. No final, trata da atmosfera existente no planeta como um misto desses extremos (Prout, 1834, p. 282).

Em relação à maior parte dos saberes ligados a fenômenos meteorológicos, o texto apenas lista os resultados da investigação filosófica e não se propõe a explicar como se chegou a eles. Assim, coloca-se como fato que mais de 50% dos raios de luz são bloqueados pela atmosfera, ou que a taxa de evaporação da água aumenta com a temperatura, sem maiores explicações (Prout, 1834, pp. 227, 278).

Poucas ideias são abordadas em maior detalhe, revelando argumentos interessantes, mas que nem sempre refletem visões consensuais dos filósofos do período. Sobre o campo magnético da Terra que orienta as bússolas, por exemplo, afirma-se que ele seria derivado do calor do Sol que incide sobre a Terra em rotação. Prout identifica um permanente desequilíbrio de calor entre as áreas iluminadas e escuras do globo, movendo-se continuamente de leste para oeste. Pelo que o autor chama de "princípios termoelétricos", surgiria uma corrente elétrica em movimento circular no interior da Terra, próximo à superfície, induzindo um campo magnético entre os seus polos (Prout, 1834, p. 233).

Percebe-se nessa explicação o recurso à decomposição do calor em eletricidade, e essa mesma ideia é ainda empregada no texto para interpretar outros fenômenos meteorológicos. As tempestades de raios são apresentadas como manifestações elétricas na atmosfera, que dependeriam da presença de água num estado condensado, uma vez que vapor e ar seco são reconhecidos como maus condutores. Prout chama a

atenção para o curioso fato de que as tempestades de raios são usualmente seguidas por bruscas quedas de temperatura e pela sensação de frio. Assim, o autor sugere que tomar a eletricidade como produto da decomposição do calor daria uma explicação possível para o fenômeno, ainda que esta não despertasse consenso entre os filósofos (Prout, 1834, p. 338).

Em todos os casos, os fenômenos naturais são apresentados como instâncias de *design* dignas de admiração. Assim, por exemplo, a existência da propriedade conhecida como calor latente de fusão ou de ebulição seria responsável pela prevenção de inundações e outras catástrofes climáticas, pois impediria que o gelo e o vapor se formassem instantaneamente, mantendo processos lentos e graduais que preservavam o equilíbrio da natureza. Da mesma forma, considerando as instâncias naturais de condensação, Prout afirma que devíamos muito à neve, por sua brancura, leveza e baixa condutividade térmica. Respectivamente, essas três propriedades trariam os benefícios de: refletir a luz e o calor, mantendo a condição permanente do gelo nas regiões em que ele é essencial; cair suavemente e sem danificar a vegetação, em comparação com massas sólidas de gelo que seriam deletérias; e proteger a vegetação recoberta do frio intenso da atmosfera (Prout, 1834, pp. 229, 327).

Mesmo os fenômenos que admitiam explicações relativamente simples, como as correntes oceânicas, que podiam ser plenamente interpretadas pelos princípios da hidrostática e da pneumática, são apontados como dignos de nota. O argumento de *design* nestes casos se colocaria, portanto, não nos princípios geradores, mas na sua aplicação exata sobre os locais e contextos em que eram necessários para garantir o equilíbrio da Natureza (Prout, 1834, p. 358).

No entanto, os principais exemplos de *design* apresentados nesta parte do tratado são concordantes com os que vimos nas obras de Parkes e Marcet, pois remetem às situações em que as leis naturais seriam providencialmente violadas em favor da vida. O comportamento anômalo da água que provoca sua expansão na formação do gelo é tratado por Prout como “a mais extraordinária instância de *design* em toda a Natureza” (Prout, 1834, p. 250). A segunda anomalia a ser destacada é a que faz com que os componentes do ar, mesmo estando apenas misturados e não combinados num composto químico, apresentem-se distribuídos uniformemente, numa proporção fixa, ao redor de todo o globo.

> [...] somos inevitavelmente levados à conclusão de que o Criador da água e do ar ocasionou essas anomalias, propositadamente, para prevenir dificuldades que teriam feito da existência orgânica uma impossibilidade física.
>
> (Prout, 1834, p. 250)

> Assim, para que a *água não se congele*; e que o *ar não se torne irrespirável*; *leis precisam ser infringidas* – e ELAS SÃO INFRINGIDAS; precisamente onde a sua violação, tanto em grau quanto em natureza, é indispensavelmente necessária à existência orgânica.
>
> (Prout, 1834, p. 360, grifos no original)

Como faz questão de enfatizar o autor, é emblemático que essas exceções às leis naturais se apliquem justamente à água e ao ar, tão essenciais e intimamente ligados à vida na Terra.

Os últimos tópicos da parte meteorológica do tratado dirigem a atenção do leitor para as adaptações observáveis nas plantas e animais que os tornam aptos a existirem nas diferentes zonas climáticas do globo. Neste ponto, o discurso de Prout também se aproxima do que encontramos nas demais obras analisadas nesta tese. Depois de enaltecer como cada animal e planta se mostram perfeitamente adaptados às condições físicas e climáticas do ambiente em que vivem, Prout traz à tona o argumento da interdependência entre os reinos, afirmando que os vegetais cumpririam a função de conectar os animais aos minerais nutritivos da terra, garantindo seus meios de subsistência. Para Prout, toda a exuberância e os detalhes das plantas não fariam sentido por si sós. Por que envolver a semente no fruto? Por que o colorido das flores? As variedades de folhas e raízes? Em si, as plantas não revelariam sinais de *design*, mas é na sua interação com os animais que este argumento se colocaria (Prout, 1834, p. 377).

Percebe-se um discurso de valorização das utilidades na narrativa de Prout, que é coerente com a perspectiva teleológica da teologia natural. A providência é inferida à medida que se racionalizam os fins para os quais cada detalhe do mundo natural contribui. Para o autor, nada teria razão se não fosse preparado para favorecer o domínio do homem sobre o globo. Era necessário e lógico colocar no globo um ser capaz de admirar e tirar proveito de toda a exuberância e diversidade da Criação. A menção sagrada à “imagem e semelhança” do Criador deveria referir-se, portanto, à posse da razão e à capacidade de refletir (Prout, 1834, p. 403).

Prout trata do domínio do homem sobre a criação como a realização do projeto divino. O homem não é mais forte nem melhor adaptado em termos físicos, mas é dotado da razão, que lhe permite superar dificuldades de toda sorte e o torna capaz, inclusive, de vislumbrar a ordem e os fins traçados pelo Criador. O autor não encontra na teologia natural uma resposta categórica para a dúvida eterna sobre o que seria do homem após a morte, mas sugere não haver lógica no fim completo daquele que enxerga o plano de Deus (Prout, 1834, pp. 404–412). É curioso notar como este mesmo argumento transparece na obra *Consolations in Travel*, que foi ditada por Humphry Davy em seus últimos dias de vida (H. Davy, 1830). Nela, o filósofo faz considerações amplas sobre uma química repleta de teologia natural, ao mesmo tempo em que clama que a dedicação de uma vida ao exercício da razão deveria guardar algo com o benefício da imortalidade.

O terceiro e último tomo do tratado é dedicado à química da organização, isto é, à formação dos componentes de corpos vivos a partir dos nutrientes elementares disponíveis na matéria inanimada. Como já antecipamos, Prout admite a existência de agentes orgânicos como uma dedução lógica e natural, dada a impossibilidade de que princípios inorgânicos como calor, luz e eletricidade se juntem espontaneamente à matéria ponderável dando origem a corpos organizados como plantas e animais, por mais simples que estes sejam. O autor recorre à autoridade de Paley e sugere a existência não apenas de um, mas vários agentes orgânicos, com diferentes níveis de complexidade. Estes responderiam pela diversidade de seres vivos que ocupa o planeta.

> A natureza íntima do agente ou dos agentes orgânicos, ou seja qual for o nome que escolhamos para designar as energias peculiares que existem nas plantas e animais, e pelas quais eles se distinguem da matéria inanimada, é e provavelmente sempre será, inteiramente desconhecida para nós.
>
> (Prout, 1834, p. 429)

Embora não tenha a pretensão de precisar o que seriam esses agentes orgânicos, o autor não hesita na descrição das suas capacidades. Basicamente, esses agentes promoveriam combinações peculiares dos elementos químicos, produzindo arranjos moleculares e corpos que nós seríamos incapazes de imitar. Prout argumenta que os agentes orgânicos poderiam atuar individualmente sobre cada molécula e assim, “de acordo com o propósito planejado, rejeitar algumas moléculas e colocar outras em contato” (Prout, 1834, p. 436). Essas operações não violariam nenhuma das leis naturais

de afinidade química ou de coesão, mas apenas se processariam numa escala que permitiria alcançar produtos diferentes dos obtidos nos frascos de reação convencionais.

A abordagem desta parte se inicia com uma longa citação de Berzelius, que comparava o corpo de um ser vivo com um laboratório no qual várias operações químicas ocorreriam continuamente. Um dos propósitos centrais destes processos seria a produção dos fenômenos que, "em conjunto, constituem o que chamamos de Vida" (Prout, 1834, p. 414)[21].

Prout atribui aos agentes orgânicos a capacidade de combinar substâncias por vias sintéticas, tendo como resultado os corpos organizados. Esses produtos estariam, de algum modo, num patamar acima da condição de equilíbrio regida pelas leis naturais e, portanto, entrariam em processo de decomposição espontaneamente, a partir do momento em que se encerrasse a vida daquele corpo. Assim, a própria ação dos agentes orgânicos era dependente da existência da vida como um princípio abstrato e anterior à ocorrência de qualquer das suas funções.

Para Prout, era a vida que provocava a organização da matéria e não o contrário. O autor não admitia que qualquer corpo pudesse gerar outro mais complexo que si mesmo. Haveria, então, uma hierarquia de agentes orgânicos. Os mais simples combinariam as substâncias inorgânicas gerando compostos orgânicos simples, como açúcares. Em seguida, outros agentes mais complexos assimilariam estes produtos formando estruturas maiores, como o amido ou a lignina, que dá a estrutura das plantas. Assim, Deus teria criado tantos agentes orgânicos quantos fossem necessários para a constituição dos corpos animais mais complexos.

Da mesma forma, um cão não poderia ser gradualmente convertido num macaco, e este não podia dar origem ao homem. Cada ser mais complexo requereria um ato de criação, e seria dotado da capacidade de se multiplicar, mas apenas da forma como foi concebido (Prout, 1834, pp. 438–440).

As formas mais simples de organização se dariam pela atividade das plantas que, enquanto expostas à luz, seriam capazes de "digerir o ácido carbônico", assimilando o seu componente de carbono e devolvendo o oxigênio à atmosfera (Prout, 1834, p. 449). A sequência da narrativa considera as formas de nutrição de plantas e animais, descreve

[21] O original da citação de Prout se encontra em Berzelius (1831, p. 1).

os órgãos do aparelho digestivo, e caracteriza três classes essenciais de nutrientes: a sacarínea, a oleaginosa e a albuminosa. Nesse trecho, Prout descreve a composição de alguns representantes dessas classes de modo semelhante ao que apresentara numa comunicação à *Royal Society*, e que lhe rendeu uma medalha (Prout, 1827). Por *design*, todas essas classes de nutrientes estariam presentes no leite, sendo esta a única substância especificamente planejada como um alimento em seu estado bruto, e que serviria de modelo para toda a nutrição (Prout, 1834, p. 478).

Dos animais, Prout descreve as ações do estômago e do duodeno e afirma que, comparadas a esses dois órgãos, as partes seguintes do aparelho alimentar seriam insignificantes. Conclui-se, pela análise da digestão, que os organismos animais são mais bem adaptados para a ingestão de substâncias não puras (em oposição aos cristais), e que as formas puras de açúcar, álcool e óleos são muito mais difíceis de serem processadas. Prout lamenta que o homem, por vezes, se afastaria da razão e buscaria agradar o paladar de modo irrefletido, sobrecarregando seu organismo e debilitando-o. A cristalização de materiais nos fluidos corporais (cujo estudo consolidou a carreira de Prout como médico) seria, portanto, derivada de maus hábitos alimentares (Prout, 1834, p. 508).

Em termos de teologia natural, encontram-se dois argumentos principais nesta parte do tratado. O primeiro é o que atribui à vida um conjunto de agentes capazes de construir e manter estruturas organizadas que se opõem às leis naturais da matéria inorgânica. E o segundo remete a um detalhe da relação de dependência entre os reinos, tomando como providencial que praticamente todos os alimentos partilhem de uma composição semelhante em termos dos seus elementos constituintes. Assim, não é necessário que os animais mais organizados arranjem, mas apenas rearranjem, estes princípios, para daí tirar a sua nutrição. A tarefa de dar uma organização básica a esses princípios caberia aos seres inferiores, do reino vegetal, que dariam início à cadeia alimentar (Prout, 1834, p. 511).

Na conclusão do volume, Prout traz sua leitura dos rumos que deveriam pautar o avanço da química. Dado que esta era retratada como uma ciência experimental, fundada na observação, seria impossível antecipar os conhecimentos e fatos que ela deveria trazer à tona no futuro. O caminho mais promissor, no entanto, deveria ser o de dirigir experimentos e observações de modo a explorar as leis de quantidade no mundo

natural. Para continuar contribuindo com o campo da fisiologia, Prout afirma que a química deveria "confinar-se rigidamente à aferição do que o princípio vivo faz; e de como ele opera sobre princípios inorgânicos" (Prout, 1834, pp. 548–549).

Nota-se alguma contradição no discurso do autor quando ele afirma que a abordagem útil da química é meramente descritiva, e que se perderia em vazio quando tenta ser explicativa sobre os fenômenos (Prout, 1834, p. 549). Essa visão nos parece conflitante com as muitas páginas do livro que se prestam, justamente, a explicar os mecanismos da interação de partículas por meio de eixos polarizantes e arranjos moleculares.

Outro ponto de contradição se refere à afirmação inicial de que a obra de Deus se mostra tanto mais maravilhosa e digna de admiração quanto mais ocultos forem os seus meios de realização. Prout chega a afirmar que Deus trilhava caminhos óbvios quando operava por vias mecânicas, como no movimento dos corpos celestes ou na própria configuração do esqueleto e da estrutura muscular dos animais (Prout, 1834, p. 11). Já quando a Sua graça se conduzia por vias químicas, pelo seu aspecto obscuro, seus efeitos pareceriam mais dignos de admiração. A contradição se dá, novamente, quando o filósofo se propõe a esclarecer essas vias químicas, retirando delas o seu mistério e tornando seus efeitos previsíveis mediante o conhecimento de princípios tão simples quanto possível (Topham, 1993, p. 241).

Todavia, seria o avanço da filosofia natural uma justificativa para libertar o homem do seu apreço pela sabedoria e pelo poder de um Criador? Nas palavras de Prout, não.

> O pouco que podemos saber sobre Ele, nós o sabemos quase inteiramente a partir das Suas obras. Consequentemente, aquele que mais estudou as Suas obras será o mais qualificado [...] a formar uma noção adequada sobre Ele. Assim, medir, pesar, estimar, deduzir, podem ser considerados como os mais nobres privilégios desfrutados pelo homem; pois é somente por meio destas operações que ele se torna apto a seguir as pegadas do seu Criador e a descobrir Seus magníficos intentos. Orientado por estes, ele vê e aprecia a sabedoria e o poder, a justiça e a benevolência que reinam sobre toda a criação: ele não olha mais fixamente para o céu com estúpido espanto; nem teme o trovão como algo que manifesta a fúria de um Deus vingativo.
>
> (Prout, 1834, p. 356)

Como se vê, o conteúdo de química abordado por Prout traz algumas diferenças em relação ao que encontramos nos textos de Samuel Parkes e de Jane Marcet. Sendo Prout um praticante da filosofia química, ele trata de temas não consensuais com maior

liberdade, apresentando predileções teóricas e interpretações que refletem seu ponto de vista pessoal sobre alguns temas. Isso torna o texto mais difícil, pois o afasta do que seria uma simples introdução à química. Reforçamos, portanto, que nosso interesse pelo detalhamento desta obra se dá apenas em função do argumento da teologia natural, que nos permite aprofundar como a investigação química admitia um convívio harmônico com convicções religiosas em textos que apresentavam essa ciência ao público não especializado.

– Capítulo 4 –

Implicações do caso para o ensino de química

Por se apresentarem como introduções à química dirigidas a crianças ou moças, o estudo dos textos de Parkes e Marcet nos leva, inevitavelmente, a refletir sobre possíveis implicações que o contato com essas abordagens poderia trazer ao ensino de química. Mas nesse ponto é imperativo que se mantenha o cuidado de não confundir o contexto da divulgação científica com o do ensino. Ressaltamos que não temos a intenção de adaptar os estudos históricos apresentados para a composição de sequências didáticas, mas apenas de utilizá-los para sugerir reflexões que podem ser úteis no âmbito da formação de professores. Por isso, nossos comentários neste tópico se colocam, prioritariamente, como reflexões sobre a natureza da química que podem ser derivadas dos objetos históricos estudados nesta tese.

Um primeiro aspecto a ser ressaltado é que a química descrita nas obras de Parkes e Marcet é bastante diferente da que ensinamos atualmente, e isso nos ajuda a refletir sobre o caráter dinâmico da ciência. Hoje, o nome de Lavoisier é intimamente ligado ao princípio da conservação de massa, que aparece como uma pedra fundamental da química após os seus trabalhos. Ainda que outros estudos históricos apontem motivos adicionais para a valorização da atuação deste filósofo, como a definição operacional de elemento e a revisão da linguagem da química (Vidal & Porto, 2007), não é usual que se pense no papel dos fluidos imponderáveis dentro do novo sistema da química que se consolidou sobre essas definições.

Como vimos, esses agentes desprovidos de massa permaneceram como peças centrais nas teorias químicas por muitas décadas, indicando que algumas formas mais antigas de pensamento resistiram à revisão conceitual trazida pelo grupo de Lavoisier. Versões simplistas da história apresentam a conservação de massas como um resultado experimental que estaria no centro de uma revolução química, sugerindo que Lavoisier teria enterrado a doutrina do flogístico ao introduzir suas interpretações sobre o princípio oxigênio, e que a quantificação precisa das massas de substâncias daria o tom das pesquisas químicas a partir de então. É curioso, portanto, notar a presença tão marcante dos fluidos imponderáveis no discurso da química de várias décadas após a morte de Lavoisier, pois ela ilustra como a ciência não é um empreendimento linear,

estritamente racional e bem-comportado, mas algo que vai se constituindo por superposições de continuidades e rupturas, de modo muito mais complexo do que se costuma caracterizar nos diferentes níveis de ensino (Gooday, Lynch, Wilson, & Barsky, 2008).

Outra questão de interesse é a que considera qual seria a principal atividade dos químicos em diferentes épocas. Como vimos, no período estudado nesta pesquisa, o trabalho dos químicos se voltava à classificação de compostos e o conhecimento dos corpos naturais se dava essencialmente pelos processos de decomposição e síntese. Tratava-se de entender os corpos pela identificação dos seus constituintes, o que se refletiu num frutífero programa de pesquisas voltado ao isolamento e à descoberta de novos elementos. Caberia aos educadores em química da atualidade se perguntarem: hoje, o que constitui a principal atividade dos químicos?

Partindo de dados cientométricos, o filósofo da química Joachim Schummer (1999) afirma que a maior parte das pesquisas em química no final do século XX envolviam a síntese de novas substâncias. Isso revela uma mudança sutil, mas que é significativa no foco da atuação dos químicos, pois em vez de buscarem uma compreensão das partes que compõem o mundo natural, os químicos têm se aventurado a produzir um mundo de compostos novos, não naturais, literalmente criando seus próprios objetos de estudo. Algo ainda mais interessante nos resultados de Schummer, e que se opõe abertamente ao cenário que encontramos nesta tese, é que essa contínua produção dos químicos contemporâneos não parece ser dirigida por questões de utilidade social. Mais do que atender a fins econômicos ou a demandas específicas da sociedade, os químicos da atualidade sintetizam novas substâncias, majoritariamente, com vistas ao desenvolvimento das próprias técnicas de síntese, num processo que configura um fim em si mesmo.

Chamando a atenção para a potencialidade do uso de episódios curtos da história da ciência para promover reflexões entre professores, o caso do incêndio na refinaria de açúcar, que utilizamos para apresentar o personagem Samuel Parkes, é sugestivo da permanência de uma visão de senso comum sobre a ciência, que busca nela a definição de verdades objetivas sobre o mundo.

Em particular, a fala do Presidente do tribunal do júri designado para aquele caso ilustra sua admiração frente à incapacidade dos especialistas químicos de entrarem em

acordo sobre uma questão técnica: o trato com óleos aquecidos a 175°C oferece risco de incêndio, sim ou não? O episódio evidencia o quanto o discurso da ciência pode ser afetado quando há valores econômicos e disputas sociais em jogo, ajudando a refletir sobre a não neutralidade da ciência.

Sem a intenção de introduzir juízos anacrônicos, acreditamos que o caso desse julgamento admite paralelo com episódios recentes envolvendo questões políticas e econômicas associadas a problemas científicos. Neste sentido, concordamos com Allchin (2011) ao afirmar que casos históricos apresentam o mesmo potencial de controvérsias atuais para fomentar reflexões sobre a natureza da ciência e suas influências. Entre os exemplos colocados pelo autor, aparece o aumento da idade a partir da qual as mulheres americanas deveriam realizar os exames para prevenção diagnóstica do câncer de mama. Ao transferir essa recomendação dos 40 para os 50 anos de idade da mulher, a força-tarefa de saúde americana argumentava que os limites de detecção do teste de mamografia seriam pouco efetivos no diagnóstico das pacientes mais jovens, e que o surgimento da doença, estatisticamente, seria prevalente na faixa etária superior. Todavia, não seria essa decisão também motivada pela economia nos sistemas públicos de saúde, que passariam a conduzir um número menor de exames, ainda que com isso algumas pacientes reduzissem suas chances de cura pelo diagnóstico tardio da doença? Ou ainda, considerando a predominância da rede particular de atendimento nos Estados Unidos, a forte oposição da comunidade médica a tal medida não envolveria, também, interesses financeiros, a fim de aumentar os gastos com saúde e enriquecer as empresas de diagnósticos? Enfim, seria a ciência capaz de apontar objetivamente qual é o caminho mais correto a ser seguido nesses casos? (Allchin, 2011, p. 520)

Voltando nossa atenção para o contexto do ensino, Parkes não escondia a pretensão de que seu catecismo pudesse servir como livro texto para jovens iniciantes nos estudos da química, e sua estratégia de apresentar essa filosofia intrinsecamente conectada com questões sociais, tecnológicas e econômicas da época nos parece particularmente apropriada, e certamente contribuiu para o sucesso alcançado pela obra no período. Atendendo a uma demanda específica, o autor chegou a adaptar o catecismo para o uso nas escolas britânicas, produzindo seu *Rudiments of Chemistry* (Parkes, 1810b). Essa adaptação, sensivelmente reduzida e comercializada por menos

da metade do preço do catecismo, trazia basicamente a mesma sequência e conteúdo do texto original, mas eliminava as notas de rodapé e substituía o formato de perguntas e respostas por uma narrativa direta, professoral. Já Marcet nunca teve essa pretensão, mas há registros de que suas conversas foram amplamente adotadas como livro texto em escolas americanas, principalmente naquelas voltadas à educação feminina (Lindee, 1991). Tanto *Chemical Catechism* quanto *Conversations on Chemistry* aparecem na lista compilada por Mahaffy (1995) com os livros didáticos utilizados nos Estados Unidos durante o século XIX, e que poderiam inspirar autores modernos a reavivarem a química dos textos atuais.

Tendo em mente esse uso escolar das obras, se nos permitirmos o exercício de buscar inspiração no passado para nossa atividade atual voltada ao ensino, observamos como muitos livros didáticos consagrados pelo uso ao longo do século XX tratam da ciência química como algo fechado em si. Com sumários estruturados apenas em torno de conceitos, a química parece não necessitar de qualquer conexão com o mundo social que se prolonga para além dos muros escolares. Nesse contexto, os materiais didáticos que valorizam as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) se distinguem do que pejorativamente chamamos de "ensino tradicional", e favorecem o resgate do papel essencial das perguntas e demandas sociais – que são características de cada época e lugar – como impulsionadores do desenvolvimento da ciência (Santos & Schnetzler, 2010).

Atentando novamente para os riscos de leituras anacrônicas (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2004), encontramos no catecismo de Parkes uma obra que alcançou sucesso com a estratégia de valorizar aspectos utilitários da química e de apresentá-la sempre de modo aplicado sobre problemas e questões sociais inerentes ao seu contexto histórico. Sugerimos que um dos nossos desafios como educadores em química seja o de reconhecer, dentro da complexidade característica do contexto histórico presente, as demandas sociais que contribuiriam para colocar a química em evidência, agregando interesse ao seu aprendizado.

Já com relação às teorias dos agentes imponderáveis, que aprofundamos na análise do texto de Marcet, refletindo sobre possíveis contribuições desse estudo no âmbito do ensino de química atual, poderíamos sugerir que, na formação de professores, essas ideias sobre a química do século XIX podem ser apresentadas e colocadas em discussão.

Se tomarmos as teorias envolvendo o calórico como exemplo, um aspecto evidente é a diferença entre essas explicações e as atuais, que envolvem o conceito de energia, desenvolvido a partir da década de 1840 (Kuhn, 1959). Entretanto, algumas semelhanças com conteúdos escolares podem ser observadas, como as descrições atuais de "transferência de calor" e a concepção do calórico como um fluido que se transfere de um corpo para outro, além da lógica de conservação desse fluido implícita em muitas das explicações apresentadas neste trabalho.

Outro detalhe relevante que os textos analisados permitem explorar é o caráter aberto das questões e teorias científicas. Vários trechos denotam um jogo de influências, a ausência de consenso sobre questões centrais e a capacidade dos pesquisadores de continuarem seu trabalho mesmo em meio a indefinições. Em relação aos fluidos imponderáveis, verificamos como as interpretações de Humphry Davy variaram ao longo da sua carreira, refletindo-se em atualizações e retomadas de teorias nas edições subsequentes do texto de Marcet. O próprio Davy, em sua última palestra proferida na *RI*, em 1812, manifestava esse caráter aberto ao se referir à natureza dos agentes imponderáveis.

> [...] se há muitas espécies distintas ou um único fluido sutil sujeito a diferentes modificações, – ou se as partículas de qualquer tipo de matéria, em rápido movimento, são capazes de produzir os fenômenos, estes são temas para discussão.
>
> (H. Davy, 1840, p. 335)

Acompanhar as mudanças no texto de Marcet ao longo das suas várias edições nos permitiu observar aspectos interessantes da própria construção da ciência: o papel das hipóteses, o caráter tentativo e, de modo indireto, até mesmo a dificuldade da penetração de novas teorias no corpo do conhecimento científico (Martins, 2006). Como último exemplo, podemos citar que, no capítulo que introduz o estudo dos corpos compostos, o mesmo conjunto de "sete leis da atração química" é apresentado em todas as edições do livro (J. H. Marcet, 1809a, pp. 181–187, 1853b, pp. 1–11). Contudo, essa conversa é progressivamente ampliada, acrescentando discussões sobre a lei das proporções definidas e sobre a decomposição de sais pelo uso de eletricidade. É interessante notar que algo propriamente chamado de "teoria atômica" aparece apenas na última edição do livro, já em 1853, e mesmo nesta, os "átomos químicos" são tratados apenas como uma hipótese útil na interpretação dos casos de isomeria, em que

substâncias formadas pelos mesmos constituintes, nas mesmas proporções, apresentam propriedades distintas, como cor, odor, volatilidade ou outras (J. H. Marcet, 1853b, pp. 15–21).

Por fim, há ainda a teologia natural, que observamos como uma característica da imagem da química divulgada por Parkes e Marcet, e que aprofundamos pelo estudo do tratado químico teológico de William Prout. Alguns detalhes dessa história nos permitem vislumbrar reflexos de valores sociais reluzindo no discurso da ciência, tendo a religião como um filtro intermediador.

O conde Francis Egerton colecionava manuscritos históricos e zelava pela prática da patronagem como uma obrigação social, historicamente desempenhada pela linhagem dos seus antepassados. Em seu testamento, ele destinou a maior parte de suas reservas financeiras para garantir a conservação desses manuscritos, que foram incorporados ao acervo do *British Museum*, além de ampliar bibliotecas e encomendar ao presidente da *RS* a organização dos que viriam a ser os *Bridgewater Treatises* (Topham, 1993). Segundo uma concepção de mundo que não era estranha à aristocracia londrina, Deus teria criado os homens seguindo uma lógica de infinita variedade. Não haveria dois homens iguais, mas todos deveriam conviver em ordem e harmonia. Daí se derivava uma valorização da ordem social pautada em hierarquia, com os representantes de cada classe social cumprindo um papel específico. Para Egerton, Deus dotou alguns homens de recursos e outros de talento, cabendo aos primeiros garantir que estes últimos pudessem colocar seu gênio criativo em prática, ambos contribuindo para o bem social maior. Numa clara referência ao ideal de igualdade da Revolução Francesa, o entendimento de Egerton refletia os receios que se instalavam na aristocracia inglesa, explicitando o entendimento de que negar as diferenças entre os homens (como faziam os franceses) seria negar a vontade de Deus. O testamento do conde foi concebido, portanto, num contexto aristocrático e nacionalista, valorizando um ideal teológico de ordem – natural e social – e enaltecendo a graça de Deus que havia permitido aos ingleses os efeitos da Revolução Industrial, diferentes dos efeitos da Revolução Francesa (Topham, 1993, pp. 40–48).

Como discutimos no panorama traçado sobre as práticas de divulgação científica na Inglaterra, a corrente iluminista que pregava o esclarecimento da razão como forma de livrar os homens da dominação do Estado e da Igreja foi mantida fora dos arredores de

Londres. Na capital, a patronagem garantia financiamento apenas às formas de divulgação comprometidas com a estabilidade social, que tinham na teologia natural uma de suas formas de expressão (Golinski, 1992).

De acordo com Turner (1978, p. 357), as abordagens tradicionais justificam o atual antagonismo entre ciência e religião com base em três argumentos lógicos, a saber: 1) as explicações naturalistas da ciência dispensariam pressupostos metafísicos ou teológicos; 2) teorias científicas específicas apontariam contradições na interpretação literal de passagens da Bíblia; ou 3) os dogmas e a autoridade religiosa interfeririam na pesquisa científica.

Sem menosprezar a importância dessas questões, Turner chama a atenção para uma leitura mais social do conflito, argumentando que, muito além das ideias, a rivalidade entre ciência e religião foi construída pelo trabalho ativo de pessoas e instituições em defesa dos seus próprios interesses (Turner, 1978, p. 370). Homens como Thomas Huxley (1825-1895) e John Tyndall (1820-1893) (apenas para citar alguns ligados à *RI*, tão destacada neste trabalho) se empenharam pessoalmente nas causas de assegurar aos cientistas profissionais a exclusividade no fazer ciência e de excluir os religiosos dos postos ligados ao ensino, ampliando sua influência na formação de uma cultura científica pública que se estabeleceria na sociedade. Ao mesmo tempo, a própria Igreja da Inglaterra buscava "se tornar mais autônoma frente a influências extra-eclesiásticas", redefinindo-se em termos dos seus valores teológicos e institucionais (Turner, 1978, p. 368).

Como mencionamos na apresentação desta tese, o processo de profissionalização da ciência – que colocou as atividades de divulgação abaixo do prestígio dos cientistas – trouxe o conflito entre a ciência e a religião como um dos seus subprodutos. No entanto, o aprofundamento da análise desse contexto, que avança à segunda metade do século XIX, foge ao escopo desta tese, sugerindo novas pesquisas para uma aproximação cuidadosa. Nosso intuito ao apresentar a obra de William Prout, detalhando uma característica encontrada nos textos de divulgação, era apenas explicitar aspectos de um período anterior a tal conflito, apresentando ao leitor uma química que admitia e até reforçava princípios religiosos sem ferir o rigor das suas análises.

No entanto, é importante frisar que não podemos tratar da teologia natural como uma visão unânime entre os filósofos. Como registramos ao detalhar o texto de Prout,

o modelo de discurso observado nos casos estudados parte de um comprometimento prévio dos autores com a existência de um Deus, e essa crença inicial justifica observar os fenômenos naturais como instâncias de *design*.

Para esclarecer esse ponto, apresentamos um último registro encontrado nos diários de Alexandre Marcet, que denota a sua diferença de opinião com relação aos vínculos entre a ciência e a religião.

> Minha esposa afirmou esta noite que a religião se ligaria fortemente em propósito com o estudo da Filosofia da Natureza. Eu defendi o contrário. [...]
>
> A filosofia natural é uma ciência de fatos que demanda um grande recolhimento de espírito, enquanto a religião aquece o coração e a imaginação, e muitas vezes exalta o espírito às custas da razão. A filosofia natural muda e se amplia a cada dia sem conflito e sem violência, ao passo que a religião não muda a menos que haja crises e abalos terríveis. Na Física, cada um tem o direito de professar esta ou aquela opinião, esta ou aquela teoria, enquanto na religião toda inovação é refutada [como] criminosa. Que loucura pretender descobrir nos fenômenos da criação esta ou aquela visão particular do seu autor, ou explicar sua sabedoria por esta ou aquela teoria que a experiência, possivelmente, um dia demonstrará ser falsa. Que o espetáculo do universo, que a grandeza e a unidade de desígnio que nós nele enxergamos, atinja o coração, sensibilize a imaginação, e faça elevar a alma em direção ao poder infinito que o criou e que o governa, é um sentimento ao qual todo homem sensível e racional deverá sem dúvida louvar; mas que no estudo das Leis da Natureza se busquem sistematicamente os tópicos religiosos, isto eu creio que nenhum Filósofo de verdade jamais poderá aprovar.
>
> (A. Marcet, 1801c, pp. 18–20 / BGE)

Como se percebe, a visão de Alexandre Marcet o colocava em meio à segunda classe de opositores ao argumento do *design* mencionada por Prout em seu tratado, isto é, aqueles que, mesmo aceitando a existência de um Deus criador, julgavam que não era papel da filosofia natural elucidar seus atributos. O relato de Alexandre também deixa claro que a teologia natural não era uma noção que decorria naturalmente da prática científica no início do século XIX. Longe disso, ela reflete a influência de uma visão partilhada por alguns filósofos e divulgadores, e que se mostrou bem aceita pelo público ao integrar textos introdutórios à química que alcançaram sucesso dentro do seu contexto.

Considerações finais

Consideramos que o objetivo traçado para esta tese era simples – acessar a química do passado por meio das obras de divulgação –, mas os resultados encontrados revelam interesse histórico e também didático, pois permitem descrever um contexto e um conjunto de teorias robusto e coerente, que sustenta uma visão de mundo capaz de harmonizar questões sociais, econômicas e religiosas ligadas à atividade científica.

De acordo com Schummer, Bensaude-Vincent e Van Tiggelen, não existe uma leitura única que possa ser caracterizada como a imagem pública da química, mas sim um conjunto de imagens em contínua interação, variando entre épocas e contextos distintos. Algumas dessas imagens são produzidas intencionalmente pelos químicos como tentativas de promover sua atuação, outras são disseminadas, implícita ou explicitamente, pela divulgação, pela mídia e pelo ensino. Assim, os autores são categóricos ao afirmar que a imagem pública da química "é um fenômeno social e cultural extremamente complexo, situado na interface entre vários públicos, cientistas e instituições mediadoras" (Schummer *et al.*, 2007, p. 4).

Neste trabalho, identificamos as obras *The Chemical Catechism* (Parkes, 1807) e *Conversations on Chemistry* (J. H. Marcet, 1809a) como dois dos textos de divulgação da química que alcançaram maior destaque na Inglaterra da primeira metade do século XIX, e tentamos aprofundar a imagem da química comunicada por essas obras.

Numa breve revisão bibliográfica, verificamos como as iniciativas de divulgação científica foram conduzidas por vários atores e se prestaram a diferentes funções ao longo dos séculos. No contexto abrangido por esta pesquisa, encontramos um modelo de divulgação escrita por autores que não participavam diretamente da produção de conhecimentos químicos, mas que assumiam o papel de intermediários entre esta ciência e um público relativamente amplo, sem a pretensão de formar especialistas.

As duas obras selecionadas cumprem com os três requisitos apontados por Luis Estrada (1992) como essenciais na boa divulgação científica. Elas comunicam de forma clara e fiel o conhecimento que as motiva; não se limitam a relatar os resultados do trabalho científico, mas também abordam seus processos construtivos; e, acima de tudo, valorizam os elementos que permitem integrar o conhecimento químico à cultura geral, o que foi considerado neste trabalho como um dos componentes centrais da visão da química comunicada.

Na apresentação de Samuel Parkes e do seu catecismo químico, partimos de um curto episódio histórico que permite ilustrar várias contribuições que a história da ciência pode trazer ao ensino. Além de destacar aspectos da natureza da ciência como seu caráter coletivo, histórico e sempre relacionado a contextos sociais particulares (Abd-El-Kalick & Lederman, 2000; Gil-Pérez et al., 2001), o caso do incêndio de 1819 numa refinaria de açúcar londrina também nos permite a introdução de personagens menos conhecidos na história da química, como é o caso de Samuel Parkes.

O envolvimento de Parkes com a química foi bastante intenso, embora tardio. Parkes atuou em Londres como produtor de reagentes e consultor em assuntos técnicos da química, aprofundando-se nos meios produtivos e abastecendo uma sociedade na qual a química gozava de grande prestígio, indo do mero entretenimento até a resolução prática de questões de enorme interesse político e social (Knight, 2000). O contexto da época também favoreceu o lançamento de Parkes como autor de livros introdutórios à química, e seu maior reconhecimento se deu em função de *Chemical Catechism*, publicado originalmente em 1806 e seguido por diversas reedições que lhe renderam títulos e honras na Inglaterra e no exterior.

A biografia de Parkes nos permite observá-lo, efetivamente, como um produto do seu tempo. Trata-se de um homem que enriqueceu explorando a utilidade da química. E o momento que a Inglaterra vivia exigia que se tirasse todo o proveito dos recursos que essa ciência poderia oferecer. O apelo à teologia natural em sua obra, ainda que sincero, inseria outro poderoso instrumento de convencimento. Em suma, parecia haver uma convergência de fatores em favor do sucesso de *Chemical Catechism*.

Em seu texto, Parkes apresenta uma leitura prática e utilitária da química, com respostas diretas que expõem os conceitos desse ramo da filosofia natural de modo estritamente relacionado à interpretação de situações concretas. Dentre as críticas que a obra recebeu, as principais se referiam aos riscos envolvidos na reprodução dos experimentos propostos, e também é sensível que a parte catequética do texto, de fato, não alcança o esclarecimento detalhado da química que é proposto como útil pelo autor. O suficiente para tanto aparece apenas nas notas de rodapé. Apesar dessas fragilidades destacadas por periódicos da época, há vários indícios históricos que atestam o sucesso alcançado por autor e obra, e estes podem inspirar professores e pesquisadores da área de ensino em suas reflexões sobre estratégias de abordagem que

permitam aproximar a química dos interesses sociais que marcam nosso contexto de trabalho.

Jane Marcet representa uma autora mais conhecida e já bastante referenciada nos estudos em história da ciência e na sua interface com o ensino (Armstrong, 1938; Bahar, 2001; Baldinato & Porto, 2009; Camacho, 2014; Lindee, 1991; Trindade, 2010). Assim, neste trabalho, depois de ampliar o entendimento sobre o processo de construção da obra *Conversations on Chemistry* pelo estudo de registros históricos originais, optamos por investigar as mudanças efetuadas em várias edições do texto, levantando indícios que denotam a influência de fontes específicas sobre o conteúdo da química apresentado pela autora.

Ao esmiuçarmos a participação do calórico, da luz e da eletricidade nos processos químicos, verificamos o papel fundamental desses agentes em meio às teorias químicas da época. Nas cinco décadas que separam a primeira e a última edição analisadas, não se verifica nenhum movimento de abandono das ideias envolvendo esses fluidos misteriosos, mas uma contínua revisão das pesquisas que buscavam determinar se tais agentes seriam de naturezas distintas ou apenas manifestações múltiplas de um mesmo princípio. É interessante notar, portanto, que o papel fundamental do princípio da conservação de massa e o conceito de elemento como substância simples não implicaram na remoção dos agentes imponderáveis da química. Assim, a pregação de Lavoisier contra o flogístico, muitas vezes idealizada por divulgadores e educadores como uma ruptura radical, não pode ser entendida como uma rejeição a tudo aquilo que não podia ser pesado na balança. Afinal, o próprio Lavoisier recorreu ao calórico e à luz como princípios em sua tabela de corpos elementares. E as obras de divulgação analisadas nesta tese mostram como estes agentes, junto à eletricidade, prevaleceram como parte indispensável das teorias químicas.

Em particular, verificamos fortíssima influência das pesquisas de Humphry Davy sobre as atualizações registradas no livro de Marcet. Na década de 1810, os estudos elétricos de Davy parecem ter sido capazes de abalar as interpretações dos fenômenos mais fundamentais da química, e é curioso notar como essa euforia motivou críticas dos editores americanos de *Conversations on Chemistry*, e perdeu força nas edições posteriores da obra.

Dos pontos comuns encontrados nas obras de Parkes e Marcet emerge uma química fundamentada nos mecanismos de síntese e decomposição, que recorre constantemente à experimentação como forma sensorialmente atrativa de produzir e validar seu entendimento sobre os compostos e suas interações. O conhecimento químico se mostra útil e diretamente aplicável na resolução de problemas econômicos e sociais locais, mas também é muito valorizado como fonte de evidências da sabedoria divina, que se revela no comportamento pormenorizado dos corpos naturais.

Esse último aspecto, condensado no rótulo de teologia natural, foi ainda aprofundado pela leitura do *Bridgewater Treatise* de William Prout, revelando uma química cujos resultados serviam para reforçar crenças religiosas. Um último detalhe a esse respeito pode ser revelado ao se notar que a teologia natural em química era diferente porque tinha apelo prático, e não apenas contemplativo. Percebendo-se o *design* do Criador sobre o comportamento de uma dada substância, utilizava-se esse entendimento para tirar melhor proveito dela em aplicações úteis (Knight, 2004b, p. 2). Tomando apenas a água como exemplo, basta considerar a já valorizada característica dela absorver grandes quantidades de calor nas mudanças de estado físico, pois esta constituía a base do funcionamento da máquina a vapor. O mesmo se nota ao observar a sensível diminuição do ponto de congelamento da água ocasionada pela dissolução de sais, pois isso permitia a produção de sistemas congelantes pela simples mistura de neve e sal, numa época em que não existiam refrigeradores.

Dentre muitos exemplos possíveis, esperamos ter, com os apresentados nesta tese, evidenciado um momento histórico particularmente favorável à formação de uma imagem pública da química dinâmica e complexa, indissociável de valores sociais, e influenciada por interesses econômicos, políticos e religiosos.

– Referências bibliográficas –

Abd-El-Kalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(10), 1057–1095.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. *Science and Education*, *18*(9), 1177–1192.

Aikin, A., & Aikin, C. R. (1814). *An account of the most important recent discoveries and improvements in Chemistry and Mineralogy, to the present time ; Being an Appendix to their Dictionary of Chemistry and Mineralogy*. London: John and Arthur Arch, William Phillips, George Yard.

Aikin, C. R. (1803). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4242, f. 6-7: Aikin, Charles Rochemond. Lettre à Alexandre Marcet, 16 mars 1803.

Alfonso-Goldfarb, A. M., Ferraz, M. H. M., & Beltran, M. H. R. (2004). A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In A. M. Alfonso-Goldfarb & M. H. R. Beltran (Eds.), *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas* (pp. 49–74). São Paulo: Livraria da Física, EDUC, Fapesp.

Allchin, D. (1992). Phlogiston After Oxygen. *Ambix*, *39*(3), 110–116.

Allchin, D. (1994). James Hutton and phlogiston. *Annals of Science*, *51*(6), 615–635.

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, *95*(3), 518–542.

André, J. P. (2013). As conversas de Jane. RepositoriUM, Universidade do Minho. Recuperado em 5 maio, 2013, de http://hdl.handle.net/1822/22327

Anônimo. (1805a). (Letter to the editor). *The Gentleman's Magazine and Historical Chronicle*, *75*(2), 1205.

Anônimo. (1805b, December 14). Conversations on Chemistry. *The Morning Post*, p. 2. London. Recuperado em 9 setembro, 2015, de http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/bl/0000174/18051214/001/0002

Anônimo. (1806). Conversations on Chemistry (review). *The Monthly Review or Literary Journal*, *50*(2), 330–331.

Anônimo. (1807a). A Chemical Catechism for the use of Young people... (review). *The Monthly Review or Literary Journal*, *53*, 64–67.

Anônimo. (1807b). A Chemical Catechism. By Samuel Parkes, Manufacturing Chemist (review). *The Gentleman's Magazine and Historical Chronicle*, *77*(1), 143–145.

Anônimo. (1808). The Chemical Catechism. By Samuel Parkes, General Manufacturing Chemist. The second edition... (review). *The Gentleman's Magazine and Historical Chronicle*, *78*(1), 227–228.

Anônimo. (1809, July 3). Law Inteligence: Court of Chauncery, July 1. *The Morning Post*, p. 3. London. Recuperado em 10 março, 2015, de http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/BL/0000174/18090703/001/0003

Anônimo. (1821). On the inflammability of fixed oils. *The London Journal of Arts and Sciences*, *II*, 60–61.

Anônimo. (1826). Obituary: Samuel Parkes, Esq. *The Monthly Repository of Theology and General Literature*, *21*, 120–121.

Anônimo. (1829). Obituary. Earl of Bridgewater. *The Gentleman's Magazine and Historical Chronicle*, *XCIX*(22th new series), 558–560.

Anônimo. (1836). Chemistry, Meteorology and the Function of Digestion considered with Reference to Natural Theology, by William Prout (review). *The Medico-Chirurgical Review*, *24*, 385–400.

Anônimo. (1850). Memoir of Dr. Prout, F.R.S. *The Medical Times: A Journal of Medical Science, Literature, Criticism, and News*, *1 (new series)*, 15–17.

Armstrong, E. V. (1938). Jane Marcet and Her "Conversations on Chemistry." *Journal of Chemical Education*, (15), 53–57.

Bachelard. (2009). *O Pluralismo Coerente da Química Moderna*. (E. S. Abreu, Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto.

Bahar, S. (2001). Jane Marcet and the limits to public science. *The British Journal for the History of Science*, *34*(01), 29–49.

Baldinato, J. O. (2009). *A química segundo Michael Faraday: Um caso de divulgação científica no século XIX*. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Baldinato, J. O., & Porto, P. A. (2009). Jane Marcet e Conversations on Chemistry: Divulgando a Química no início do Século XIX. In *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC, Brasil.

Bensaude-Vincent, B. (2001). A genealogy of the increasing gap between science and the public . *Public Understanding of Science*, *10*(1), 99–113.

Berzelius, J. J. (1831). *Traité de Chimie. 2e Partie - Chimie Organique. Tome 5e*. (M. Esslinger, Trad.). Paris: Firmin Didot Frères, J. B. Baillière.

Bird, G. (1842). Observations on Urinary Concretions and Deposits: with an account of the Calculi in the Museum of Guy's Hospital. In G. H. Barlow & J. P. Babington (Eds.), *Guy's Hospital Reports* (Vol. VII, pp. 175–232). London: Samuel Highley.

Brasil, Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. (2001). *Parecer 1.303/2001 - Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*.

Brasil, Ministério da Educação. (2002). *Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+ Ensino Médio)*. Brasília: MEC/SEMTEC.

Brock, W. H. (1965). The life and work of William Prout. *Medical History*, *9*(2), 101–126.

Brock, W. H. (1966). The selection of the authors of the Bridgewater Treatises. *Notes and Records of the Royal Society of London*, *21*(2), 162–179.

Brooke, J. H. (1974). Natural Theology in Britain from Boyle to Paley. In J. H. Brooke, R. Hooykaas, & C. Lawless (Eds.), *New Interactions between theology and Natural Science* (pp. 8–54). Milton Keynes: Open University Press.

Buci, J. R. (2012). *Humphry Davy e a questão da classificação do potássio e do sódio*. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Calvo Hernando, M. (1998). La comunicación de la ciencia al público, un reto del siglo XXI. *ACTA*, (9), 45–49.

Camacho, J. (2014). Aportes de Jane Marcet a la divulgación y educación química en el siglo XIX. *Educación Química*, 25(E1), 240–244.

Canguilhem, G. (1972). O objeto da história das ciências. *Tempo Brasileiro*, *28*, 7–21.

Chemicus Senectus. (1817, April 2). (Letter to the editor). *The Morning Chronicle*, p. 3. London. Recuperado em 10 março, 2015, de http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/BL/0000082/18170402/001/0003

Coley, N. G. (1968). Alexander Marcet (1770-1822), physician and animal chemist. *Medical History*, *12*(4), 394–402.

Crellin, J. K. (1979). Mrs. Marcet's "Conversations on Chemistry." *Journal of Chemical Education*, *56*(7), 459–460.

Darnton, R. (1990). *O beijo de Lamourette: mídia, cultura e revolução*. São Paulo: Companhia das Letras.

Darnton, R. (2008). “O que é a história do livro?” revisitado. *ArtCultura*, *10*(16), 155–169.

Davy, H. (1807). The Bakerian Lecture: On Some Chemical Agencies of Electricity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *97*, 1–56.

Davy, H. (1808). Electro-Chemical Researches, on the Decomposition of the Earths; With Observations on the Metals Obtained from the Alkaline Earths, and on the Amalgam Procured from Ammonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *98*, 333–370.

Davy, H. (1813). *Elements of Agricultural Chemistry*. London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.

Davy, H. (1830). *Consolations in Travel, or The Last Days of a Philosopher*. London: John Murray.

Davy, H. (1839a). Essay on Heat, Light, and the Combinations of Light, with a New Theory of Respiration. In J. Davy (Ed.), *The Collected Works of Sir Humphry Davy: Early Miscellaneous Papers, from 1799 to 1805* (Vol. II, pp. 3–86). London: Smith, Elder and Co.

Davy, H. (1839b). Syllabus of a course of lectures on chemistry, delivered at the Royal Institution of Great Britain. In J. Davy (Ed.), *The Collected Works of Sir Humphry Davy: Early Miscellaneous Papers, from 1799 to 1805* (Vol. II, pp. 327–436). London: Smith, Elder and Co.

Davy, H. (1840). On the great forms of matter (extract). In J. Davy (Ed.), *The Collected Works of Sir Humphry Davy: Elements of Agricultural Chemistry, Part II, Miscellaneous Lectures and Extracts from Lectures* (Vol. VIII, pp. 334–337). London: Smith, Elder and Co.

De la Rive, A. (1858). Madame Marcet. *Bibliothèque Revue Suisse et étrangère*, *64*(4), 445–468.

Dreifuss, J. J., & Sigrist, N. T. (2010). Les Conversations sur la Chimie (1806) de Jane et Alexandre Marcet. *Revue Médicale Suisse*, *6*, 776–778.

Dreifuss, J. J., & Sigrist, N. T. (2012). The making of a bestseller: Alexander and Jane Marcet’s Conversations on Chemistry. In A. Lykknes, D. L. Opitz, & B. Van Tiggelen (Eds.), *For Better or For Worse? Collaborative Couples in the Sciences* (Vol. 44, pp. 19–32). Springer Basel.

Eddy, M. D., & Knight, D. (2006). Introduction. In Paley, W. *Natural theology*. (M. D. Eddy & D. Knight, Eds.) (pp. ix-xxix). New York: Oxford University Press.

Edgeworth, R. (1816). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Edgeworth, Richard. Lettre à Jane Marcet, 29 novembre 1816.

Estrada, L. (1992). La divulgación de la ciencia. *Ciencias*, (27), 69–76.

Estrada, L. (2003). Conocimiento del Universo y La divulgación de la ciencia. In L. Estrada (Ed.), *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...? Cuadernos de divulgación para divulgadores* (pp. 29–45). México: UNAM.

Faraday, M. (1846). Experimental Researches in Electricity - Nineteenth Series. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *136*(1), 1–20.

Faraday, M. (1861). *The Chemical History of A Candle*. New York: Harper & Brothers.

Faraday, M. (1904). *The Liquefaction of Gases*. Edinburgh: The Alembic Club.

Faraday, M. (2003). *A história química de uma vela; As forças da matéria*. (V. Ribeiro, Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto.

Fontenelle, B. B. (1731). Eloge de M. Du Hamel. In B. B. Fontenelle (Ed.), *Histoire de L'Académie Royale des Sciences* (pp. 142–152). Paris: Martin, Coignard et Guerin.

Forato, T. C. M., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *28*(1), 27–59.

French National Institute. (1809). Scientific News. *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, *24*(2), 68–79.

Gates, B. T., & Shteir, A. B. (1997). Introduction: Charting the Tradition. In B. T. Gates & A. B. Shteir (Eds.), *Natural Eloquence: Women Reinscribe Science* (pp. 3–24). Madison: The University of Wisconsin Press.

Germano, M. G., & Kulesza, W. A. (2007). Popularização da ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *24*(1), 7–25.

Gilbert, D. (1831). Statement respecting the Legacy left by the late Earl of Bridgewater, for rewarding the Authors of Works, to be published in pursuance of his Will; and demonstrative of the Divine Attributes, as manifested in the Creation. *The Philosophical Magazine*, *IX*(1), 200–202.

Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência E Educação*, *7*(2), 125–53.

Glasstone, S. (1947). William Prout (1785-1850). *Journal of Chemical Education*, *24*(10), 478–481.

Golinski, J. (1992). *Science as public culture: chemistry and Enlightenment in Britain, 1760–1820*. *Medical history* (Vol. 37). Cambridge: Cambridge University Press.

Gooday, G., Lynch, J. M., Wilson, K. G., & Barsky, C. K. (2008). Does Science Education Need the History of Science? *Isis*, *99*(2), 322–330.

Gordin, M. D. (2012). The Textbook Case of a Priority Dispute: D. I. Mendeleev, Lothar Meyer, and the Periodic System. In M. Biagioli & J. Riskin (Eds.), *Nature Engaged: Science in Practice from the Ranaissance to the Present* (pp. 59–82). New York: Palgrave Macmillan.

Graham, M. (1816). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Graham, Maria. Lettre à Jane Marcet, 1er avril 1816.

Gross, A. G. (1994). The role of rhetoric in the public understanding of science. *Public Understanding of Science*, *3* (1), 3–23.

Hall, H. (1829). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Hall, Helen. Lettre à Jane Marcet, 15 août 1829.

Hilgartner, S. (1990). The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses. *Social Studies of Science*, *20*(3), 519–539.

Hodgetts, J. W. (1827). Sketch of the life of the late Samuel Parkes, Esq. *The Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts*, *23*, 1–11.

Homburg, E. (2007). From chemistry for the people to the wonders of technology: The popularization of chemistry in the Netherlands during the nineteenth century. In J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, & B. Van Tiggelen (Eds.), *The public image of chemistry* (pp. 123–135). Singapore: World Scientific.

Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science and Education*, *20*(3), 293–316.

Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science and Education*, *20*(7), 591–607.

Jacques, J. (1986). Petite chronique archéologique: Une chimiste qui avait de la conversation - Jane Marcet (1769-1858). *Nouveau Journal de Chimie*, *10*(4-5), 209–211.

James, F. A. J. L. (1996). *The Correspondence of Michael Faraday* (Vol. 3). London: IET.

James, F. A. J. L. (2007). Constructing space for science at the Royal Institution of Great Britain. *Physics in Perspective*, *9*(2), 130–185.

James, F. A. J. L. (Ed.). (2008a). *Christmas at the Royal Institution: An anthology of Lectures by M. Faraday, J. Tyndall, R. S. Ball, S. P. Thompson, E. R. Lankester, W. H. Bragg, W. L. Bragg, R. L. Gregory and I. Stewart*. Singapore: World Scientific.

James, F. A. J. L. (2008b). *The Correspondence of Michael Faraday* (Vol. 4). London: IET.

Jenkins, A. (2008). *Michael Faraday's Mental Exercises: An Artisan Essay-Circle in Regency London*. London: Liverpool Univ. Press.

Johns-Putra, A. (2011). “Blending Science with Literature”: The Royal Institution, Eleanor Anne Porden and The Veils. *Nineteenth-Century Contexts: An Interdisciplinary Journal*, *33*(1), 35–52.

Jones, P. M. (2016). *Agricultural Enlightenment: Knowledge, Technology, and Nature, 1750-1840*. Oxford: Oxford University Press.

Jones, T. P. (1832). *New conversations on chemistry*. Philadelphia: Grigg.

Joyce, J. (1807). *Dialogues in Chemistry*. London: J. Johnson.

Keates, W. M. (1822). On the Analysys of Brass. *Annals of Philosophy*, *3*, 325–328.

Keene, M. (2013). From Candles to Cabinets: "Familiar Chemistry" in Early Victorian Britain. *Ambix*, 60(1), 54-77.

Knight, D. (1986). Accomplishment or Dogma: Chemistry in the Introductory Works of Jane Marcet and Samuel Parkes. *Ambix*, *33*(2), 94–98.

Knight, D. (1998). *Humphry Davy: Science and Power*. Cambridge: University Press.

Knight, D. (2000). Communicating Chemistry: The Frontier between Popular Books and Textbooks in Britain during the First Half of the Nineteenth Century. In A. Lundgren & B. Bensaude-Vincent (Eds.), *Communicating Chemistry: Textbooks and Their Audiences* (pp. 295–310). Canton, MA: Science History Publications.

Knight, D. (2002). Scientists and their publics. Popularization of Science in the Nineteenth Century. In M. J. Nye (Ed.), *The Cambridge History of Science. Volume 5: The Modern Physical and Matemathical Sciences* (pp. 72–90). Cambridge: Cambridge University Press.

Knight, D. (2004a). Trabalhando à luz de duas culturas. In A. M. Alfonso-Goldfarb & M. H. R. Beltran (Eds.), *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas* (pp. 147–164). São Paulo: Livraria da Física, EDUC, Fapesp.

Knight, D. (2004b). The 2003 Edelstein Award Address. *Bulletin for History of Chemistry*, *29*(1), 1–8.

Knight, D. (2007). Popularizing chemistry: Hands-on and hands-off. In J. Schummer, B. Bensaude-Vincent, & B. Van Tiggelen (Eds.), *The public image of chemistry* (pp. 123–135). Singapore: World Scientific.

Kuhn, T. S. (1959). Energy conservation as an example of simultaneous discovery. In M. Clagett (Ed.), *Critical Problems in the History of Science* (pp. 321–356). Madison, Milwaukee, and London: The University of Wisconsin Press.

Kurzer, F. (1997). Samuel Parkes: Chemist, author, reformer - A biography. *Annals of Science*, *54*, 431–462.

Lavoisier, A. L. (2007). *Tratado Elementar da Química: Apresentado em uma ordem nova e segundo as descobertas modernas*. (L. S. P. Trindade, Trad.). São Paulo: Madras. (Trabalho original publicado em 1789)

Leavis, F. R., & Collini, S. (2013). *Two Cultures?: the significance of C. P. Snow (1962)*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lee, S. (1895). *Dictionary of National Biography, 1885-1900, Volume LXIII*. (S. Lee, Ed.) (Vol. XLIII). New York: Macmillan and Co.

Lewenstein, B. V. (1994). A survey of activities in public communication of science and technology in the United States. In B. Schiele (Ed.), *When science becomes culture* (pp. 119–178). Quebec: University of Ottawa Press.

Lightman, B. V. (1997). *Victorian science in context*. Chicago and London: The University of Chicago Press.

Lightman, B. V. (2007). *Victorian Popularizers of Science: Designing Nature for New Audiences*. Chicago and London: The University of Chicago Press.

Lindee, M. S. (1991). The American Career of Jane Marcet's Conversations on Chemistry, 1806-1853. *Isis*, *82*(1), 9–23.

Macquer, P. J. (1749). *Elemens de Chymie Theorique*. Paris: Jean-Thomas Herissant.

Mahaffy, P. G. (1995). Breathing Life into Chemists: resuscitating chemistry with insights from 19th century textbooks. *Journal of Chemical Education*, *72*(9), 767–773.

Marcet, A. (n.d.). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Alexandre. Notes scientifiques autographes: "Object of chemistry and division": cartes numéros 6, 7, 17, 21 et 22.

Marcet, A. (1801a). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Alexandre. Journal autographe, volume 1, 25 février 1801.

Marcet, A. (1801b). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Alexandre. Journal autographe, volume 1, 2 août 1801.

Marcet, A. (1801c). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Alexandre. Journal autographe, volume 1, 20 février 1801.

Marcet, A. (1805). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Alexandre. Journal autographe, volume 4, 7 decémbre 1805.

Marcet, J. H. (1805). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4244, f. 198-199: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, 2 juillet 1805.

Marcet, J. H. (1806). *Conversations on Chemistry* (Vol. 2). London: Longman, Hurst, Rees, and Orme.

Marcet, J. H. (1808). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, 29 juillet 1808.

Marcet, J. H. (1809a). *Conversations on Chemistry*. New Haven: Sidney's Press For Increase Cook & Co.

Marcet, J. H. (1809b). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4244, f. 204: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, septembre 1809.

Marcet, J. H. (1809c). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4244, f. 206-207: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, 26 septembre 1809.

Marcet, J. H. (1809d). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4244, f. 208-209: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, 29 septembre 1809.

Marcet, J. H. (1809e). Bibliothèque de Genève, Ms. fr. 4244, f. 214-215: Marcet, Jane. Lettre à Alexandre Marcet, 1809.

Marcet, J. H. (1816a). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Jane. Lettre à Richard Edgeworth, 8 décembre 1816.

Marcet, J. H. (1816b). *Conversations on Political Economy*. London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.

Marcet, J. H. (1817a). *Conversations on Chemistry* (5th ed., Vol. 1). London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.

Marcet, J. H. (1817b). *Conversations on Chemistry2* (5th ed., Vol. 2). London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.

Marcet, J. H. (1829). *Conversations on Vegetable Physiology* (Vol. 1). London: Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown, and Green.

Marcet, J. H. (1832a). *Conversations on Chemistry* (12th ed., Vol. 1). London: Longman, Rees, Orme, Brown, Green, & Longman.

Marcet, J. H. (1832b). *Conversations on Chemistry2* (12th ed., Vol. 2). London: Longman, Rees, Orme, Brown, Green, & Longman.

Marcet, J. H. (1846). Bibliothèque de Genève, Non catalogué, acquisition 2011/4: Marcet, Jane. Journal autographe, 24 octobre 1785.

Marcet, J. H. (1853a). *Conversations on Chemistry* (16th ed., Vol. 1). London: Longman, Brown, Green, and Longmans.

Marcet, J. H. (1853b). *Conversations on Chemistry2* (16th ed., Vol. 2). London: Longman, Brown, Green, and Longmans.

Marcet, J. H., & Comstock, J. L. (1822). *Conversations on Chemistry* (8th ed.). Hartford: Oliver D. Cooke.

Martins, R. A. (2000). Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? *Episteme. Filosofia E História Das Ciências Em Revista*, (10), 39–56.

Martins, R. A. (2006). Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In C. C. Silva (Ed.), *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. xxi–xxxiv). São Paulo: Livraria da Física.

Massarani, L. (1998). *A divulgação cientifica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20*. Dissertação de Mestrado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro.

Massarani, L., & Moreira, I. C. (2004). Popularisation of science: historical perspectives and permanent dilemmas. *Quark*, (32), 75–79.

Matthews, M. R. (1994). História, filosofia y enseñanza de las ciências: La aproximación actual. *Enseñanza de Las Ciências*, *12*(2), 255–277.

Mendeleev, D. I. (1891). *Principles of Chemistry*. (A. J. Greeenaway, Ed., G. Kamensky, Trad.) (5th ed., Vol. 2). London: Longmans, Green, and Co.

Mendes, M. F. A. (2006). *Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)*. Tese de Doutorado, Casa de Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro.

Mora, A. M. S. (2003). *A divulgação da ciência como literatura*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ.

Myers, G. (2003). Discourse studies of scientific popularisation: questioning the boundaries. *Discourse Studies*, *5*(2), 265–279.

Neeley, K. A. (1992). Woman as mediatrix: women as writers on science and technology in the eighteenth and nineteenth centuries. *IEEE Transactions on Professional Communication*, *35*(4), 208–216.

Oliosi, E. C. (2010). *Os estudos de Joseph Priestley (1733-1804) sobre a teoria da eletricidade*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

Paley, W. (2006). *Natural theology*. (M. D. Eddy & D. Knight, Eds.). New York: Oxford University Press. (Trabalho original publicado em 1802)

Parkes, S. (1807). *Chymical Catechism: Application of Chymistry to the arts, for the use of Young people, artists, tradesmen and the amusement of leisure hours*. Philadelphia: James Humphreys.

Parkes, S. (1808a, January 18). Advertisement to The Chemical Catechism. *Caledonian Mercury*, p. 1. Edinburgh. Recuperado em 10 março, 2015, de

http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/bl/0000045/18080118/001/0001

Parkes, S. (1808b, December 9). Advertisement to The Chemical Catechism. *The Morning Post*, p. 2. London. Recuperado em 10 março, 2015, de http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/BL/0000174/18081209/002/0002

Parkes, S. (1810a). *The chemical Catechism* (4th ed.). London: Lackington, Allen and Co.

Parkes, S. (1810b). *The Rudiments of Chemistry*. London: Lackington, Allen and Co.

Parkes, S. (1810c, January 10). Advertisement to The Rudiments of Chemistry. *The Morning Post*, p. 2. London. Recuperado em 29 setembro, 2015, de http://www.britishnewspaperarchive.co.uk/viewer/bl/0000174/18100110/002/0002

Parkes, S. (1812a). *The chemical Catechism* (5th ed.). London: Lackington, Allen and Co.

Parkes, S. (1812b). A new table of the Quantities of Acid in Sulphuric Acid of different Densities, constructed for the use of manufacturers; being the result of experiments made with the strongest Sulphuric Acid of commerce. *The Philosophical Magazine*, *40*, 161–168.

Parkes, S. (1816). Account of a Visit to Birstal, Dr. Priestley's Native Place. *The Monthly Repository of Theology and General Literature*, *XI*, 274–276.

Parkes, S. (1817). *Thoughts on the Laws relating to Salt*. London: Baldwin, Cradock, and Joy.

Parkes, S. (1818). *The chemical Catechism* (8th ed.). London: Baldwin, Cradock, and Joy.

Parkes, S. (1821a). Observations on the Chemical Part of the Evidence given upon the late Trial of the Action brought by Messrs Severn King & Co. against the Imperial Insurance Company. *Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts*, *10*, 316–354.

Parkes, S. (1821b). Additional Observations respecting the Oil Question. *Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts*, *11*(XXI), 86–117.

Parkes, S. (1826). *The chemical Catechism* (12th ed.). London: Baldwin, Cradock, and Joy.

Parkinson, J. (1800). *The chemical pocket-book, or memoranda chemica.* London: D. H. Symonds, Murray and Highley, Callow, Coxe, Arch, and Cuthell.

Pasquali, A. (1978). *Compreender la comunicación*. Caracas: Monte Ávila Editores.

Peduzzi, L. O. Q. (2001). Sobre a utilização didática da história da ciência. In M. Pietrocola (Ed.), *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (pp. 151–170). Florianópolis: Ed.UFSC.

Phillips, R. (1821). A letter to Mr. Samuel Parkes, occasioned by his Observations on the "Oil Question". *Quarterly Journal of Science, Literature, and the Arts*, *XI*(XXI), 327–336.

Phillips, R., Taylor, P., Children, J. G., Martineau, J. J., Bostock, J., & Taylor, J. (1821). *Remarks on a communication published in the XXth no. Of the Journal of Literature, Science & the Arts, entitled "Observations..."* London: William Phillips.

Pinto, G. A. (2007). *Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Porto, P. A. (2010). História e filosofia da ciência no ensino de química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In W. L. P. Santos & O. A. Maldaner (Eds.), *Ensino de química em foco* (pp. 159–180). Ijuí: Unijuí.

Prout, W. (1815). On the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms. *Annals of Philosophy*, *VI*, 321–331.

Prout, W. (1816). Correction of a Mistake in the Essay on the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms. *Annals of Philosophy*, *VII*, 111–113.

Prout, W. (1827). On the ultimate composition of simple alimentary substances; with some preliminary remarks on the analysis of organized bodies in general. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (2), 355–388.

Prout, W. (1834). *Chemistry, Meteorology and the function of Digestion considered with reference to Natural Theology*. London: William Pickering.

Rabinowitch, E. (1967). Science popularization in the atomic age. *Impact of Science on Society*, *XVII*(2), 107–113.

Reis, J. (2002). Ponto de vista. In L. Massarani, I. C. Moreira, & F. Brito (Eds.), *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil* (pp. 73–77). Casa da Ciência/UFRJ.

Robson, J. M. (1990). The Fiat and Finger of God: The Bridgewater Treatises. In R. J. Helmstadter & B. V Lightman (Eds.), *Victorian Faith in Crisis* (pp. 71–125). Stanford: Stanford University Press.

Rodríguez, C. G. (2003). La ciencia en zapatillas: análises del discurso de divulgación científica. *Anuario de Estudios Filológicos*, *XXVI*, 137–156.

Rosenfeld, L. (2001). The chemical work of Alexander and Jane Marcet. *Clinical Chemistry*, *47*(4), 784–792.

Ross, S. (1961). Faraday consults the Scholars: The origins of the terms of electrochemistry. *Notes and Records of the Royal Society of London*, *16*(2), 187–220.

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em Química: compromisso com a cidadania* (4 ed.). Ijuí: UNIJUÍ.

Schummer, J. (1999). Coping with the growth of chemical knowledge. *Educación Química*, *10*(2), 92–101.

Schummer, J., Bensaude-Vincent, B., & Van Tiggelen, B. (Eds.). (2007). *The public image of chemistry*. Singapore: World Scientific.

SciPer. (2007). Science in the Nineteenth-Century Periodical: An Electronic Index, v. 3.0, hriOnline. Recuperado em 12 abril, 2013, de http://www.sciper.org

Snow, C. P. (1993). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.

Stephen, L. (1888). *Dictionary of National Biography*. (L. Stephen, Ed.) (Vol. XVI). New York: Macmillan and Co.

Thomson, T. (1813). Advertisement. *Annals of Philosophy*, *1*, iii–iv.

Thomson, T. (1814). Sketch of the Improvements in Science made during the Year of 1813. *Annals of Philosophy*, *3*, 1–32.

Thomson, T. (1816). Some Observations on the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms. *Annals of Philosophy*, *VII*, 343–346.

Tomás, J. P. (2005). De los libros de secretos a los manuales de la salud: cuatro siglos de popularización de la ciencia. *Quark: Ciencia, Medicina, Comunicación Y Cultura*, (37-38), 30–38.

Topham, J. R. (1992). Science and popular education in the 1830s: the role of the Bridgewater Treatises. *The British Journal for the History of Science*, *25*(4), 397–443.

Topham, J. R. (1993). *"An infinite variety of arguments": The Bridgewater Treatises and British Natural Theology in the 1830s*. PhD. Thesis, University of Lancaster, Lancaster.

Topham, J. R. (1998). Beyond the "Common Context." *Isis*, *89*(2), 233–262.

Topham, J. R. (2000). Scientific publishing and the reading of science in nineteenth-century Britain: a historiographical survey and guide to sources. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, *31*(4), 559–612.

Topham, J. R. (2004). Science, Natural Theology, and the Practice of Christian Piety in Early-Nineteenth-Century Religious Magazines. In G. Cantor & S. Shuttleworth (Eds.), *Science Serialized: Representantion of the Sciences in Nineteenth-Century Periodicals* (pp. 37–66). Cambridge: The MIT Press.

Topham, J. R. (2009). Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science. In F. Papanelopoulou, A. Nieto-Galan, & E. Perdiguero (Eds.), *Popularizing science and technology in the European periphery, 1800-2000* (pp. 1–20). Farnham: Ashgate.

Trindade, L. S. P. (2010). História da Ciência na sala de aula: Conversando sobre Química. *História da Ciência e Ensino Construindo Interfaces*, *1*, 16–22.

Turner, F. M. (1978). The Victorian Conflict between Science and Religion: A Professional Dimension. *Isis*, *69*(248), 356–376.

Urban, S. (Ed.). (1828). Elements of Mental and Moral Science... By George Payne. *The Gentleman's Magazine: And Historical Chronicle*, *98*(1), 611.

Urban, S. (Ed.). (1843). Memoir of the late James Hope, M.D. *The Gentleman's Magazine: And Historical Chronicle*, *19*(1), 454.

Viana, H. E. B. (2007). *A Construção da teoria atômica de Dalton como estudo de caso – e algumas reflexões para o ensino de química*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Vidal, P. H. O., & Porto, P. A. (2007). O Lavoisier que não está presente nos Livros Didáticos. *Química Nova Na Escola*, (26), 29–32.

Williams, L. P. (1960). Michael Faraday's Education in Science. *Isis*, *51*(4), 515.

Zanetic, J. (2006). Física e arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, *17*(49), 39–57.