

Química e metalurgia na Nova Espanha: a obra de Xavier Alexo Orrio (século XVIII)

Patricia Aceves*

No México, os estudos sobre as origens e o desenvolvimento da ciência moderna na área da química e da metalurgia são muito escassos. No presente trabalho, analisa-se um manuscrito de meados do século XVIII, intitulado *Metalogia o Physica de los metales*, redigido pelo jesuíta Xavier Alexo Orrio. O primeiro volume dessa obra discute aspectos teóricos e práticos da química dos metais de modo sistemático, permitindo-nos resgatar diversos procedimentos, doutrinas, concepções e interpretações de natureza variada tomados de autores de diversa índole: religiosos, alquimistas, químicos racionalistas, aristotélicos, técnicos e artesãos. Os conteúdos desse manuscrito representam tanto o caráter conjectural da química teórica e experimental, quanto a atitude eclética característica do ensino jesuítico em meados do século XVIII.

Palavras-chave

Ciência moderna; Química; Metalurgia; México; Século XVIII; Jesuítas

Chemistry and metallurgy in New Spain: the work of Xavier Alexo Orrio (18th century)

Abstract

Studies on the origin and development of modern chemistry and metallurgy in Mexico are scarce. The present study analyzes a manuscript from mid-18th century entitled *Metalogia o Physica de los metals* (Metallogy or Physics of metals), by Jesuit Xavier Alexo Orrio. The first volume of that book discusses systematically theoretical and practical features of the chemistry of metals, thus allowing for a glimpse into various procedures, doctrines, conceptions, and interpretations taken from a multiplicity of different authors including friars, alchemists, and rationalistic, Aristotelian, technical and craftsmen chemists. The book content represents the conjectural nature of theoretical and experimental chemistry, as well the eclecticism of Jesuit teaching at the middle of the 18th century.

Keywords

Modern science; Chemistry; Metallurgy; Mexico; 18th century; Jesuits

* Profesora Titular, Departamento de Sistemas Biológicos Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. E-mail: paceves@correo.xoc.uam.mx

No México, os estudos sobre as origens e o desenvolvimento da ciência moderna na área da química e da metalurgia são muito escassos. Essa situação motivou-nos a empreender a revisão de fontes primárias e secundárias sobre esse tema nos arquivos e bibliotecas mexicanos.

Para tanto, no presente trabalho analisa-se um manuscrito de meados do século XVIII, que se encontra como MS 1546 no Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional de México. Intitulado *Metalogia o Physica de los metales* foi redigido por Xavier Alexo Orrio, professor jesuíta originário de Pamplona e residente em Zacatecas. Esse manuscrito é o primeiro e único volume conservado dentre os três que constituíam um tratado destinado a estabelecer as bases de um novo “Systhema Metalógico” baseado nos “princípios mais sólidos da Physica sadia” e no “Sceticismo Philosophico”¹, tudo isso a fim de melhorar a mineração nas Américas.²

Convém lembrar que Elías Trabulse localiza as origens da ciência moderna no México, no que diz respeito às áreas físico-matemáticas no século XVII, no entanto, até o presente não tem sido analisada a introdução da nova física através dos textos novo-hispanos de química e metalúrgico, nem as relações existentes entre a física e a química nesse período.³ O manuscrito de Orrio permite o aprofundamento desses aspectos e é uma fonte valiosa para a reconstrução das concepções sobre a química dos metais no Século das Luzes.

A Companhia de Jesus em Zacatecas

No período colonial, Zacatecas era um dos centros mineiros mais ricos da Nova Espanha, e mesmo das Américas. Sua importância foi ultrapassada apenas por Guanajuato e, no final do período colonial, por Real de Catorce.⁴ Como consequência do seu auge, em 1777 a cidade de Zacatecas tinha uma população de 15.000 moradores.

O trabalho educativo dos jesuítas nessa localidade começou em 1590, quando foi fundada a escola de párvulos, no entanto, só em 1616 foi construída a sede da ordem e foi estabelecido o Colégio da Companhia de Jesus. Em 1750, o Colégio incluía oito religiosos encarregados das aulas de estudos “de mínimos, medianos e maiores, assim como de

¹ O pensamento filosófico ligado ao ceticismo, atitude próxima ao ecletismo, estabelece uma posição independente tanto a respeito do sistema tradicional, quanto das doutrinas contrárias aos seus princípios, apoiando-se fundamentalmente na experiência. Na Espanha, essa corrente é associada a Martín Martínez (1684-1734), médico pessoal de Felipe V e uma das figuras mais importantes do movimento renovador da medicina na primeira metade do século XVIII. Entre suas obras tem-se *Philosophia sceptica* (1730) e *Medicina sceptica* (1722-25). Martínez manteve relações cordiais com Benito Jerónimo Feijóo, que foi um decidido defensor de suas ideias, que divulgou em *Teatro crítico*; vide José M. López Piñero, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Ediciones Península, 1983), II: 34-5.

² Elías Trabulse apresenta uma breve análise desse manuscrito em *Historia de la ciencia en México* (México: CONACYT; Fondo de Cultura Económica, 1983), I: 121-3.

³ Elías Trabulse, *Los orígenes de la ciencia moderna en México (1630-1680)* (México: Fondo de Cultura Económica, 1994).

⁴ Arturo Burnes Ortiz, *La minería en la historia económica de Zacatecas (1545-1876)* (Zacatecas: El Arco y la Lira, 1987).

filosofia”⁵. Um desses professores era Diego José Abad, que lecionou as aulas de gramática entre 1750 e 1752.⁶

Convém lembrar que dentro dos cursos filosóficos, os jesuítas incluíram as ciências que já haviam começado a se separar da filosofia, como física, química, mineralogia, astronomia e geografia, entre outras. No entanto, esses novos conhecimentos não deviam predispor contra os conhecimentos teológicos, mas, ao contrário, estavam dirigidos a exaltar a mão providente do Divino Criador do universo.⁷ Além do mais, esses ensinamentos tencionavam expor, através de uma atitude aberta e eclética, “aquilo em que os Modernos concordam com os físicos peripatéticos”⁸.

Em 1754, o interesses do setor ilustrado de Zacatecas favoreceu a criação do Colégio de San Luís Gonzaga, que oferecia cursos de gramática, história, teologia, moral e escolástica, acrescentando-se também aulas de filosofia.⁹ Foi nesse corpo docente que o padre Orrio atuou como administrador.¹⁰

Como o manuscrito de *Metalogia o Physica de los metales* não está datado, não se sabe se foi elaborado antes ou depois de 1754, ano em que foi publicado o *Cursus Philosophicus* de Abad, que era ministrado no Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo, da cidade do México.

A filosofia da matéria

Na área de química, nos séculos XVII e XVIII, as diversas tradições se combinam de modo vigoroso, produzindo um amplo leque de invenções e dando lugar a uma bibliografia variada e abundante.¹¹ O moderno e o antigo coexistem e se renovam um ao

⁵ Francisco García González, *Conciencia e inteligencia en Zacatecas: Sociedad, educación, historia (1350-1890)* (Zacatecas: El Arco y la Lira, 1988), 76.

⁶ Diego José Abad (1727-1779) nasceu em Jiquilpan e entrou na Companhia em 1741. Foi professor de literatura, filosofia, teologia e retórica e era o reitor do Colégio de Querétaro à época do decreto de expulsão. Faleceu em Bolonha, Itália. Na opinião de Bernabé Navarro, foi um dos principais colaboradores no movimento introdutor e grande poeta renovador. Seu Curso filosófico o coloca quase no mesmo nível de importância que Clavigero; vide Bernabé Navarro, *La introducción de la filosofía moderna en México* (México: El Colegio de México, 1948), 52; Juan Luis Manero, & Manuel Fabri, *Vidas de mexicanos ilustres del siglo XVIII* (México: UNAM, 1989), 165-90.

⁷ O papel desempenhado pelos jesuítas no ensino e propagação das novas teorias físicas no século XVIII foi estudado por Bernabé Navarro em *Introducción de la filosofía, e Cultura mexicana moderna en el siglo XVIII* (México: UNAM, 1964).

⁸ Diego J. Abad, *Cursus philosophicus*, 6, apud Navarro, *Introducción de la filosofía moderna*, 155.

⁹ Pilar Gonzalvo, *Historia de la educación en la época colonial: La educación de los criollos y la vida urbana* (México: El Colegio de México, 1990), I: 239; Delfina López Sarrelangue, "Colegio San Luis de Gonzaga de Zacatecas," *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y estadística*, 66 (1948): 153-68.

¹⁰ Alguns estudos sobre a difusão da física newtoniana na segunda metade do século XVIII incluem: Trabulse, *Historia de la ciencia en México*; Maria de la Paz Ramos Lara, *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México* (México: SLHCT-UAP, 1994); Juan M. Espinosa, *La difusión de la óptica newtoniana en la Nueva España* (tese de licenciatura, UNAM, 1994); Juan M. Espinosa, & Patricia Aceves, "Un científico newtoniano en la Nueva España del último tercio del siglo XVIII: Antonio de León y Gama," in *Newton en América*, ed. C. Lértora (Buenos Aires: FEPAL, 1995), 17-29.

¹¹ Allen Debus assinalou que o debate acerca da filosofia química teve grande importância na revolução científica, vide *The Chemical Philosophy: Paracelsian Science and Medicine and the the Sixteenth and Seventeenth*

outro. Junto das teorias atomistas, aparecem referências alquímicas, místicas e aristotélicas, numa retroalimentação fértil e incessante.¹²

Ao longo do século XVII, os partidários das teorias corpusculares desenvolveram as concepções atomísticas dos antigos, particularmente as de Demócrito, Epicuro e Lucrécio.¹³ Para eles, os corpúsculos que agiam sobre nossos sentidos eram indeformáveis, duros e só se diferenciavam por sua configuração e volume. Pierre Gassendi (1592-1655) e os atomistas acreditavam que os corpúsculos eram inalteráveis e indivisíveis, dotados de movimento perpétuo desde a criação divina do mundo. Embora essa teoria houvesse nascido sem qualquer consideração química, seduziu um grande número de homens de ciência, dentre os quais Robert Boyle (1627-1691).

René Descartes (1596-1650), assim como Gassendi e Boyle, acreditava que os corpos eram formados por partículas de matéria e atribuía as diferenças entre eles às diversas figuras formadas por essas partículas ou moléculas. Contudo, distinguia-se dos atomistas, porquanto rejeitava a existência do espaço vazio, mas sugeriu que os interstícios entre os diversos corpos estavam cheios de uma substância sutil.

Assim, Nicolas Lémery (1615-1715) e outros químicos atomistas procuraram reduzir todos os fenômenos químicos e fisiológicos à disposição das partículas em figuras geométricas.¹⁴

Em 1687, Isaac Newton (1642-1727) introduziu, em seu *Principia*, forças ininteligíveis que atuavam à distância sobre o universo racional dos corpos duros e figurados. Em 1704, publicou a obra *Óptica*, aonde aborda o estudo de fenômenos elétricos, magnéticos, químicos, biológicos e geológicos. Na “Questão XXI” dessa obra, afirma que, no início, Deus formou a matéria a partir de partículas sólidas, pesadas, duras, impenetráveis, móveis, com diferentes espessuras, densidades, figuras e forças. Partículas essas de dureza incomparável que, sendo indivisíveis, conservam sua essência e textura nos corpos que formam. Assim, as alterações dos corpos consistem em simples separações, novas combinações e movimentos das partículas.

Newton considerava que as partículas da matéria não podiam ser caracterizadas apenas pelo princípio da inércia, do qual resultam as leis passivas do movimento, mas que estavam sujeitas a princípios ativos, que se manifestavam em fenômenos como a coesão, o peso e a fermentação dos corpos.¹⁵

Centuries (New York: Science History Publications, 1977) e *The French Paracelsians: The Chemical Challenge to Medical and Scientific Tradition in Early Modern France* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).

¹² Bernadette Bensaude-Vincent, & Isabelle Stengers, *Histoire de la chimie* (Paris: Editions La Découverte, 1993), 39. De acordo com essas autoras, o campo da química testemunha a fecundidade de doutrinas e práticas abandonadas e, por isso, se opõem ao modelo tradicional afirmando ruptura na passagem da alquimia para a química.

¹³ Hélène Metzger, *Les doctrines chimiques en France, du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle* (Paris: Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard, 1969), 232.

¹⁴ Bensaude-Vincent, & Stengers, 48; Hélène Metzger, “La chimie,” in *Histoire du Monde*, ed. G. Coedès, & E. Cavaignac (Paris: E. de Boccard, 1930), 40-6.

¹⁵ Isaac Newton, *Optique* (Paris: Christian Bourgeois Editeur, 1989), 343-4.

Diferente de seus predecessores atomistas e cartesianos, Newton afirmava que as propriedades dos corpos não dependiam exclusivamente dos movimentos, choques e contatos de suas partículas, mas também da atração entre eles. Essa força de atração se exercia através do espaço vazio, diminuindo de intensidade junto ao aumento da distância, era proporcional à quantidade de matéria e aproximava os corpos, independentemente de sua superfície, figura e movimento.¹⁶

Na “Questão XXXI”, Newton examina os resultados experimentais de uma série de reações químicas referidas à dissolução e ao deslocamento que sofrem certas substâncias ao entrar em contato com outros reagentes.¹⁷ Para explicar as mudanças que ocorrem, propôs a existência de forças de atração ativas a distâncias muito breves. A magnitude dessas forças podia ser evidenciada através dos dados observados. Brevemente, “Newton restitui aos químicos o direito de falar acerca do poder e da potência dos reagentes, ou seja, de dar sentido à sua prática, suas operações, coisa que a química mecanicista lhes proibia fazer”¹⁸.

Em 1718, Claude Joseph Geoffroy (1672-1831) apresentou na Academia Real de Ciências uma *Tabela das diferentes relações observadas entre diferentes substâncias*. A tabela de afinidades de Geoffroy segue o modelo proposto por Newton na “Questão XXX”: no cabeçalho de cada coluna aparece um corpo, seguido de todos aqueles suscetíveis de se combinar com ele.¹⁹ Anos mais tarde, em 1724, o médico holandês, Hermann Boerhaave (1668-1738) publicou *Elementa chemiae*, onde recolhe magistralmente os conhecimentos da sua época e adota as atrações especiais (newtonianas) na explicação das reações químicas.

Enquanto isso, as tradições antigas não permaneceram inativas. Na Alemanha, químicos célebres continuaram utilizando-as junto da filosofia mecânica. Esse é o caso de Johann Kunckel (1630-1703), Johann J. Becher (1635-1682) e de seu discípulo, Georg E. Stahl (1660-1734). Stahl elaborou uma nova filosofia da matéria, que recupera as qualidades especiais dos átomos e explica a união de uns com os outros através de um misticismo vitalista. Do seu ponto de vista, a atração do semelhante pelo semelhante provocava as reações químicas. Contudo, a contribuição mais notável de Stahl é sua descoberta da identidade entre a calcinação dos metais e a combustão das substâncias orgânicas. No decorrer dessas reações, o flogístico (terra sulfurosa) ou princípio de inflamabilidade se une ou se liberta dos corpos.²⁰

¹⁶ Hélène Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris: Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard, 1974), 36-40. Na opinião dessa autora, ao fazer da atração universal uma propriedade da matéria, os newtonianos pretenderam fazer que reinasse por toda parte.

¹⁷ A figura de um Newton interessado na química pode ser conferida em Betty Dobbs, *The Foundations of Newton's Alchemy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1975.)

¹⁸ Bensaude-Vincent, & Stengers, 67-8.

¹⁹ Isabelle Stengers, "L'affinité ambiguë: le rêve newtonien de la chimie du XVIII^e siècle," in *Eléments d'histoire des sciences*, ed. M. Serres (Paris: Bordas, 1989), 297-320.

²⁰ Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave*, 91-188; Bensaude-Vincent, & Stengers, 78-85.

À busca de princípios certos

O longo título da obra de Xavier Alexo Orrio, *Metalogia o Physica de los metales. En que se procuran descubrir sus principios y afecciones conforme a las más sanas reglas de la experiencia dirigida al mejor logro de la Minería de las Américas*, reflete acuradamente as preocupações do padre jesuíta.

“Propusemos como objeto da obra assinalar os princípios mais sólidos da Physica sadia pertencentes a sua inteligência. Acrescentamos um bom número de experimentos, que, embora fossem realizados com outros fins diversos, ligam-se de modo útil ao assunto de se extrair Prata: não omitimos os que modernamente têm achado os Professores, ao que também tem contribuído, de algum modo, nossa aplicação, ao nos informar de modo ocular disso e propondo dúvidas acerca dos mesmos; examinando privadamente se os efeitos correspondem ou não; e finalmente, acrescentando de novo alguns, que pareceram necessários.”²¹

Na opinião do nosso personagem, o “Real Erário deixou de desfrutar de imensas riquezas pela falta de estudos dirigidos a essa utilidade”²².

O manuscrito consta de um Prólogo e de sete Dissertações. A primeira, denominada “Apologética”, contém um cotejo da literatura espanhola com a estrangeira. Nela, Orrio discorre acerca das críticas provenientes da “França e do Norte” feitas aos erros e à ignorância existentes na península espanhola, que ele considera ser exageradas e injustas. Igualmente, despreza a presunção e soberba dos franceses e demais involucrados, os que após tanto experimentar nas suas academias, “não descobriram um Systema Physico Experimental”.

Honrando o título da dissertação, faz apologia aos espanhóis distinguidos por suas contribuições ao conhecimento.²³ Assegura que as obras desses autores permitem conter a charlatanice estrangeira e, ao mesmo tempo, mostram que “em todo tempo tem tido, e tem no presente, nossa Península, talentos de primeira classe”²⁴.

A segunda dissertação trata de “A necessidade que tem a Espanha de se dedicar à Physica Experimental e à Mecânica para o bom resultado de seus frutos”. Nela, Orrio assinala que a física experimental ainda se encontra no estado de ciência conjectural. Zombando, refere que os experimentadores, na busca das últimas matérias sensíveis, preparam, nos seus alambiques e forninhos, os extratos de diversas substâncias, para após discutir acerca de sua natureza, sem chegar a qualquer acordo.

²¹ Xavier A. Orrio, *Metalogia o Physica de los Metales*, MS 1546, Fondo Reservado da Biblioteca Nacional de México, “Prólogo”, iv.

²² Ibid.

²³ A longa lista inclui religiosos e juristas, literatos como Calderón de la Barca e Garcilazo de la Vega, médicos reputados, como os Drs. Porras e Martín Martínez e o cirurgião Antonio José Rodríguez. Também menciona os viajantes Jorge Juan y Antonio de Ulloa, Antonio Gómez de Pereira e o ilustre Feijóo, entre outros.

²⁴ Orrio, 55-6.

“Nos mesmos extratos, o professor da Chimia encontra seu Flegma e seu Enxofre: o Aristotélico sua Água e seu Fogo: o Carthesiano sua Matéria sutil ou seus três elementos. Gassendi jurará que descobre seus átomos globulosos, extraídos de outras mil figuras, tão diferentes umas das outras como a Tartaruga e o Elefante. Diante dessa variedade, sobre qual [chão] fixo pisaremos? Quem nos dará apurada a verdade?”²⁵

Diante dessa situação, Orrio recomenda adotar o “Sceticismo Philosophico”, que é a base fundamental da investigação, como propõe o grande mestre Feijóo.

Nas páginas seguintes, o texto discute de modo sistemático aspectos teóricos e práticos da química dos metais. A partir da analogia entre o microcosmo e o macrocosmo, Orrio descreve a formação geológica das veias metálicas, como segue: “A Mãe terra universal produz e conserva no seu seio inúmeros humores e betumes, que servem para a geração dos Metais, o substrato dos Vegetais e o alimento dos Sensitivos”²⁶.

Do seu ponto de vista, os metais se preparam nas amplas oficinas e laboratórios que existem no interior do planeta. Essa é a função dos profundos receptáculos das águas, que se comunicam com o oceano através de canais grandes e ocultos. Pensa que a água no interior da terra, impregnada da semente de todos os mistos, difunde por toda parte e se eleva nas cavernas espaçosas e depósitos de fogo, como afirmam Kirquério e Esquerer.

Confessa que sua explicação concorda em grande parte com aquela do engenhoso Descartes, que tem ao seu favor as crenças dos antigos, mas tem contra as objeções expressas por Piquer em *Physica moderna*, Pluche em *Espetáculo da natureza*, Brixia em *Philosophia dos sentidos* e Boyle em *Chemista sceptico*.²⁷ Quanto a esse tema, cita Guilhermino, Galileu e Scoto, e também alude aos experimentos de capilaridade de Nollet e às leis da hidrostática de Newton. Finaliza sua argumentação com as contribuições de... Plínio!

As causas intrínsecas da geração dos metais

Na terceira dissertação, dedicada a “Os princípios que contribuem à geração dos metais”, Orrio procura pelos pontos de coincidência entre os elementos e as formas de Aristóteles, Avicena e Averróis e os elementos dos modernos: “Hoje em dia, são tantos os partidários da philosophia, uns defendendo os aristotélicos, outros os Cartesianos e não poucos, a Chimica, que a guerra tem chegado a alterar os elementos”²⁸.

²⁵ Ibid, 66.

²⁶ Ibid, 64.

²⁷ Andrés Piquer (1711-1772) foi médico pessoal de Fernando VI e fez parte do Protomedicato. Na juventude, defendia um ecletismo fortemente tendente para o sistema iatromecânico, porém, em 1751 declarou-se contrário a este e favorável a uma postura antissistemática. Em 1745 publicou *Física moderna racional y experimental*, obra em castelhano que, embora pouco tenha de experimental e o moderno seja mais cartesiano que newtoniano, está bastante atualizada; cita principalmente Descartes, Gassendi, Boyle e Newton; vide López Piñero, *Diccionario*, 181-5.

²⁸ Orrio, 100.

Observa que os modernos se apoiaram em experiências, mas, após, recorreram excessivamente à imaginação, o que os levou ao cativo de suas ideias e, portanto, ao emagrecimento da matéria sensível. Tal é o caso de Newton, que propôs, sem apresentar as provas necessárias, que em “todos os entes corpóreos residia uma virtude atrativa ou elétrica, como sequela da gravidade, que é seu único princípio”²⁹. Como vemos, o jesuíta reprova Newton por ter introduzido novamente as qualidades ocultas que os sistemas modernos queriam desterrar. Contudo, algumas páginas mais tarde, o nosso padre explica que se apoiará na física newtoniana, porém, sem se complicar com seus cálculos e delicada geometria.

Reconhece Feijóo, Martín Martínez, Thomás Cerda e Piquer como os introdutores na Espanha da sistemática dos modernos,³⁰ e esclarece que ainda “não foi estabelecida cadeira para essas novidades, embora nela se encontrem muitos aficionados à *Physica mecânica*”³¹.

Depois de expor as críticas dos modernos aos elementos aristotélicos, Orrio continua sua exposição com a descrição e limitações dos três princípios de Descartes e dos átomos de Gassendi. Na sequência, afirma que vai aceitar as três matérias de Descartes – sutil, globulosa e estriada – e o fato de que a matéria, considerada em si mesma, só produz diferenças específicas através de suas diversas configurações e diferentes situações e variedades de movimento. Acredita que essas explicações não são incompatíveis com os postulados aristotélicos acerca das matérias primeira e segunda.³² No entanto, enfatiza as contradições de Descartes que, por um lado, fundamenta a evidência no conhecimento das coisas físicas e, por outro, assegura que esse conhecimento não pode ser adquirido através dos sentidos, porquanto estão expostos à falsidade e ao engano. Considera que Descartes aproveita pouco a experiência, mas muito a razão.

Orrio aceita que os átomos são “umas matérias duras, sólidas e naturalmente insecáveis” que compõem essencialmente todos os entes corpóreos sensíveis, cujas qualidades materiais se originam de sua magnitude, figura, movimento ou quietude.³³ Acrescenta que a substância da matéria primeira tem natureza impenetrável e extensa.

²⁹ Ibid, 101.

³⁰ O frade jesuíta Tomás Cerdá (1715-1791) estudou na Espanha, na Itália e na França. Foi professor de matemática em Gerona, Barcelona, Segóvia e Madri; para tanto, redigiu vários livros de texto. Suas obras incluem exposições brilhantes sobre os métodos das fluxões de Newton e as soluções propostas por Harriot, Colin Mclaurin, Descartes e Cardano.

³¹ Sobre a introdução da ciência moderna na Península, vide José M. López Piñero, *La introducción de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Ariel, 1969).

³² Orrio assinala que também conservará de Descartes a diversa configuração dos “betumes, meios minerais, antimônios e mercúrio”, Orrio, 114. A esse respeito, Orrio cita Daniel Gale, *Viage al mundo de Descartes*.

³³ Orrio, 122

Sobre a estrutura e propriedades dos metais

Ao se referir à origem dos metais, Orrio nos diz que Deus os criou “porque não havia de omitir a produção de umas criaturas que em beleza e duração, tanto contribuem à pulcritude do universo” e, também, que Ele deixou na terra a virtude seminal para continuar a criá-los.³⁴ A esse respeito, menciona o livro do Gênesis e os autores Tournefort e Álvaro Alonso Barba.

De acordo com Orrio, o Espírito divino depositou nas águas as sementes dos metais, que configuram

“[...] uma infinidade de partículas de toda espécie, tamanho e figura, que o fogo ou matéria sutil extrai das águas, depositam-se nos poros e concavidades da terra, de cuja união ou mistura resulta a variada combinação de corpos longos, moles, duros, lisos, ásperos, pontudos, obtusos, e destes, os Sais, Gomas, Óleos, Enxofres, Mercúrios e Naphtas, de onde se originam as Pedras ou Metais”³⁵.

Ao descrever as propriedades dos metais, Orrio afirma que, apesar de sua dureza, estes corpos sólidos “se sujeitam, sem perder sua forma, à atividade do Fogo, derretendo-se; e à violência do martelo, esticando-se, qualidades essas que os distinguem suficientemente das Pedras, que, iguais em dureza, não admitem as mesmas modificações”³⁶.

Quanto à discussão acerca da existência e do número dos elementos químicos que constituem os metais, cita Teofrasto, Paracelso, Hoffmann, Quercetano, Geoffroy, Benedictis, Willis, Boyle, Basílio, Valentino y Helmoncio.³⁷ Comenta que nas suas análises, esses autores acharam fogo, terra, água, sal, enxofre e mercúrio.³⁸ Seguindo Lémery, apresenta o fogo como o instrumento de que se serve mais frequentemente a experiência para a invenção de inúmeras espécies e fenômenos.³⁹

Na quarta dissertação, “Examine-se as qualidades de que estão afeitos estes princípios”, seguindo Aristóteles, Orrio divide a matéria sensível em primigênia e segunda. Portanto, as diferenças entre os metais derivam da diversidade das matérias segundas e, assim, os metais são corpos compostos, sendo que o sal, o enxofre e o mercúrio diferem em cada um deles.⁴⁰

Seguindo os preceitos anteriores, Orrio descreve o sal como aquele corpo que causa impressão no órgão do gosto e do qual depende a textura das partículas e a

³⁴ Ibid, 137.

³⁵ Ibid.

³⁶ Ibid, 137-8.

³⁷ As referências ao trabalho de Paracelso são tomadas de *Philosophia Peripatetica* do padre Benedictis.

³⁸ De acordo com o autor, os espagíricos estabelecem cinco princípios: sal, enxofre, mercúrio, terra e água; chama os dois últimos de passivos e os primeiros de ativos. Nessa discussão, cita Moisés, Tales de Mileto, Platão, Séneca, Aristóteles e Mario Victorino.

³⁹ Orrio cita Lémery a partir de *Historia de la Real Academia*, correspondente a 1704

⁴⁰ Esse trecho é mormente extraído do *Curso chimico* de Nicolas Lémery e de *Chemista sceptico* de Boyle.

contextura do misto: “embebendo a umidade supérflua, mantém unidas e travadas as partes entre si”⁴¹. Comenta acerca dos sais fixos, voláteis e essenciais e também, acerca da inimizade perpétua entre os álcalis e o sal ácido. Observa que este último, ao introduzir suas pontas dentro dos poros do álcali, destrói a travação de suas partículas, produzindo-se agitação e movimento, com a conseqüente fermentação ou efervescência.⁴²

Quanto ao enxofre, descreve-o como uma “matéria doce e pingue, onde se encerram os óleos, pelo que facilmente aglutina com o Sal e o Mercúrio que tem muita umidade, porque, com suas partículas ramosas, envolve em si os Sais [...] Diz-se que a ele deve-se a diversidade das cores, que adoça a agudeza dos Sais e constringe os poros do misto”⁴³. Desse modo, o enxofre faz parte dos metais e de outros mistos.

O autor lembra que Paracelso considerava o enxofre como tendo “qualidade tão quente, que dentre todos os óleos gordurosos e betumes, não tem coisa mais parecida com o fogo”. Em seguida, cita as opiniões de Boyle e Lémery acerca do calor, para concluir que

“[...] a natureza do calor consiste em certos corpúsculos dotados de movimento violento, perturbado e expansivo [...] parece evidente que, em virtude desse movimento dos pequenos corpos que se insinuam pelos estreitos poros do corpo natural, não se produz qualquer substância nova, mas só se despreendem aquelas partes que o compunham quando unidas”⁴⁴.

Vale a pena observar que Orrio não alude aos trabalhos de Beccher e Stahl sobre esses assuntos. Deve-se levar em conta que, na metade do século, as concepções desses químicos alemães já eram conhecidas na península espanhola.

O jesuíta considera que,

“[...] a Água ou Fleuma é um dos princípios passivos que se encontram no misto; e é aquela mesma água que tinha embebida a terra: tem um ofício muito especial no misto, que é o de liquidar ou diluir os princípios ativos e, assim, habilitá-los para que se insinuem com facilidade nos poros da matéria [...] Quando esta se encontra em grande quantidade, como presumo que se encontra no Mercúrio, enfraquece os princípios ativos.”⁴⁵

A seguir, nos instrui sobre a terra, que descreve como outro princípio passivo, extraído do mistos e “é regularmente aquela que serviu como matriz: ela se dissolve, une e mistura com os outros princípios, que após fixa e mantém”. A terra serve como a base

⁴¹ Orrio, 156.

⁴² O autor retoma essa explicação de Lémery, que em *Curso químico* reconhece a existência de um sal primitivo y ácido, que origina todos os demais.

⁴³ Orrio, 156. Acerca desse tema, também cita Lémery, Martínez e Álvaro Alonso Barba. Observa que este último assegura que a fumaça do enxofre ajuda a coalhar o azougue e transformá-lo em prata.

⁴⁴ Orrio, 162.

⁴⁵ Orrio, 163-4.

do composto, pois os demais princípios agem sobre ela, no entanto, quando estes são extraídos, o remanescente recebe o nome de *caput mortum*. Na sequência, reproduz literalmente a descrição de Willis sobre o enxofre, flegma.

O jesuíta acredita que o mercúrio é a parte mais sutil, nobre e espirituosa de um composto e também constitui os metais. Observa que Álvaro Alonso Barba, em *Arte de los Metales*, e Torres, em *Arte de beneficios*, relatam ter extraído mercúrio da prata. Para completar as informações, Orrio cita Robert Boyle, que em *Chemista sceptico* admite a presença do mercúrio nos metais.

Nosso autor acredita que o mercúrio é uma água metálica com grande afinidade pelo ouro e pela prata, com o quais pode unir-se facilmente.⁴⁶ Considera que a propensão do mercúrio por esses metais é uma virtude magnética ao invés de elétrica. Explica que a atração acontece porque os corpos que se atraem exalam uns espíritos muito sutis e parecidos uns com os outros e produzem a atração ao passar de um corpo para outro.⁴⁷ Acrescenta que nem todos os corpos apresentam essa virtude, tal como postula o padre Maignan, em oposição aos newtonianos. A esse respeito, observa que os newtonianos acreditam que todas as matérias se movem umas na direção das outras, “atraindo-se em razão direta as suas massas e, assim, na que tiver o dobro de partes, a atração será dupla [...] a atração pode ser graduada em função inversa ao quadrado da distância”⁴⁸.

Da perspectiva do autor, a prata e o azougue se unem firmemente porque o azougue contém partículas da prata e vice-versa: “a prata é um mercúrio fixo, sólido, dessecado das suas muitas umidades; e o mercúrio é uma prata fluida, onde prevalece a umidade”⁴⁹. Assim, a união do mercúrio com a prata é consequência do seu amor e simpatia mútuos.

Na quinta dissertação, “Da Chisopeya e da Pedra Philosophal”, menciona que Martín Martínez e Benito Feijóo fizeram uso de toda sua eloquência contra a transmutação dos alquimistas. No entanto, relata que suas experiências, realizadas no Real de Zacatecas, o levam a postular que o azougue pede para ser prata. Pede pelo estado sólido, porque o estado fluido é violento para ele. A esse respeito, Orrio menciona que os mineiros do Real de Callitiri, no Peru, asseguram ter obtido prata do minério de mercúrio.

Ao longo da sexta dissertação, “Resolvem-se algumas dificuldades que derivam da doutrina antecedente e se solidifica com novos experimentos e razões”, Orrio traz dados para sustentar a transformação do azougue em prata. Para tanto, reflete acerca das causas da congelação.⁵⁰

⁴⁶ Como prova de suas afirmações, cita a autoridade de Aristóteles (*Metaphysica*), através do jesuíta Mauro, e também alude aos padres coimbreenses (*Metheor. Tract.*).

⁴⁷ Reporta que vários autores explicaram o mecanismo pelo qual o ímã atrai o ferro, incluindo Kirquério, Gassendo, Carthessio, Cabeo, Fabri, Gilberto e Maignan.

⁴⁸ Orrio, 186.

⁴⁹ *Ibid*, 188.

⁵⁰ Considera que o sal é a causa do congelamento da água, enquanto que o frio só dispõe e prepara a matéria. Para dar mais peso ao seu ponto de vista, que também Muschbroek e Hire concordam em que o sal da

Para explicar a fluidez dos corpos, o jesuíta prefere filósofos corpusculares como Descartes e Gassendi, porque ambos coincidem em que a flexibilidade do azougue se deve à pequenez e igualdade em figura de suas partículas ou átomos.⁵¹ Acredita que o azougue consiste em partículas homogêneas, com a figura de pequenas esferas e concorda com Plínio, em que é muito penetrante graças a sua grande divisibilidade.

Na última dissertação, “Aonde através do novo experimento se determina a solidez do azougue e se expende sua divisibilidade”, Orrio observa que o mercúrio e suas raras qualidades têm sido “o objeto delicioso dos *physicos*”, mas esse não é o caso de sua afinidade pela prata, qualidade essa que só tem sido estudada no Novo Mundo. Aqui, novamente insiste em que seus experimentos coincidem com os realizados por Barba.⁵²

Na sequência, comenta que a aplicação de calor, ao provocar maior divisibilidade e o movimento do mercúrio, favorece a amalgamação dos metais, tal como demonstrado pelos trabalhos de Ricard, Hire, Newton, Desaguliers, Jorge Juan e Mayran:⁵³ “O calor, então, introduzindo-se nas sutilíssimas partículas do fogo faz o que a levedura [faz] na massa, isto é, vai alargando insensivelmente os pontos metálicos e esponjando-os em todas as direções”⁵⁴. Observa que através dessa ação são extraídas as ervas daninhas estranhas em que está entreverada a prata, porque a camada betuminosa que a recobre vai sendo enrarecida.

Orrio define a dureza dos metais como sua resistência ao tato e recorre à *Óptica* de Newton para explicar a formação da matéria na criação do mundo. A esse respeito, diz que o Supremo Fazedor dispôs que as partículas primigênicas, que formam a matéria de todos os entes corpóreos, “fossem sólidas, firmes, duras, impenetráveis e móveis, de tais magnitudes e figuras, de tais propriedades, em tal número e quantidade, como para que se movessem num espaço proporcionado para aqueles fins”⁵⁵. Essas partículas, sendo mais duras e mais sólidas que os corpos que formam, jamais podem se quebrar.

Orrio rejeita a opinião de Descartes, no sentido de que a maior dureza dos corpos se deve a que suas partículas se encontram próximas e no estado de quietude. Igualmente, não considera verossímil que “a dureza consista na atração fortíssima com

água ou o nitro podem ser as causas desse fenômeno. Com base nisso, nega que a diminuição seja a causa da congelação, como afirmam Nollet, Piquer e Pluche, e cita as experiências de Réaumur, Mariotte, Mayran e Huygens como suporte.

⁵¹ Acredita que o mercúrio é um metal misterioso e raro, formado por uma pequena quantidade de um enxofre “sutilíssimo” e uma grande quantidade de sais, cujas pontas e ângulos se tornam rombos por ação da umidade. Explica que a elevada gravidade específica desse metal se deve ao seu alto teor de sais, porque estes são os responsáveis pelo peso dos mistos. Igualmente, acredita que pela *secura* dos sais, o mercúrio só pode ter a umidade necessária para fluir, mas não para molhar, como outros líquidos.

⁵² Sua experimentação se reduz ao seguinte: cinco arrobas de pedra de azougue foram divididas em três partes; uma foi beneficiada como tal no fogo, outra através do método de amalgamação conhecido como “pátio” (ao ar livre), e a terceira foi destinada a fundição. Concluídas as operações, observou que as duas primeiras partes deram mercúrio e prata. Com base nesses resultados, Orrio afirma que a prata é um mercúrio fixo e o azougue uma prata fluída.

⁵³ Cita o Livro 3, Proposição 19^a dos *Principia* de Newton y *Philosophía experimental* de Desaguliers.

⁵⁴ Orrio, 314.

⁵⁵ *Ibid*, 318.

que as partículas primitivas chamam mutuamente e se enredam umas com as outras; porque até que o sutilíssimo Newton ou seus discípulos não nos deem ideia sólida de uma causa [de] por que estas partículas primordiais se atraem mutuamente, não teremos avançado na questão”⁵⁶.

Portanto, Orrio prefere as concepções de Gassendi e Epicuro, segundo os quais a dureza é o produto de umas partículas com forma de anzóis e ganchos, que se enredam umas com as outras e capturam outros átomos com diversas figuras. Também cita Malebranche, segundo o qual a causa da dureza é um éter que, ao girar, comprime os átomos uns contra os outros.⁵⁷

Diante dessa diversidade de causas – inércia, quietude, atração, figura, éter – Orrio opta por apresentar uma mistura dos autores citados. Postula que no universo há diversas partículas, mas que nos corpos duros predominam as ramosas e uncinadas, as angulares nos moles e as esféricas nos fluidos. Admite que as partículas primitivas são duras (Newton), que predominam as esféricas (Epicuro), que se formam a partir de massinhas com poros proporcionados (Brixia) e deixam que o éter transite por seus interstícios, que as impele e comprime (Descartes). Outros autores citados são Malebranche, Muschembroek e Gravesandi.

Apesar da variação dos seus argumentos, o jesuíta lembra aos seus leitores que “toda ciência requer conhecimento exato dos efeitos pelas causas”⁵⁸.

Orrio observa que a fluidez se opõe à dureza, à consistência e à solidez dos corpos. Igualmente, que por estar constituído de partículas dissociadas, um fluído é um corpo que se desliza em qualquer direção, se adapta a qualquer figura e cede facilmente a qualquer pressão.

Finalmente, Orrio reflete acerca das causas eficientes dos metais e declara que não é necessário ascender aos céus na procura das causas universais, mas que é o calor dos fogos subterrâneos, assim como o do sol, que fornece o cozimento apropriado dos betumes, enquanto que a frialdade e as partes secas do sal ajudam no congelamento desses betumes. Também descreve a matéria sutil ou espírito sutilíssimo que perambula no interior e no exterior da terra como causa eficiente, pois seu movimento leva as exalações e vapores das matérias metálicas dos interstícios da terra para toda parte e os deposita nos seios ou matrizes, onde se combinam e produzem diversos mistos metálicos.

Comentários finais

O primeiro volume de *Metalogia o Physica de los metales* discute aspectos teóricos e práticos da química dos metais de modo sistemático, permitindo-nos resgatar diversos procedimentos, doutrinas, concepções e interpretações de natureza variada tomados de autores de diversa índole: religiosos, alquimistas, químicos racionalistas, aristotélicos, técnicos e artesãos. Os conteúdos desse manuscrito representam tanto o caráter conjetural

⁵⁶ Ibid, 380.

⁵⁷ Na mesma linha de pensamento, postula que um fluído é formado de inúmeras partículas dissociadas.

⁵⁸ Ibid, 344.

da química teórica e experimental, quanto a atitude eclética característica do ensino jesuítico em meados do século XVIII.

O fato de Abad e Orrio terem sido contemporâneos e residido na mesma localidade facilita a análise de seus conhecimentos acerca das teorias modernas. A esse respeito, a obra de Orrio, assim como a de seus colegas de ordem, tanto na Península quanto na Nova Espanha, apresenta uma modernidade escassa e limitada e não pode ser considerada um tratado de física moderna. De modo evidente, carece de prática experimental e formulação matemática e, mais especialmente, nada tem do estilo newtoniano característico da física europeia mais avançada.⁵⁹

Embora Orrio elogiasse constantemente os físicos experimentais por oposição aos sistemáticos, prefere Descartes e Gassendi, declarando-se eclético entre ambos e criticando Newton em mais de uma ocasião. Partilha características com Piquer, um dos seus inspiradores.

Quanto à parte química, seus autores favoritos são Alonso y barba, Lémery, Boyle e Geoffroy, deixando de mencionar a contribuição newtoniana às tabelas das afinidades de Geoffroy, assim como as teorias de Beccher e Stahl. Além disso, os aspectos experimentais são abordados com pouca profundidade.

As características do texto de Orrio, que denotam maior modernidade em comparação com os de Abad e outros resenhados na literatura, são as seguintes:

- O texto incorpora e pretende fazer com que coincidam alguns aspectos da filosofia moderna e da escolástica. No entanto, este não é o propósito principal que persegue, pois
- Pelo conteúdo e pelos autores citados, a obra deve ser considerada como um tratado de física, química e metalurgia, mais do que um texto de filosofia; e finalmente,
- A obra está escrita em castelhano e tem orientação prática e utilitária.

⁵⁹ Antonio Moreno González, "Un obstáculo a remover: la física en la universidad," in *Carlos III y la ciencia de la ilustración*, ed. M. Sélles et al. (Madrid: Alianza Editorial, 157-72).