

As nitreiras no Brasil dos séculos XVIII e XIX: uma abordagem histórica no ensino de ciências¹

The Brazilian saltpeter mines in the 18th and 19th centuries: An historical approach in science teaching

HAIRA EMANUELA GANDOLFI

Universidade Estadual de Campinas | UNICAMP

SILVIA FERNANDA DE MENDONÇA FIGUEIRÔA

Universidade Estadual de Campinas | UNICAMP

RESUMO As nitreiras são fontes do salitre, principal componente da pólvora, e sua exploração passou a ser fomentada no Brasil colonial especialmente no século XVIII. Neste artigo, apresenta-se uma proposta de Ensino de Ciências envolvendo o referencial da História das Ciências, a partir da exploração do salitre durante os séculos XVIII e XIX no Brasil. Propõe-se a leitura de textos originais, escritos por personagens do processo de implantação deste extrativismo mineral nacional, buscando compreender seu contexto de exploração e produção, com especial atenção aos conceitos químicos envolvidos, destacando-se ainda o alto potencial interdisciplinar que a temática das nitreiras pode apresentar.

Palavras-chave história das ciências brasileiras – ensino de ciências – nitreiras – salitre – interdisciplinaridade.

ABSTRACT *The exploitation of mines of saltpeter, the main component of gunpowder, was intensively stimulated in Brazil mostly in the 18th century. This paper presents a proposal for Science Teaching involving the History of Science, based on the exploitation of saltpeter during the 18th and 19th centuries in Brazil. It recommends the reading of original texts, written by people who took active part in the establishment of this national mining industry, aiming at understanding the context of its exploitation and production, paying special attention to chemical concepts present in the process. The paper also emphasizes the high interdisciplinary potential that the subject can have for science teaching.*

Keywords *history of Brazilian sciences – science teaching – mines of saltpeter – saltpeter – interdisciplinarity.*

Ensino de Ciências e História das Ciências

Inúmeros são os estudos atuais sobre o Ensino de Ciências que apresentam constatações e tendências tanto em relação às práticas em salas de aula quanto às políticas públicas desenvolvidas na área da Educação². Tem-se destacado a importância do Ensino de Ciências para a formação de cidadãos conscientes e dotados de habilidades para analisar criticamente a tecnologia e suas relações com a sociedade, política, economia, ambiente etc.

Esta busca pelo rompimento com o modelo tradicional de Ensino de Ciências, considerado como estimulador dos processos de memorização, repetição e resolução padronizada de exercícios, já há algum tempo vem trazendo à

tona importantes reflexões sobre a Natureza da Ciência. Derek Hodson, 30 anos atrás, citou alguns dos pré-conceitos equivocados a respeito da Ciência adquiridos pela via desta formação tradicional, que, no entanto, continuam atuais. Dentre estas visões errôneas de Ciência que um ensino tradicional pode trazer, destacamos as ideias de que “[o conhecimento científico dá] acesso a verdades factuais a respeito do mundo observado; o conhecimento científico é derivado diretamente da observação de um fenômeno; sua racionalidade testa suas proposições a partir de experimentos objetivos e confiáveis; é uma atividade neutra, desligada de fatores sócio-históricos e econômicos, produzindo conhecimento livre de valores”.³

Estas reflexões acerca da visão de Ciência presente em nossas salas de aulas têm levado a propostas do emprego de novas perspectivas, que colocam especial atenção nos processos de produção do conhecimento científico e no funcionamento da sociedade tecnológica. É nesta perspectiva de um trabalho imbricado às reflexões sobre a Natureza da Ciência e do conhecimento que vêm surgindo, nas últimas décadas, propostas de uso de História das Ciências dentro das salas de aula. Neste âmbito, sugestões de sua associação com a Educação começaram a surgir no período pós-Segunda Guerra, como uma possibilidade de reflexão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.⁴ Citamos aqui a proposta da Universidade de Harvard, lançada e implantada em 1950 através dos *Harvard Case Studies*, nos quais os alunos estudaram casos históricos chaves para o desenvolvimento da Ciência.⁵

Desde então, muitos foram os trabalhos e abordagens curriculares desenvolvidos no sentido de refletir e propor o uso da História das Ciências nas salas de aula, seja no nível Superior, seja no nível Básico de ensino. Os diversos papéis que ela pode desempenhar nestes contextos já foram apresentados e sistematizados por diversos autores⁶. Uma interessante compilação destas ideias foi feita por Michael R. Matthews, que destaca seu papel na motivação dos alunos, na humanização da matéria e na busca por uma melhor compreensão de conceitos a partir de seu desenvolvimento e aperfeiçoamento.⁷

Partilhamos da ideia de que uma abordagem histórica vem ao encontro das novas tendências para o ensino, principalmente no que tange à formação de cidadãos conhecedores das relações entre processos científicos, tecnológicos e sociedade. Merce Izquierdo Aymerich, sobre o Ensino de Química, defende que

*a interação entre didática, história e filosofia da Química nos ajuda na missão porque é particularmente efetiva e inovadora quando nossos objetivos instrucionais estão focados nas atividades que dão sentido para entidades [átomos, substâncias, etc.] científicas, uma vez que estas emergem de tais atividades.*⁸

Assim, o uso de História das Ciências nas salas de aula aparece como alternativa para o Ensino de Ciências. Contudo, destacamos que a proposta de um ensino que contemple tal abordagem não deve tratar da memorização de datas e fatos, mas sim do desenvolvimento de habilidades de análise, interpretação e crítica, como defendido por Áttico Chassot.⁹ A ideia de que os alunos, auxiliados por seus professores, possam buscar conhecer os contextos históricos e sociais em que determinados conhecimentos foram desenvolvidos traz então uma via atraente para o uso da História das Ciências no Ensino.

Destacada a importância do uso da História das Ciências no Ensino de Ciências, perguntas que se colocam são: Como fazê-lo? E a partir de quais materiais? No presente trabalho, defendemos, em especial, o Ensino de Ciências a partir da leitura de documentos originais dos cientistas, dentro de uma perspectiva social da Ciência, isto é, com a análise do contexto histórico, social, político e econômico de um determinado período histórico. O contato direto dos alunos com os materiais produzidos em certa época, ou seja, com as fontes primárias (e não reinterpretações de livros didáticos ou sites na Internet) pode se transformar em ferramenta de aproximação entre suas concepções e raciocínios e a lógica do desenvolvimento de um determinado conhecimento científico. Além disso, recupera um passado que ainda é teimosamente ignorado e, ao fazê-lo, fornece acesso a camadas de nossa cultura e de nossa História que podem colaborar na construção mais ampla de espírito crítico. Algumas experiências com leituras de textos originais têm sido descritas na literatura¹⁰, com destaque para seus resultados positivos, principalmente em termos de receptividade (e também surpresa) dos alunos frente ao uso deste material em aulas de Ciências. Uma importante constatação, feita

por Marcelo Zanotello, é que “o conhecimento das dificuldades dos cientistas frente às suas questões pode gerar uma identificação por parte dos alunos diante das dificuldades que encontram em seu aprendizado.”¹¹

Portanto, pensa-se que este tipo de leitura colabora para uma aprendizagem em que os alunos não são apenas receptores de informações, que funcionariam como dogmas descontextualizados e desconectados da realidade da sociedade e do trabalho científico. Segundo Maria Josefa Borrego *et al.*, o uso de textos originais “oferece a possibilidade de propor os problemas e questões de maneira gradual, seguindo o desenvolvimento histórico dos conceitos.”¹² Desta forma, os textos permitem ao aluno a percepção de uma imagem da Ciência para além daquela presente nos livros didáticos, mostrando-a em constante transformação e permanentemente conectada a questões sociais, econômicas; enfim, humanas.

Nesta perspectiva de uso de textos históricos originais no Ensino, o presente trabalho propõe abordagens a partir da História das Ciências que possam trazer contribuições sensíveis para Ensino de Ciências de nível Médio. Oferece-se uma proposta de conteúdos a serem trabalhados em diferentes áreas do conhecimento, visando abordar, de maneira disciplinar ou até mesmo interdisciplinar, o tema “nitreiras” dentro do contexto histórico-social dos séculos XVIII e XIX no Brasil. Apresentam-se ideias e alternativas de uso deste tema em aulas de diferentes disciplinas, gestadas a partir da leitura de textos originais deste período, envolvendo conceitos científicos e questões históricas, sociais, políticas e econômicas que permearam a exploração do salitre e da pólvora no Brasil até meados do século XIX.

As nitreiras no Brasil e no mundo: uma abordagem histórica

O salitre, como é conhecido popularmente o nitrato de potássio, origina-se nas chamadas nitreiras (artificiais ou naturais), espalhadas por diversas partes do mundo, e a história de sua exploração está intimamente ligada ao desenvolvimento bélico mundial, uma vez que tem papel central na composição da pólvora: segundo David Cressy, o salitre é considerado a “alma” e a “mãe” da pólvora.¹³ Acredita-se que os chineses tenham sido os primeiros a trabalhar com a exploração e aplicação do salitre, pois já conheciam e utilizavam a pólvora entre os séculos VII e VIII, principalmente para fabricação de fogos de artifício e de elementos de sinalização e, a partir do século XIII, para produção de arsenais militares.¹⁴

É justamente no século XIII que se estipula a chegada, à Europa, do conhecimento sobre estes materiais, especialmente devido ao contato com os povos árabes que, por sua vez, acredita-se terem conhecido a pólvora e o salitre com os chineses. Esta entrada da tecnologia da pólvora no mundo Islâmico deu-se de forma fortemente associada ao contexto bélico, especialmente nas regiões da Ásia Central, Irã, Iraque e Síria, e pode ser destacada pela sua importância na tomada de Constantinopla pelo Império Otomano, em 1453.¹⁵

Já o contato europeu com a tecnologia islâmica se deu, essencialmente, pelos trabalhos dos alquimistas deste período. Destacam-se aqui Roger Bacon (1214-1294), um dos primeiros pensadores a descrever a técnica de produção deste artefato, e Raimundo Lúlio (Ramon Llull) (ca.1232-1315), um dos primeiros a mencionar a palavra “salitre” na Europa. Ainda que o conhecimento sobre o salitre e a pólvora possa ter se difundido no restante da Europa através dos gregos, que os manipulavam desde a Antiguidade¹⁶, sabe-se que sua definitiva inserção histórica neste continente se dá a partir do século XIII, por influência dos povos Orientais.¹⁷

A difusão dos conhecimentos sobre o salitre e a pólvora na Europa trouxe, conseqüentemente, um importante problema: o primeiro, componente primordial da pólvora, tem uma difícil obtenção natural, principalmente em países de clima frio, tornando-se caro e escasso para aqueles que o desejavam. Para suprir esta complicada necessidade do salitre, fábricas para sua produção artificial e exploração artesanal foram criadas na Europa a partir do século XIV, sendo as primeiras registradas na Bélgica e na atual Alemanha.

Esta produção e exploração europeia do salitre se deu a partir das chamadas nitreiras, que são divididas em dois tipos: as naturais, de onde apenas se extrai o salitre de suas terras; e as artificiais, onde são simuladas as condições

existentes nas nitreiras naturais, possibilitando a produção do salitre em terras onde ele não ocorre naturalmente. Sabendo-se que o salitre natural é desfavorecido pelas condições climáticas europeias, não é de se estranhar o fato de que a maior parte das nitreiras ali montadas a partir do século XIV fossem do tipo artificiais (à exceção de algumas na Espanha e Hungria). Contudo, o conhecimento sobre a existência do salitre natural em outras partes do mundo, como na Índia, no Egito e nas Américas Espanhola e Portuguesa (a partir do século XVI), gerou grande interesse europeu, e suas viagens com fins de exploração e extração por estas regiões mostraram-se muito rentáveis.¹⁸

Começam a surgir então os chamados “Impérios da pólvora”, originados pela grande expansão da exploração de salitre com fins bélicos, e formados principalmente por Espanha, Portugal, França, Holanda, Suécia e Inglaterra, na Europa, e por Pérsia, Índia e atual Turquia, na Ásia.¹⁹ O desejo da criação de uma forte indústria bélica movia estes povos na busca por novas fontes e no desenvolvimento de técnicas e conhecimentos sobre o salitre e a pólvora. Destaca-se, dentro dos estudos feitos neste período, o famoso trabalho *De la Pirotechnia*, de Vannoccio Biringuccio, publicado em Veneza em 1540, com inúmeras recomendações e análises da produção do salitre e da pólvora e de seu uso na artilharia.

A partir do século XV, a expansão marítima portuguesa começou a se consolidar e a tomada de novos domínios coloniais, como a América Portuguesa e territórios na Índia (Goa), desperta em Portugal o interesse pela produção da pólvora, intimamente ligado à necessidade da defesa de seus novos territórios e também da península.²⁰ Contudo, Portugal não possuía grandes fontes de salitre em suas terras na península e, assim, passou a incentivar a busca e exploração deste material em suas colônias. É neste contexto inicial de prospecção que Portugal instala grande parte de suas fábricas e arsenais em suas terras localizadas na Índia.²¹

Já em território brasileiro, as primeiras observações da abundância do salitre, ainda sob o domínio da Coroa Espanhola (período da União das Coroas após a queda de D. Sebastião), foram feitas por Álvaro Rodrigues (1584), Gabriel Soares (1587) e Frei Vicente do Salvador (1627), destacando-se as serras da Bahia como a maior região fonte deste material. Ao recuperar o domínio sobre estas terras, Portugal continuou insistindo nas buscas e na exploração do salitre, dadas as promissoras observações iniciais e a iminente necessidade de proteção da colônia, tanto contra a Coroa Espanhola quanto a Holanda.²²

Neste contexto já português, a exploração do salitre e o fabrico da pólvora tornam-se temas políticos e de tratados militares, estando fortemente vinculados a estudos técnicos desenvolvidos em escolas militares por especialistas da área, como Joseph Fernandes Pinto Alpoim, português que vem ao Brasil em 1739.²³ Diversos foram os subsídios, cartas-régias e missivas produzidos a fim de se incentivar a exploração regular do salitre no território brasileiro. Este tema constituiu-se, portanto, durante o domínio português sobre o Brasil, uma questão de Estado, uma vez que Portugal detinha o monopólio desta exploração e controlava investimentos e desenvolvimentos técnico-científicos.²⁴

Apesar de alguns empecilhos relacionados a questões de transporte, Portugal continuou estimulando as viagens pelo território brasileiro visando a descobrir novas fontes de salitre, bem como o investimento em fábricas de pólvora e no desenvolvimento técnico da área durante os anos seguintes. Já no século XVIII, no contexto da Reforma da Universidade de Coimbra (ocorrida entre 1758 e 1772), que buscava a formação para as ciências com um caráter utilitarista e aplicado, diversos foram os naturalistas brasileiros lá formados que passaram a trabalhar para a Coroa Portuguesa no tema do salitre, como José de Sá Bittencourt Accioly e José Vieira Couto. Desta forma, a Coroa passa a incorporar em sua política de exploração do território brasileiro os conhecimentos considerados acadêmicos, fortemente relacionados às transformações que as ciências vinham sofrendo neste período iluminista.²⁵

Dentre as principais políticas de incentivo e controle do Estado Português com relação à produção, extração e fabrico do salitre neste período, podemos destacar²⁶:

- *Criação de uma fábrica de salitre artificial (nitreira artificial) em Salvador por D. João de Lencastre, após sua nomeação como 32º Governador, em 1694;*
- *Instalação de outras duas fábricas de salitre no interior da Bahia, em 1697;*

- *Descoberta da Serra do Salitre, próxima ao rio São Francisco, em 1750;*
- *Início dos estudos na Serra de Montes Altos, na Bahia, em 1758;*
- *Viagem de José de Sá Bittencourt Accioly a Montes Altos e criação de uma estrada que ligava as fontes ao litoral, entre 1797 e 1806;*
- *Instalação de uma fábrica de salitre, em 1800, em Quixeramobim, no Ceará, sob os cuidados do naturalista João da Silva Feijó;*
- *Decreto de D. João VI, em 1801, do monopólio da Coroa Portuguesa sobre as pesquisas e exploração do salitre e da pólvora, impedindo a importação e a exportação para terceiros, a fim de impedir o contrabando comum na época;*
- *Viagem de estudo às nitreiras naturais de Monte Rorigo, em Minas Gerais, pelo naturalista José Vieira Couto, em 1803;*
- *Criação da 1ª Fábrica de Pólvora em território brasileiro, no Rio de Janeiro, ordenada em 1808 por D. João VI, para proteger o porto e abastecer os postos militares da região;*
- *Autorização, em 1808, da construção de uma fábrica de pólvora em Vila Rica, MG;*
- *Transferência, em 1832, da fábrica de pólvora da Lagoa Rodrigo de Freitas para Porto da Estrela (atualmente, Magé, RJ).*

Alguns pesquisadores apontam uma tendência de fracasso da exploração do salitre e da pólvora no Brasil.²⁷ Porém, convém destacar que este fato está relacionado principalmente aos problemas de logística de transporte no território e não à falta de estudos e pesquisas por parte de nossos naturalistas e técnicos, como pode ser visto na listagem acima. Em seu trabalho sobre os aspectos da ilustração no Brasil, Maria Odila Leite da Silva Dias defende que nossos “ilustrados dos fins do século XVIII não trataram apenas de divulgar técnicas europeias; homens de mentalidade mais prática dispuseram-se também a experimentar e adaptá-las, alcançando por vezes grande sucesso com suas inovações.”²⁸

283

Partindo justamente deste conhecimento desenvolvido em território nacional na busca da exploração do salitre e na produção da pólvora, o presente trabalho propõe uma abordagem de caráter histórico das nitreiras em salas de aula do Ensino Médio²⁹, através de discussões de conceitos, temas e contextos, em diferentes disciplinas.

Apoiamo-nos na moderna historiografia das ciências no Brasil, que discorda da “tese central da quase inexistência – e do grande atraso – das atividades científicas no país até, pelo menos, a criação dos institutos de pesquisa microbiológica (...) na transição para o século XX”.³⁰ Segundo Silvia F. M. Figueirôa, esta historiografia empregada na análise da História das Ciências nacionais “padeceu dos limites dados por sua matriz positivista e pelo ‘mimetismo historiográfico’ e conduziu a uma visão estreita do passado”.³¹ Como afirma Juan Jose Saldaña³², a partir da década de 1980, a historiografia passou a se empenhar no estudo da problemática da Ciência realizada em países considerados como periféricos, ou seja, fora do eurocentrismo que vinha dominando a investigação histórica das Ciências.

Pensamos que esta visão sobre a Ciência brasileira permite redescobrir o Brasil e repensar a imagem de ciência universal que temos e que é transmitida em muitas aulas de Ciências. Teresa C. C. Piva e Carlos A. L. Filgueiras finalizam seu trabalho sobre a exploração da pólvora no Brasil destacando que:

A pesquisa histórica atual a respeito da ciência no Brasil colônia tem buscado cada vez mais as fontes primárias e deixado de lado o preconceito antigo de só se considerar digna de estudo a ciência produzida no meio acadêmico. Hoje se procura estudar a história das técnicas, das várias vertentes da engenharia, das relações entre a arte de curar e o conhecimento da natureza, e de todos os processos de transformação dos materiais naturais encontrados pelo homem³³.

É oportuno destacar, por fim, que a importância de considerar aspectos da História das Ciências Brasileiras apenas começa a ser observada pelos trabalhos da área de Ensino. Em uma investigação realizada pelas autoras³⁴ sobre

propostas de Ensino de Química com a História das Ciências, dentre as publicações encontradas em periódicos bem qualificados e em teses e dissertações brasileiras entre os anos de 1993 e 2013, apenas 5 trazem como cenário a história do desenvolvimento de conceitos e técnicas científicas no território nacional.

A Química do século XVIII: uma breve explicação histórica

Antes de iniciarmos nosso trabalho com a Química das nitreiras, faz-se necessária uma contextualização histórica sobre a Ciência Química no período abordado nesta investigação, ou seja, entre os séculos XVIII e XIX. Acreditamos na importância da compreensão, por parte de professores e seus estudantes, do contexto de produção dos conhecimentos químicos que aqui serão abordados, notadamente relacionado aos trabalhos dos Iluministas europeus e de seus sucessores, que foram referência para Portugal e suas colônias.³⁵

O século XVIII, conhecido como o “Século das Luzes”, foi marcado por uma nova visão de mundo, iniciada ainda no século XVII, na qual a razão e a Ciência deveriam se sobrepor à religião e ao misticismo ao lidar com novos conhecimentos e formas de produção. Estas novas ideias, que também se fundamentavam nos campos da política e da economia, levaram a inúmeras investigações na área das ciências naturais, que encontram, durante o século XVIII, um período de grande prestígio junto aos países europeus e suas colônias.³⁶

No campo da Química, este século constitui-se como um marco histórico para sua consolidação como ciência formal. Segundo Bernardette Bensaud-Vicent e Isabelle Stengers³⁷, as principais tarefas dos químicos deste período estavam relacionadas com a racionalização da Química, através da diferenciação das propriedades de um corpo, da elaboração de inventários e de classificações de reações, substâncias, processos, etc.

284

Em uma época permeada pela teoria mecanicista de Newton, os estudos e explicações sobre atração e repulsão entre as partículas domina o pensamento dos químicos, que passam a sonhar com a adequação de sua Ciência a este pensamento moderno, algo que seria atingido, essencialmente, através da experimentação. Desta forma, buscando adaptar-se a um século regido pela racionalidade e por novas formas de produção, a Química passa a demandar o desenvolvimento de novos conhecimentos e resultados, em detrimento à insistência no trabalho especulativo e místico, resquícios de sua conexão com a alquimia.³⁸

Inicia-se, portanto, um processo de substituição de ideias relacionadas a espíritos e almas das substâncias, como a teoria do flogístico³⁹ de Stahl, por conceitos e explicações fortemente embasados por atividades empíricas e repetitivas. Experimentos são realizados e reproduzidos incansavelmente, na busca por uma padronização e classificação das propriedades e comportamentos das diversas substâncias conhecidas, e também por uma explicação da ocorrência de reações químicas. Estas passam, então, a serem estudadas não apenas como forma de produção de novos materiais, mas também como fenômenos manipuláveis e alteráveis (por temperatura, presença de água etc.).⁴⁰

Dentre as atividades realizadas no século XVIII, os químicos pneumáticos se destacam como os mais significativos para a consolidação da Química como ciência moderna. Joseph Black (1728-1799), Henry Cavendish (1731-1810), Joseph Priestley (1733-1804), Karl-Wilhelm Scheele (1742-1786) e Antoine Lavoisier (1743-1794) são alguns dos importantes nomes que se dedicaram, neste período, aos estudos dos gases, produzindo, isolando e analisando uma grande quantidade destes materiais. Lavoisier, como parte de seu projeto de renovação da Química, buscando a tão desejada libertação de suas raízes místicas, utiliza estas novas descobertas para implantar um novo programa de classificação química, dissociada do flogístico de Stahl⁴¹, fornecendo novas interpretações aos experimentos então realizados.⁴²

Com a ajuda de um laboratório equipado, Lavoisier inicia um percurso quantitativo para a Química, que passa a ser medida e analisada do ponto de vista matemático, em voga nas ciências naturais nesta época. Suas teorias ganham força e passam a ser defendidas e divulgadas por inúmeros seguidores, dando-lhe a fama de “pai da Química moderna”. Ademais, juntamente com outros importantes químicos do período, como Guyton de Morveau (1737-1816), Claude Berthollet (1748-

1822) e Antoine Fourcroy (1755-1809), busca a padronização e a formalização da Química como ciência, publicando, em 1787, um método de nomenclatura química, que, ao final do século, já era adotado e lecionado por toda a Europa.⁴³

O legado do século XVIII para a Química vai ecoar e ser a base dos novos estudos da durante o século XIX. O desenvolvimento da experimentação, o calórico e as teorias de atração e repulsão entre partículas permanecerão como foco dos estudos químicos neste próximo século, originando importantes trabalhos na área de atomística (com John Dalton), composição da matéria e estudos dos gases (com Louis Joseph Gay-Lussac), proporções ponderais e volumétricas (com Amedeo Avogadro e Jöns Jakob Berzelius)⁴⁴ etc.

É neste contexto de transformação e consolidação de uma Química mais moderna que os estudos sobre as nitreiras no Brasil serão preponderantemente realizados, envolvendo antigos e novos conceitos, nomenclaturas e experimentações, que aqui passaram a se amalgamar com técnicas e experiências produzidas por trabalhadores e estudiosos nacionais.

As nitreiras nas aulas de Química: uma breve explicação de importantes conceitos

Como já mencionado, o tema central desta proposta são as nitreiras, seu funcionamento, o contexto histórico de sua exploração e sua relação com a produção e uso da pólvora. Trata-se de um conjunto de temáticas que agrega importantes conceitos físicos, biológicos e químicos sobre a transformação da matéria e que, portanto, traz uma riqueza de informações para aulas de Química, disciplina lecionada por uma das autoras deste trabalho.

O salitre, cuja nomenclatura oficial é “nitrato de potássio” (de fórmula química KNO_3) forma-se em solos e superfícies úmidas em países de clima quente, nas chamadas nitreiras. Comumente, o nitrato de potássio aparece junto a outros nitratos, como o nitrato de cálcio e o nitrato de magnésio, justificando assim a necessidade de sua extração e posterior purificação, através de processos de lixiviação e cristalização. É importante recordar ainda, como citado anteriormente, que há dois tipos básicos de nitreiras: as naturais e as artificiais.

285

O estudo da construção e da exploração das nitreiras artificiais nos possibilita um interessante entendimento do processo envolvido na formação do salitre nos solos, que pode ser estendido, inclusive, para a formação do salitre nas nitreiras naturais. As condições básicas para a formação do nitrato de potássio, natural ou artificial, envolvem a presença de uma fonte de nitrogênio (dejetos de animais, refugos de abatedouros, resíduos de fábricas de curtumes, tecidos, urina, etc.) e outra de potássio (cinzas ou carbonato de potássio – a “potassa”), além de aeração e umidade (permitindo a ocorrência dos processos químicos necessários).⁴⁵

Estabelecidas estas condições, ocorrem reações químicas que hoje são conhecidas como aquelas do Ciclo Biogeoquímico do Nitrogênio, que consiste nas transformações sofridas pelo elemento nitrogênio nos reinos animal, vegetal e mineral, descritas a seguir:

1. Amonização: transformação do nitrogênio presente na matéria orgânica (restos animais e vegetais), principalmente na forma de proteínas, aminoácidos e excretas (urina) em sais amoniacais (derivados da amônia – NH_3), a partir da ação de bactérias decompositoras fermentativas. É importante destacar aqui que o elemento nitrogênio (N) presente na matéria orgânica sob a forma de proteínas, aminoácidos, etc., pode ter duas origens principais. Em seres produtores, como algumas plantas, ele é fixado a partir do gás nitrogênio (N_2) presente na atmosfera, com ajuda de algumas bactérias, e então transformado em compostos orgânicos nitrogenados dentro do ciclo metabólico destes vegetais. Já em seres consumidores, como os animais, ele é obtido a partir do alimento, já rico nestas substâncias orgânicas nitrogenadas.

2. Nitrosação: transformação dos sais amoniacais da etapa de amonização em nitritos (ânions NO_2^-), a partir da ação das bactérias Nitrosomonas e Nitrosococcus.

3. Nitratação: transformação dos nitritos em nitratos (ânions NO_3^-), através da oxidação dos primeiros ocorrida durante a produção de energia de bactérias do gênero *Nitrobacter*.⁴⁶

Formados os nitratos a partir da decomposição da matéria orgânica depositada nas nitreiras (seja de forma natural, seja de forma artificial), a adição, ou pré-existência, de cinzas e/ou potassa (atualmente conhecida como “carbonato de potássio”) possibilita a formação do desejado nitrato de potássio, pela ligação estabelecida entre os cátions K^+ fornecidos por estas substâncias e os ânions NO_3^- do ciclo do nitrogênio.

Após serem localizadas fontes naturais do salitre ou estabelecida sua produção artificial, a continuidade do processo de sua exploração consistia basicamente em extrair das terras o nitrato de potássio, por meio da lixiviação. Destaca-se que, anteriormente a esta extração, poderiam ser adicionadas a estas terras mais cinzas e/ou potassa, com o objetivo de aumentar o rendimento da formação deste sal⁴⁷, promovendo a conversão dos nitratos de cálcio $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ e de magnésio $[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2]$, também ali presentes, em KNO_3 :



Após a promoção opcional destas reações químicas, passava-se efetivamente para o processo de lixiviação das terras das nitreiras, que consistia em adicionar-lhes água em quantidade adequada para dissolver os nitratos (e alguns outros sais ali presentes), separando-os de outros componentes insolúveis destas terras. Finalizada a lixiviação, o nitrato de potássio, bem como outros sais também solúveis em água, estariam dissolvidos e deveriam então passar por um processo de cristalização, visando a evaporação desta água. A evaporação controlada deste solvente, ao longo do tempo, levaria à cristalização fracionada de cada um dos sais dissolvidos, separando-os facilmente devido às diferenças de solubilidade em água que cada um destes sais possui (avaliadas através do chamado “coeficiente de solubilidade”).

286

As nitreiras nas aulas de Química: uma proposta histórica de aplicação

Em aulas de Química desenvolvidas a partir da leitura de textos originais de pesquisadores e técnicos envolvidos na exploração das nitreiras, propomos uma sequência de trabalho que envolva ativamente a participação dos alunos, concernindo ao docente a organização e orientação das atividades. Sugere-se aqui que seja feita apenas uma introdução ao tema e que o professor não apresente uma aula completa sobre os princípios da exploração do salitre, cabendo aos alunos esta elucidação a partir dos textos históricos. Desta maneira, a aula passaria a ser orientada para a análise, em grupos, de trechos originais selecionados, de acordo com o conteúdo técnico pertinente às discussões sobre o funcionamento das nitreiras, exploração do salitre e produção da pólvora. Apresentamos a seguir alguns destes trechos, extraídos de diferentes fontes originais, com uma breve explicação acerca de seu conteúdo.⁴⁸

O primeiro trecho selecionado foi escrito por João Manso Pereira, em um trabalho de 1800. João Manso Pereira (1750?-1820), mineiro e um dos primeiros químicos empíricos e autodidatas brasileiros, trabalhou e pesquisou diferentes técnicas, equipamentos e processos químicos sob ordens da Coroa Portuguesa, como alambiques e sistemas de destilação, altos-fornos, nitreiras etc.⁴⁹ No trecho a seguir, ele descreve suas impressões sobre uma nitreira artificial construída na cidade de Santos, Capitania de São Paulo:

Trecho 1

Nesta Vila o calor e umidade são excessivos: desta é testemunha o limo verde, que na maior parte dos edifícios sobe até ao meio das paredes; daquele o termômetro de Reaumur, que subiu sempre a 20, e algumas vezes a 26° nos meses de Julho e Agosto, que são o coração do inverno neste país. Parece escusado dizer que não há clima nesta Capitania onde seja mais pronta a putrefação, e por consequência a produção do Salitre. Porque o dano que pode causar o excessivo calor, volatilizando o Azote, como pensa Chaptal,

*é mais fácil de se remediar, do que aquele que procede do excessivo frio. Este só se pode evitar com a despesa do fogo, aquele unedecendo com as regas mais copiosas e amiudadas a Nitreira nos meses em que se temer aquele mal.*⁵⁰

Neste trecho, notamos a presença de uma descrição que, aliada a conhecimentos de Geociências e Biologia, ajuda na compreensão das condições ambientais para a formação do salitre natural, que ocorre a partir de processos biológicos de putrefação (decomposição de matéria orgânica promovida pela presença de microrganismos).

Os trechos 2 e 3, a seguir, foram extraídos, respectivamente, de um trabalho de José Vieira Couto e do periódico *O Auxiliador da Indústria Nacional*. José Vieira Couto (1752-1827), mineiro de Arraial do Tijuco (atual Diamantina, MG), estudou Filosofia e Matemática na Universidade de Coimbra e realizou importantes pesquisas mineralógicas no território brasileiro, principalmente entre os anos de 1789 e 1805.⁵¹ O trecho 2 foi selecionado em seu trabalho de 1803 sobre as nitreiras naturais e artificiais de Monte Rorigo (atual Serra do Cabral, em Minas Gerais), onde ele descreve as cavernas dessa região. Já o trecho 3 foi extraído de um texto publicado, em 1855, no periódico brasileiro *O Auxiliador da Indústria Nacional* por autor desconhecido, com o objetivo de compilar as informações sobre a área.

Trecho 2

*Abundam as cavernas de Monte Rorigo em vários saís, sendo porém os dominantes e em maior quantidade os nitratos de potassa, de cal, e magnésia. Seguem-se depois os muriatos de soda, terrosos, e alguns sulfatos, muito menos ainda que os muriatos. O nitrato de potassa existe sempre à superfície, nas recamaras mais resguardadas do sol, por entre as frinchas e cavidades das estalactites, de maneira que em alguns d'estes lugares se vêem grossas lágrimas do mesmo nitrato, muito puro e cristalino, apegadas às paredes. Cavando-se mais profundamente, que exceda a dois palmos pouco mais pouco menos, já não se topam com os nitratos, porém em seu lugar acham-se muriatos, ou sós, ou com muito poucos nitratos.*⁵²

Trecho 3

Apesar de se encontrar o salitre em certos lugares, como já fica dito, natural e completamente formado, a sua origem é, contudo dependente de certas condições, cujo cumprimento nos habilita para o produzir artificialmente segundo a nossa vontade. Estas condições são:

1.º *Existência de substâncias azóticas, animais e vegetais. Estas substâncias compreendem o estrume humano e animal, estéreo da rua, intestinos e outros sobejos animais, lodo de águas mortas, assim como estrume fluido e urina, os quais constituem o fluido animal mais abundante em azoto. Além d'isso devemos mencionar as substâncias vegetais como sejam: ervas parasitas de toda a qualidade, palha d'ervilhas, de feijões e milho, como também o girassol, cogumelos, etc.*

2.º *Existência de álcalis e terras, em estado poroso, de maneira que se possam penetrar pulverizado facilmente. A estes pertencem de preferência todas as substâncias que contém álcali, como sejam: cinzas de pão de toda a qualidade, água do sabão, marga (argila com cal), greda, caliça de edifícios.*

3.º *Presença de umidade. As substâncias destinadas para a formação de salitre devem ser penetradas igualmente pela umidade, mas não inundadas, de sorte que formem mais papas, de outro modo não fica cumprida a seguinte quarta condição.*

4.º *À ação livre do ar e, por consequência, amontoamento móvel e poroso das substâncias requeridas.*

5.º *Temperatura do 5º até 20º Celsius, ou 12º até 16º Réaumur. Contudo, uma temperatura mais elevada não é nociva, acelerando, pelo contrário, a formação do salitre.*⁵³

No trecho 2, observamos as primeiras menções a importantes compostos químicos inorgânicos que tem sua origem ligada à formação de materiais em solos, como o próprio nitrato de potássio ("nitrato de potassa"), além de nitrato de cálcio ("nitrato de cal"), nitrato de magnésio ("nitrato de magnésia"), cloreto de sódio ("muriato de soda"), cloretos terrosos e sulfatos. Trata-se de um trecho interessante para o trabalho com as fórmulas e nomenclaturas inorgânicas, principalmente em discussões sobre as mudanças na forma de se nomear os compostos químicos ao longo

dos anos. Ainda no trecho 2, notam-se também descrições e condições espaciais dos locais onde se forma o salitre, levando ao início da elucidação dos processos envolvidos na formação desta substância. No trecho 3, faz-se menção a condições de surgimento do salitre relacionadas ao já descrito Ciclo Biogeoquímico do Nitrogênio, como “substâncias azóticas” (o termo “azoto” refere-se ao antigo nome do elemento nitrogênio), álcalis e cinzas, umidade, ar, condições de temperatura específicas, etc.

Ainda no trabalho de José Vieira Couto sobre as nitreiras de Monte Rorigo, encontramos uma menção mais detalhada às etapas de produção do salitre, reproduzida praticamente na íntegra no trecho 4, a seguir. O trecho 5 também trata das etapas de formação do nitrato de potássio e foi extraído de trabalho de José de Sá Bittencourt Accioly (1755-1828). Accioly, mineiro, formou-se em Ciências Naturais pela Universidade de Coimbra e foi o encarregado das explorações mineralógicas em Montes Altos, na Bahia, durante o ano de 1799, quando publicou suas memórias sobre as nitreiras naturais da região.⁵⁴

Trecho 4

Para melhor manear-se esta terra e saber-se haver com ela, o salitreiro deve saber que o nitrato de potassa, este sal, cuja produção e colheita é o objeto das suas lidas, é composto de três princípios, oxygeneo, azoto, e potassa: a combinação dos dois primeiros constitui o ácido nítrico, e este, ao depois com a potassa, o dito nitrato ou salitre. O oxygeneo e o azoto formam este nosso ar atmosférico, que respiramos, porém no estado de simples mistura, e não de combinação; por quanto o azoto já reduzido a perfeito gás, e tal qual existe na atmosfera, isto é, depois de já ser dissolvido no calórico, ele repugna esta combinação; quando, pelo contrário, o oxygeneo aparece, se presta a ela com toda a facilidade.

D'aqui se vê que para formarmos o ácido nítrico não ha outra dificuldade, senão de expormos ao oxygeneo (sempre pronto para a sua combinação, e princípio abundante na atmosfera) o azoto, não no estado de gás perfeito, mas sim um instante antes, (digamo-lo assim) quando ele se prepara para tomar este mesmo estado gasoso. Os corpos que abundam d'este princípio chamado azoto são todos aqueles que procedem de substâncias animais e vegetais: d'aqui se vê qual seja a maior parte da terra, de que há de ser cheia a vossa salitreira. Formado o ácido nítrico, ainda não está formado o salitre: cumpre oferecer-lhe ainda o terceiro princípio, a potassa, de que ele é muito ávido, e que mutuamente um e outro se atraem, e se combinam, logo que se tocam. Este princípio, a potassa, é subministrado em parte pela mesma terra vegetal, e em parte pelas cinzas, lixívias, ou ainda a mesma potassa, de que tanto uso se faz nas salitreiras, como adiante direi.

Como é conveniente que formado que seja o dito ácido nítrico, nada se perca d'elle, cumpre oferecer-lhe bases com fartura, a que se apegue. Por isso como somente a terra vegetal não seria bastante para fornecer-lhe, ao compasso que se cria, estas bases de potassa sempre suficientes, convém também multiplicar outras bases, e oferecer-lhe terras, com as quais, depois da potassa, ele com facilidade também se combina. Eis-aqui a necessidade de empregar terras calcárias nas salitreiras. (...)

Cumpre que a salitreira, conservando pela maior do tempo suas esteiras abatidas, mantenha parte no seu recinto um ar estagnante, e uma luz branda, não muito viva. A grande luz é prejudicial à produção d'este sal, cooperando para o desenvolvimento súbito do azoto em gás, e dessecando a umidade atmosférica do mesmo recinto.

Esta mesma umidade do ar é outra circunstância que se deve procurar e manter. Este ar úmido não só promove a podridão, mas também serve de excipiente aos corpos que se volatilizam, ao ácido que se forma; conserva-os em si, até que chegue a ocasião do contato, e só produzam os nitratos. Este requisito consegue-se por meio dos borrifos ou regas, de que logo tratarei, e levantando as esteiras durante o tempo úmido, e nas noites serenas e orvalhosas que nos climas dos sertões são a este respeito tão belas e admiráveis.⁵⁵

Trecho 5

O salitre, por todos bem conhecido, é um sal neutro composto pelo Ácido Nitroso combinado até o ponto da saturação com o Álcali fixo vegetal, donde se segue, que logo que estes princípios existirem unidos, ou na esfera da sua atração, deve infalivelmente existir o terceiro. Ele se forma na superfície da terra própria,

para produzir, nas cavas, lapas, alpendradas cobertas da chuva, aonde existem as substâncias capazes de o fazerem aparecer, contanto que o possa circular a massa da terra, aonde ele se gera, cooperando muito para a sua formação, um certo grau de umidade muito necessária. O ar, que conforme as observações de M. Hellot se tornava necessário para a formação do Nitro, como agente, ou fermentante dos seus princípios, agora que melhor se conhece a razão suficiente do modo, como ele obra, segundo as observações de M. Cavendish, na combinação de sete partes do ar puro, três de ar impuro, com o choque da fâisca elétrica para produzir o ácido nitroso.⁵⁶

O trecho 4 trata-se da mais completa descrição dos processos químicos envolvidos na formação do salitre encontrado dentre os textos originais de pesquisadores do salitre no período aqui contemplado. Observam-se as menções às fórmulas moleculares e nomenclatura de importantes compostos inorgânicos, como o ácido nítrico, o oxigênio, o azoto (nitrogênio). Acreditamos que este trecho possibilita um trabalho completo com ideias envolvidas no ciclo Biogeoquímico do Nitrogênio, reações químicas, compostos inorgânicos, etc., sendo muito rico para a aplicação em um conjunto de aulas de Química. O trecho 5 traz uma breve descrição da formação do salitre, incluindo uma noção rudimentar de proporção entre os reagentes necessários para tal: "combinação de sete partes do ar puro, três de ar impuro".

O trecho 6, a seguir, foi extraído do já citado trabalho de José Vieira Couto sobre Monte Rorigo, enquanto que o trecho 7 foi selecionado da compilação sobre o salitre publicada em 1855 pelo *Auxiliador da Indústria Nacional*.

Trecho 6

Tendo posto o salitreiro em execução tudo o que fica dito, é chegado em o fim o tempo da colheita do nitrato, este é indicado por evidentes sinais, que então apresentam as terras da salitreira. Os muros, ou depois de lavrados como ensino, ou renovados, como fica dito, em poucos dias cobrem-se de novo de uma plumagem branca; as terras chegadas à língua excitam uma sensação fria, amarga e picante; elas mostram-se já cabidas em dissolução e poeira, e não viscosas, e conservando ainda muitas de suas partes inteiras: estes sinais indicam que é chegado o tempo das lixívias, ou colheita do nitrato de potassa. A lavagem ou lixiviação das terras é feita com o fim de se extrair todo o sal contido n'elas, e principalmente os nitratos, objetos únicos d'estes trabalhos. A sua teoria funda-se sobre este princípio: que sendo os sais solúveis n'água e a terra não, esta água arrastará consigo todos os sais, separando-os da mesma terra, e deixando a esta intacta.⁵⁷

289

Trecho 7

Depois d'estas operações principia a lixiviação. O salitreiro deve sobretudo tratar de efetuar a extração dos sais ácido-nítricos com a menor porção d'água possível, porque a evaporação da água supérflua só causaria um gasto inútil de combustível.

A cozedura e evaporação da barreira até o ponto de cristalização tem por fim a muito particular separação de uma parte dos sais, causando impurezas. Portanto, para poder compreender o procedimento que tem lugar, é preciso tomar em consideração a diferente solubilidade dos sais existentes na barreira. 100 partes d'água dissolvem como se sabe:

Salitre.			Chlorureto de potassa.		Sal ordinario.
com 0° Cels.	7 ½ partes	29 ⅓ partes	37 partes		
» 28°	» 29	» 34	» 37	»	»
» 45°	» 74 ½	» 41 ½	» 37	»	»
» 97°	» 236	» 56	» 37	»	»
» 100°	» 400	» 57	» 37	»	»

D'esta tabela resulta que a solubilidade do salitre em água sobe de modo espantoso com o aumento de calor, ao mesmo tempo que só cresce pouco com o chlorureto de potassa, ficando até mesmo igual como sal ordinário. Resulta além disso, que o salitre é mais difícil de dissolver em água fria do que os dois outros sais, mostrando pelo contrário uma muito maior solubilidade na temperatura de 45°. Na evaporação da água durante o ferver, o salitre por consequência sendo evaporado até certo grau, achar-se-á ainda em estado dissolvido, ao mesmo tempo que o chlorureto de potassa e de soda, por falta de água suficiente para a solução, já começam a separar e cristalizar-se.⁵⁸

O trecho 6 trata do processo de extração (lixiviação) e purificação do salitre já produzido, possibilitando discussões sobre fracionamento de misturas, solubilidade, evaporação, etc. O trecho 7 também trata da purificação do salitre, mas acrescenta, ao texto de Vieira Couto, um levantamento comparativo do coeficiente de solubilidade de alguns dos principais sais contaminantes do salitre ("chlorureto de potassa" – cloreto de potássio, e sal ordinário – cloreto de sódio), permitindo ao professor trabalhar com o conceito de solubilidade. Uma vez formado, extraído e purificado o salitre, sua principal aplicação era a fabricação da pólvora, um processo e um produto que podem render interessantes discussões em aulas de Química. Esta temática pode ser vista nos trechos selecionados a seguir, a partir de um trabalho escrito em 1748 por Joseph Fernandes Pinto Alpoim, engenheiro português que veio ao Brasil como Mestre da Aula do Terço, uma escola de formação militar.⁵⁹

Trecho 8

P. Que é pólvora?

R. É uma composição de salitre, enxofre, e carvão.

P. Como se faz?

R. Desta forma: a melhor dose que se tem achado para a composição da pólvora é 76 1/2 partes de salitre refinado; 12 1/2 de enxofre; e 12 1/2 de carvão esforçadas.⁶⁰

Trecho 9

(...) pondo-a sobre um papel branco, se o tomar toda junta, e de repente levantando fumo, como uma coroa, sem deixar negruras, nem faíscas, que queimem o papel, é boa pólvora: quando a pólvora é boa e bem seca, se pode fazer esta prova na palma da mão, sem que a queime. A pólvora ruim faz tudo pelo contrário: as pólvoras medianas, são as que queimam menos papel; e a que o enegrece, e não queima é melhor que as que o queimam.⁶¹

No trecho 8, notamos a descrição quantitativa dos componentes da pólvora, que pode ser explorada em trabalho com a montagem e o balanceamento de reações químicas, bem como em cálculos de estequiometria de reação. Já o trecho 9 pode auxiliar na discussão sobre os conceitos de combustão completa ("pólvora boa") e combustão incompleta ("pólvora ruim"), tão comuns nas salas de aula atuais.

Para finalizar, apresentamos um trecho, ainda do trabalho de Alpoim, muito interessante do ponto de vista químico e físico:

Trecho 10

Suposto se pode fazer pólvora de todas as cores; com tudo as mais usuais são branca, vermelha, amarela, verde e azul. Ponha-se a ferver, em água ardente com verdete, x de madeira branca podre, e depois de ter bem fervido, e embebido o verdete, se tira, seca, e faz um pó, que se mistura com x de enxofre e 10 x de salitre, e se faça a pólvora.⁶²

Este trecho 10 trata, ao discutir a produção de pólvoras com diferentes cores (no caso, que gerariam fumaças de diferentes cores), de um assunto altamente moderno dentro dos modelos físico-químicos de composição da matéria:

emissão de radiação visível (cores) por elementos metálicos. No caso deste trecho, Joseph Fernandes Pinto Alpoim descreve o modo de preparo da pólvora verde, a partir da adição de verdete, atualmente conhecido como acetato de cobre.⁶³ É justamente o íon cobre presente neste composto que irá gerar uma coloração verde quando da explosão da pólvora, através de um processo de excitação eletrônica ocorrido em sua eletrosfera. É conveniente destacar, é claro, que este modelo abstrato para explicação da presença de cores nas explosões de, por exemplo, fogos de artifícios, não era conhecido por Alpoim, mas este se utilizou de interessantes conhecimentos empíricos sobre o comportamento da matéria para propor inovações à pólvora tradicional.

Após as leituras dos trechos destacados aqui e das orientações iniciais do professor, sugerimos que seja solicitado aos grupos de alunos a elaboração de suas próprias explicações para o processo de formação, exploração e aplicação do salitre das nitreiras e também sobre o funcionamento da pólvora. Tendo como partida a análise das respostas dos alunos, o professor poderá, então, observar o entendimento construído com as leituras, bem como o provável aparecimento de conceitos prévios desenvolvidos pelos alunos antes e durante o contato com os textos originais. Defendemos esta abordagem por parte do professor, pois, ao levar em conta esta diversidade de raciocínios e representações, pode evitar a formação de conceitos errôneos e ainda incluir constatações dos próprios alunos em suas aulas.

A partir daqui, uma discussão pode ser feita pelo professor, incluindo-se as respostas elaboradas pelos estudantes, imagens e esquemas sobre o funcionamento das nitreiras e da pólvora, abordando conceitos como reações químicas, compostos inorgânicos, estequiometria, fracionamento de misturas e solubilidade. Há ainda a oportunidade de continuação do trabalho com este tema na sala de aula, já que o salitre ainda é explorado, o que permite diferentes discussões. Numa perspectiva mais restrita ao Ensino de Química, sugerimos:

- Discussão sobre a atualidade da técnica, novas formas de produção e extração do salitre;
- Investigação sobre diferentes aplicações do salitre no mercado atual;
- Investigação sobre modernos substituintes da pólvora, como a nitroglicerina, o TNT, etc.;
- Discussão, dentro também de um contexto de Geociências, dos processos físico-químicos extrativistas na história brasileira e em nossa sociedade atual.

291

As nitreiras e seu potencial para um ensino interdisciplinar

Na década de 1980, movimentos curriculares começam a surgir com o objetivo comum de acompanhar uma concepção de aprendizagem socialmente relevante. Nesta perspectiva, o ensino interdisciplinar vem se mostrando uma alternativa ao ensino tradicional, promovendo os alunos a uma posição mais autônoma e crítica, preocupados com problemas da realidade – quase sempre interdisciplinares –, permitindo-lhes uma visão global sobre as relações científico-sociais. Como já apontado há décadas⁶⁴, o ensino interdisciplinar permite desmistificar o trabalho científico, que passa a ter dimensões éticas, sociais, históricas e políticas, e proporciona trabalhos em grupo, desenvolvimento de lições práticas, melhoria de relacionamento dentro da sala de aula e ampliação crítica de conhecimento.

Antônio Cachapuz, João Praia e Manuela Jorge⁶⁵ argumentam que a análise das descobertas científicas em seu contexto histórico-social permite ao professor e a seus estudantes a construção de uma visão ampla e integrada do conhecimento, possibilitando, por exemplo, o trabalho com assuntos controversos de grande interesse social. Acreditamos que a compreensão histórico-filosófica da natureza e do desenvolvimento do conhecimento científico pode se tornar uma importante ferramenta para o entendimento das relações da Ciência com aspectos sociais, políticos, ambientais, etc., transformando-a assim num tema fortemente interdisciplinar.

Chamamos atenção, então, ainda que brevemente, para o notável potencial interdisciplinar que o trabalho com as nitreiras possibilita, dentro de uma perspectiva da História das Ciências. Durante a busca por trechos relacionados

à área de Química nos trabalhos originais brasileiros, encontramos diversas relações que hoje seriam consideradas interdisciplinares, mas que, à época, eram simplesmente partes integrantes do conhecimento completo sobre esta temática. Ao analisarmos os textos publicados naquele período, notamos, portanto, o quão interdisciplinares podem ser considerados os pesquisadores das nitreiras. Portanto, a seguir, delineamos sugestões de atividades interdisciplinares a serem realizadas por diferentes professores, em distintas disciplinas, a partir do tema da nitreiras.

Figura 1: Fluxograma de atividades propostas com as nitreiras como tema central

Fonte: Elaboração própria dos autores



292

A seguir, destacamos alguns trechos potencialmente interdisciplinares selecionados nos trabalhos analisados. Salientamos, porém, que alguns trechos já citados podem ser igualmente usados em disciplinas que não a Química, posto que apresentam conceitos caros a outras disciplinas.

O trecho 11, extraído do trabalho de João Manso sobre as nitreiras da cidade de Santos, pode ser empregado nas aulas de Biologia por tratar, assim como vários outros trechos já citados, do Ciclo Biogeoquímico do Nitrogênio, assunto muito interdisciplinar, uma vez que trabalha com conceitos da Biologia, da Química e das Geociências.

Trecho 11

As cinzas, que subministram as fornalhas e se deitam fora por coisa inútil, misturadas com terra vegetal devem alternadamente ir cobrindo as camadas de carne; e, por meio de sobrados de pães atravessados, se embarçará a compressão da terra, e se conservará sempre solta. Pelos mesmos buracos das taipas circulará o ar: e as mesmas fornalhas e caldeiras que cozem o azeite, podem evaporar a água do Salitre. V... já viu que para se gerar o Salitre bastam duas substâncias, uma que apodreça, e dê origem ao ácido nítrico, e outra, que lhe subministre a potassa.⁶⁶

Os trechos 12 e 13, extraídos, respectivamente, dos trabalhos de Vieira Couto sobre Monte Rorigo e de Accioly sobre Montes Altos, possuem potencial para serem usados em aulas de Geografia, já que tratam da descrição de domínios morfoclimáticos mineiros e baianos. Propõe-se o trabalho com os alunos a partir de mapas atuais e da época destas duas regiões, visualizando-se as descrições feitas pelos naturalistas. O trecho 14, extraído também do trabalho de Vieira Couto, traz interessantes discussões, já àquela época, sobre questões de grande atualidade nas Geociências, como os recursos não-renováveis e a exploração da terra.

Trecho 12

O grande território d'esta Capitania de Minas Gerais é dividido de Norte a Sul por uma longa e sinuosa serra, que, como seu espinhaço, o divide quase em duas partes iguais, e cuja serra em outras minhas Memórias a apelidava a Grande Serra de Minas. Essa mesma serra também divide o clima do país em dois muito diferentes, como também a configuração e natureza do terreno. Olhando seu pico para o Poente espaçam-se, semelhantes a um vasto oceano, longas campinas, terras baixas, fertilíssimas, despovoadas, e com o nome de sertões; um horizonte retalhado e desigual, pela maior parte todo coberto de negras matas (e que forma propriamente o território das minas metálicas) impõe ao observador atônito, oferecendo-lhe uma majestosa e soberba cena, que o transporta e enche de respeito e admiração. Para as bandas do Poente domina a terra argilosa nas planícies; e as rochas, que em algumas partes levantam pouco seus cabeços, são quase todas de natureza calcária: para o Nascente uma terra vitrescível e dominante, sem mistura de calcárias, ou muito raras, é o único material de monstruosa superfície, que, desde o visa da Grande Serra se estende até às ribanceiras do mar. Os calores são também muito mais ardentes nas terras chãs e baixas dos sertões, nas elevadas encostas, e cumiadas dos montes de Minas. Aqui os grandes frios marcam 57º no Termômetro de Fahrenheit, e os grandes calores chegam ao redor de 75, e muitas poucas vezes a 80.⁶⁷

Trecho 13

O salitre, ou se acha natural nas lapas das serras, morada dos animais, ou nos países baixos, que ficam vizinhos às Nitreiras altas, ou è obra do artifício. Não é só no Pegú, nos subúrbios da Agradam, nas margens do Volga, na Índia, nas costas do mar Pacífico perto de Lima, que há o salitre natural; no Brasil o há com abundância, principalmente nos Montes-Altos, cuja observação faz o importante objeto da presente Memória.

A serra dos Montes Altos, que não é outra mais do que um ramo da grande serra, que atravessa do Rio de Janeiro à Bahia, é situada entre a Villa do Urubu, o Arraial do Castilhê da parte d'Oeste da Estrada geral, que segue da Bahia para Minas, ficando entre a Estrada de Minas, e a de Goiás, que lhe passa à légua e meia desviada; a sua direção é de Leste Sudeste para Oeste Noroeste, formando diferentes ângulos, cuja figura representa uma grande Fortaleza com guaritas naturais em alguns ângulos, formando por cima uma bateria plana, sendo para cima de vinte léguas pela face do Leste, aonde ela forma a muralha com dois filões escarpados uns sobre os outros, que parecem duas serras uma por cima da outra, deixando às vezes algum espaço de terreno entre um e outro filão, porém íngreme bastante.⁶⁸

Trecho 14

Também pelo que fica dito se vê que é exagerada toda a abundância que apregoam dos nossos nitratos naturais, ou espontâneos. Um tal sal, que é só produzido muito à superfície da terra, que não se estende por baixo d'ela em veias ou camadas, como alguns quiseram persuadir; que depois de uma vez extraído, convém que corra o tempo para haver nova e sucessiva produção; um tal sal nunca será de uma tal fartura para preencher um grande objeto.⁶⁹

Os trechos 15, 16 e 17 referem-se todos a um único contexto: a Inconfidência Mineira. São seleções que tratam de um famoso personagem deste importante período histórico nacional, José Álvares Maciel (1761-1804), mineiro de Vila Rica, membro de uma influente família da região e formado em Filosofia e História Natural na Universidade de Coimbra, com ênfase nas Ciências Químicas. Maciel participou, ao retornar de seus estudos em Portugal e na Inglaterra, da Inconfidência Mineira, sendo responsável, segundo diversos depoimentos, pela exploração do salitre e construção de fábricas de pólvora para o movimento, devido aos seus conhecimentos naturalistas. Preso e julgado, em 1792, foi condenado ao degredo em Angola, falecendo após anos de investigações mineralógicas, sem jamais retornar ao Brasil.^{70,71} Propomos o uso destes trechos em aulas de História, em trabalho com os contextos da Ilustração no Brasil, das revoltas pela Independência, incluindo a Inconfidência Mineira, e da Independência Americana, com a qual Maciel tomou contato em seu período europeu.

Trecho 15

Encontrando o dito Alferes na rua, a ele testemunha perguntou qual a receita para fazer pólvora, a qual ele lhe disse, mas não se podia fazer conta de fabricar-se nesta Capitania, por ser caro o Salitre, ao que o dito Alferes disse que havia salitre em Minas Novas, e ele testemunha o desenganou de que não era Salitre, mas Catártico.⁷²

Trecho 16

Falaram sobre os acontecimentos que o dito José Álvares Maciel tinha adquirido a respeito de manufaturas e mineralogia, dizendo que os nacionais desta América não sabiam os tesouros que tinham, e que podiam aqui ter, se soubessem fabricar; passou depois o respondente a falar dos governos, e como vexavam os Povos, e que também ele era um dos queixosos, ao que o dito José Álvares Maciel disse que, pelas Nações Estrangeiras, por onde tinha andado, ouvira falar, com admiração, de não terem seguido o exemplo da América Inglesa; com este dito, entrou o respondente a lembrar-se da independência que este país podia ter, entrou a desejá-la e, ultimamente, a cuidar do modo por que poderia isso efetuar-se.⁷³

Trecho 17

Mostra-se quanto ao réu José Álvares Maciel, que devendo repreender ao réu Tiradentes pela primeira pratica sediciosa que com ele esteve nesta Cidade, e denunciá-lo ao Vice-Rei do Estado, pelo contrário, foi quem lhe aprovou a sublevação e o animou não ao para trabalhar em formar a conjuração, unindo-se também com ele animar e seduzir aos mais réus para a rebelião com práticas artificiosas, fazendo-os capacitar de que feito o levante, teriam prontamente socorros de potências estrangeiras, donde proxima-mente se recolhia, referindo-lhe conversações relativas a este fim, que dizia por lá ouvido... Animando-se ainda mais os conjurados com este réu por confiarem dele um grande auxílio, para se manterem na rebelião independentes do Reino, estabelecendo-lhes fabrica de pólvora e de manufaturas, que lhes eram necessárias, sendo este o concurso que se lhe incumbiu nos conventículos, a que assistiu em casa do réu Francisco de Paula por ser formado em Filosofia e ter viajado; constituindo-se, por este modo, um dos principais chefes da conjuração [...]”⁷⁴

294

A análise do esquema proposto na Figura 1 e dos trechos selecionados revela o já apontado potencial interdisciplinar das nitreiras e da pólvora para o Ensino não somente de Ciências, mas de disciplinas como Português, Geografia, História, Artes, etc. Sustentamos que atividades interdisciplinares como estas contribuem para a construção de uma visão da Ciência indissociável das realidades humanas e das diferentes sociedades. Cabe aos professores envolvidos na execução da proposta ajudar os alunos a estabelecerem estes vínculos, construindo o fio condutor das relações entre as diferentes aulas.

Destacamos, por fim, que somos conscientes das dificuldades: muitas estruturas escolares não têm interesse ou sequer permitem este tipo de abordagem. Não se descarta, contudo, a possibilidade, como demonstrado na exposição sobre o tema no Ensino de Química, de um trabalho individual ou ainda multidisciplinar por parte dos professores.

Considerações finais

O Ensino de Ciências a partir da perspectiva da História das Ciências vem sendo debatido e estimulado ao longo das últimas décadas, e os artigos integrantes deste dossiê o comprovam. Porém, muitas vezes o professor esbarra na ausência de fontes e conhecimentos históricos disponíveis para seu trabalho nas áreas das ciências, pois, na imensa maioria dos casos, não tem formação específica em História. A proposta de uso da temática da exploração das nitreiras no Brasil é uma forma de se ampliar a disponibilidade de material para que mais atividades com a História das Ciências sejam desenvolvidas em nossas salas de aula.

Acreditamos ainda que o trabalho, por parte dos professores e dos estudantes, de leitura e interpretação de textos históricos originais, representa um grande potencial para as aulas não somente de Ciências, mas também de outras disciplinas. Esta abordagem possibilita a análise de diferentes pontos de vistas, contextos, períodos e relações históricas que, por sua vez, leva a uma maior compreensão da chamada Natureza da Ciência. As diversas facetas que o contato com a Ciência em sua origem e desenvolvimento pode trazer à tona, através de textos produzidos pelos personagens envolvidos nesta história, são valiosas para compreensão do complexo processo de pensamento, desenvolvimento e elucidação de um conhecimento científico ou de uma técnica. Os debates, controvérsias, erros e acertos, contextos políticos, econômicos, sociais permitem aos nossos estudantes a formação de uma visão mais completa e crítica sobre a evolução da sociedade e da ciência ao longo de nossa história.

Esperamos, com esta proposta, não somente divulgar os conhecimentos desenvolvidos, aplicados e inovados no Brasil com relação às nitreiras, mas também estimular, por parte dos professores de Ciências, a elaboração de suas próprias pesquisas históricas. Acreditamos que um professor ativo, reflexivo, que busca aprimorar seus saberes e que está munido de boas fontes, principalmente sobre a História dos conteúdos que ensina, pode sim descobrir novas ideias e elaborar suas próprias aulas incorporando a História das Ciências.

Destacamos, finalmente, as vantagens que a abordagem da História das Ciências propicia para um ensino mais integrador entre as diferentes áreas, dando mais sentido, contexto e conexões aos conteúdos estudados, e como a produção de propostas históricas simples, contextualizadas e interessantes sobre a Ciência pode representar a oportunidade de um trabalho motivador e aglutinador dentro de uma realidade escolar.

Notas e referências bibliográficas

Haira Emanuela Gandolfi é Graduada e Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Mestranda do Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM/UNICAMP) e Professora da Escola Técnica Conselheiro Antônio Prado, Campinas/SP. Email: haira.gan@gmail.com.

Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa é Professora Titular da Faculdade de Educação/Universidade Estadual de Campinas e Docente do Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM/UNICAMP). Email: silviampf@unicamp.br.

- 1 Agradecemos aos pareceristas pelas sugestões e à CAPES pela bolsa de Mestrado concedida.
- 2 CAMPOS, Carlos; CACHAPUZ, Antonio. Imagens de Ciência em Manuais de Química Portugueses. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 24-29, nov. 1997; GOODAY, Graeme; LYNCH, John M.; WILSON, Kenneth G.; BARKSKY, Constance K. Does science education need the history of science? *Isis*. Chicago, v.99, n.2, p.322-330, 2008. MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-284, 2000.
- 3 HODSON, Derek. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*. Leeds, v. 12, p. 25-57, 1985, p. 27.
- 4 FIGUEIRÔA, Sílvia Fernanda de Mendonça. História e Filosofia das Geociências: relevância para o ensino e formação profissional. *TerræDidática*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 63-71, 2009.
- 5 COLLINS, Harry; SHAPIN, Steven. Experiment, Science Teaching, and the New History and Sociology of Science. In: SHORTLAND, Michael; WARWICK, Andrew (Orgs.) *Teaching the History of Science*. Blackwell: BSHS, 1989, p. 67-79; MATTHEWS, Michael. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- 6 MATTHEWS, 1995, op. cit.; SOLBES, Jordi; TRAVER, Manel. Against a negative image of science: history of science and the teaching of physics and chemistry. *Science & Education*. v. 12, p.703-717, 2003; FIGUEIRÔA, op. cit., 2009.
- 7 MATTHEWS, op. cit., 1995, p.172.
- 8 AYMERICH-IZQUIERDO, Merce. School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach. *Science & Education*. v. 22, p.1633-1653, 2013, p. 1634.
- 9 CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 1ª edição, Ijuí: Ed.Unijui, 2000. p. 270.
- 10 SILVA, Cibele Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação*. Bauru, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. *Discursos da ciência e da escola: ideologia e leitura possíveis*. 1ª edição, Campinas: Mercado das Letras, 2004; ZANOTELLO, Marcelo. Leitura de textos originais de cientistas por estudantes do ensino superior. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 4, p. 987-1013, 2011; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio; BRAGA, Marco Antonio Barbosa. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004; GALDABINI, S.; ROSSI, O. Using historical papers in ordinary physics teaching at high school. *Science & Education*, Holanda, v.2, n.3, p. 239-242, 1993.
- 11 ZANOTELLO, op. cit., 2011.

- 12 BORREGO, Maria Josefa; GARCIA, Ramon; GUEDE, Benigno; Menéndez, Esther; PACHECO, Flora. *La utilización de la Historia de la Ciencia para trabajar problemas relacionados con los fósiles. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Girona, v. 4, n. 1, p. 46-52, 1996.
- 13 CRESSY, David. Saltpetre, State Security, and Vexation in Early Modern England. *Past & Present*. n. 212, p. 73-111, 2011.
- 14 ÁGOSTON, Gábor. *Guns for the Sultan/Military Power and Weapons Industry in the Ottoman Empire*. New York: Cambridge University Press, 2009.
- 15 ÁGOSTON, op. cit., 2009.
- 16 PARTINGTON, James Riddick. *A History of Greek Fire and Gunpowder*. New York: Cambridge University Press, 1999.
- 17 CRESSY, op.cit., 2011. CARRARA JR., Ernesto; MEIRELLES, Helio. *A Indústria Química e o Desenvolvimento do Brasil (1500-1844)*. 1ª edição, São Paulo: Metalivros, 1996.
- 18 CARRARA JR.; MEIRELLES, op. cit., 1996; BUCHANAN, Brenda J. Saltpetre: A Commodity of Empire. In: BUCHANAN, Brenda J. (Org.). *Gunpowder, Explosives and the State: A Technological History*. Burlington: Ashgate Pub Co, 2006, p. 67-90.
- 19 BUCHANAN, op. cit., 2006.
- 20 MASCARENHAS, José Manuel de. Portugues overseas gunpowder factories, in particular those of Goa (India) and Rio de Janeiro (Brazil). In: BUCHANAN, Brenda J. (Org.). *Gunpowder, Explosives and the State: A Technological History*. Burlington: Ashgate Pub Co, 2006, p. 183-205.
- 21 FERRAZ, Márcia Helena Mendes. A produção do salitre no Brasil Colonial. *Química Nova*. v. 23, n. 6, p. 845-850, 2000.
- 22 CARRARA JR.; MEIRELLES, , op. cit.,1996
- 23 PIVA, Teresa C. C.; FILGUEIRAS, Carlos A. L. O fabrico e uso da pólvora no Brasil colonial: o papel de Alpoim na primeira metade do século XVIII. *Química Nova*. v. 31, n. 4, p. 930-936, 2008.
- 24 FERRAZ, op. cit., 2000.
- 25 COSTA, Antônio M. Amorim. *Primórdios da Ciência Química em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação, 1984.
- 26 FERRAZ, op. cit., 2000.
- 27 Idem.
- 28 DIAS, Maria Odila Leite da Silva. *A interiorização da metrópole e outros estudos*. 1ª edição, São Paulo: Alameda, 2005. p. 91.
- 29 É importante destacar aqui que nossa investigação fará um recorte histórico com relação ao contexto de exploração do salitre e da pólvora nacionais, concentrando-se no já citado período iluminista português, uma vez que empregaremos trabalhos produzidos principalmente por naturalistas e técnicos dos séculos XVIII e XIX.
- 30 FIGUEIRÔA, Sílvia Fernanda de Mendonça. *Mundialização da ciência e respostas locais: sobre a institucionalização das ciências naturais no Brasil (de fins do século XVIII à transição ao século XX)*. *Asclepio*. Madrid: v. L, n. 2, p. 107-123, 1998. p. 107.
- 31 FIGUEIRÔA, op. cit., 1998, p. 108.
- 32 SALDAÑA, José Juan. *Nuevas tendencias en la historia de la ciencia en América Latina. Cuadernos Americanos*. México, v. 2, n. 38, p. 69-91, 1993.
- 33 PIVA; FILGUEIRAS, op. cit., 2008, p. 936.
- 34 Encontraram-se 44 trabalhos que relacionavam Ensino de Química e História das Ciências em periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino de Ciências (extratos A1 a B2 do Qualis/CAPES). No exame dos resumos de teses e dissertações brasileiras disponíveis no Banco de Teses da Capes, 22 propostas com a mesma abordagem foram obtidas.
- 35 COSTA, op. cit., 1984.
- 36 BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. *Breve História da ciência moderna, volume 3: Das luzes ao sonho do doutor Frankenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.
- 37 BENSUADE-VINCENT, Bernardette; STENGERS, Isabelle. *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- 38 BENSUADE-VINCENT; STENGERS, op. cit., 1996.
- 39 Esta teoria consiste na ideia de que todas as substâncias combustíveis possuem em sua composição um elemento chamado de flogístico, que é liberado em combustões e calcinações.
- 40 BENSUADE-VINCENT; STENGERS, op. cit., 1996.
- 41 Lavoisier substituiu a explicação do flogístico pela ideia do "calórico, uma substância do calor (ou matéria do fogo), que existe entre as moléculas de uma substância e lhe confere sua capacidade de expansão, facilmente observada no estudos dos gases.
- 42 BENSUADE-VINCENT; STENGERS, op. cit., 1996.
- 43 Idem.
- 44 Idem.
- 45 CARRARA JR.; MEIRELLES, op. cit., 1996.
- 46 Idem.
- 47 FERRAZ, op. cit., 2000.
- 48 Destacamos aqui que os trechos originais foram adaptados às normas atuais de ortografia e gramática da língua portuguesa. Estamos cientes de que o trabalho com a linguagem original dos textos é de muito importante para o trabalho histórico. Contudo, por se tratar de um artigo publicado em um dossiê sobre Ensino de Ciências, pensamos ser esta adaptação a melhor alternativa para o emprego e compreensão destes trechos em salas de aula atuais no Brasil.
- 49 FILGUEIRAS, Carlos. A. L. João Manso Pereira, Químico empírico do Brasil colonial. *Química Nova*, v.13, n. 2, p. 155-160, 1993.
- 50 PEREIRA, João Manso. *Cópia de huma carta sobre a nitreira artificial estabelecida na Villa de Santos, da Capitania de S. Paulo*. Publicada por Frei J. M. da C. Velloso, Lisboa, 1800, p. 3-4.

- 51 SILVA, Clarete Paranhos. *O desvendado do grande livro da natureza: As práticas geocientíficas no Brasil colonial vistas por meio de um estudo da obra mineralógica e geológica do cientista brasileiro José Vieira Couto, 1798-1805*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 1999.
- 52 COUTO, José Vieira. Sobre as salitreiras naturais de Monte Rorigo: maneira de as auxiliar por meio das artificiais; refinaria do nitrato de potassa, ou salitre (1803). *O Auxiliador da Indústria Nacional*. Rio de Janeiro, v. 9, 1840, p. 395.
- 53 DESCONHECIDO. O Salitre. *O Auxiliador da Indústria Nacional*. Rio de Janeiro, v. 4, p. 227-239, 1855. p. 230-231.
- 54 SILVA, Ignacio Accioli Cerqueira e Silva. Biographia de José de Sá Bittancourt Accioly. *Revista do IHGB*. v. 6, p. 107-111, 1844.
- 55 COUTO, op. cit., 1840, p. 399-401.
- 56 ACCIOLY, José de Sá Bittencourt. **Memoria sobre a viagem do terreno nitroso dos Montes-Altos**. *O Auxiliador da Indústria Nacional*. Rio de Janeiro, v.3-4, 1845, p.87.
- 57 COUTO, op. cit., 1840, p. 406-407.
- 58 DESCONHECIDO, op. cit., 1855, p. 233-236.
- 59 PIVA; FILGUEIRAS, op. cit., 2008, p. 931.
- 60 ALPOIM, Joseph Fernandes Pinto. *Exame de Bombeiros*. Madrid: Oficina de Francisco Martínez Abad, 1748, p. 319.
- 61 ALPOIM, op. cit., 1748, p. 321-322.
- 62 ALPOIM, op. cit., 1748, p. 325-326.
- 63 PIVA; FILGUEIRAS, op. cit., 2008, p. 935.
- 64 FAZENDA, Ivani C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro*. 1ª edição, São Paulo: Loyola, 1993.
- 65 CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*. Bauru. v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- 66 PEREIRA, op. cit., 1800, p.15.
- 67 COUTO, op. cit., 1840, p. 390-392.
- 68 ACCIOLY, op. cit., 1845, p. 88.
- 69 COUTO, op. cit., 1840, p. 396.
- 70 LOPES, Francisco A. *Álvares Maciel no degredo de Angola*. Rio de Janeiro: Depto. Imprensa Oficial, 1958.
- 71 FILGUEIRAS, Carlos A. L. Pioneiros da Ciência no Brasil. *Ciência Hoje*, v.8, n.44, 1988.
- 72 Depoimento de Jose Álvares Maciel durante a Devassa Mineira, apud LOPES, op. cit., p.11.
- 73 Depoimento do Alferes Joaquim José da Silva Xavier durante a Devassa Mineira, apud LOPES, op. cit., 1958, p. 9-10.
- 74 Sentença de condenação de José Álvares Maciel, constante nos Autos da Devassa de Minas nº 4, 18/04/1792. Disponível em: O Dr. José Álvares Maciel. *Revista do Arquivo Público Mineiro*, v. 14, n. 3-4, 1909, p. 470.

[Recebido em Dezembro de 2013. Aprovado para publicação em Setembro de 2014].