Destilação: uma sequência didática baseada na História da Ciência

Marcella F. D. Andrade e Fernando C. Silva

Os conceitos ensinados nas aulas de química geralmente são apresentados omitindo o processo no qual este conhecimento foi construído. Portanto, todo o contexto e o raciocínio por trás do desenvolvimento do conhecimento são perdidos ou negligenciados, incluindo os obstáculos, rupturas e continuidades que levaram ao conceito estabelecido. Neste estudo, procuramos compreender as ideias dos estudantes do ensino médio sobre o processo de destilação, após uma sequência didática permeada por alguns elementos da História da Ciência. A análise dessas ideias foi realizada no momento da discussão de um texto histórico e pelos desenhos realizados pelos estudantes para explicar o processo de destilação. Observamos que o foco dos estudantes sobre o processo de destilação se deu pelo reconhecimento do aperfeiçoamento dos equipamentos ao longo do tempo, e os desafios práticos desse processo. Além disso, os estudantes conseguiram compreender a construção do processo, valorizando a natureza social da atividade científica. Isso porque esse processo não foi desenvolvido por um indivíduo, mas por vários em diferentes espaços e tempos.

► educação em ciências, ensino médio, história da ciência e ensino ◀

Recebido em 19/04/2017, aceito em 22/09/2017

Muitos conteúdos propostos nas aulas de Ciências são apresentados de forma a valorizar os resultados, que seriam as teorias e conceitos legitimados pela comunidade científica (Trindade *et al.*, 2010). Essa forma de abordagem pode levar os estudantes a acreditarem em uma Ciência que acerta sempre, construída pelo trabalho individual e neutro de um cientista (os chamados “pais”) e com um discurso considerado como a verdade absoluta (Matthews, 1995). Diversos são os trabalhos que enfatizam a necessidade de compreender a Ciência como um conhecimento humano passível de transformações, construída não por poucos cientistas, mas por muitos, que possuem seus interesses e estão imersos em um contexto (Matthews, 1995; Trindade *et al.*, 2010). Dessa forma, a História da Ciência pode ser utilizada pelos professores e professoras em suas aulas, levando os estudantes a perceberem

que os conhecimentos científicos não estão distanciados das necessidades da sociedade e da época na qual foram elaborados, sofrendo suas influências e, por sua vez, influenciando-as (Trindade *et al.*, 2010, p. 119).

A História da Ciência pode ser utilizada na Educação em Ciências para fornecer uma visão mais ampla de como a Ciência funciona, uma melhor compreensão de conceitos científicos e do papel da Ciência na cultura humana e na sociedade. Essa abordagem pode contribuir também para o aumento da motivação entre os estudantes em relação aos conceitos muitas vezes considerados difíceis, e para incentivá-los a participarem do debate sobre Ciência e Tecnologia (Simon, 2015).

A História da Ciência pode ser utilizada na Educação em Ciências para fornecer uma visão mais ampla de como a Ciência funciona, uma melhor compreensão de conceitos científicos e do papel da Ciência na cultura humana e na sociedade. Essa abordagem pode contribuir também para o aumento da motivação entre os estudantes em relação aos conceitos muitas vezes considera-

dos difíceis, e para incentivá-los a participarem do debate sobre Ciência e Tecnologia (Simon, 2015).

Diversas discussões sobre o uso da História da Ciência na Educação em Ciências têm sido realizadas no mundo todo, e isso não tem sido diferente no Brasil. Segundo Matthews

(2015, p. 459-460), as principais razões para essa inclusão são:

1. *A História promove a melhor compreensão de conceitos e métodos científicos.*

2. *As abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento de ideias científicas.*

3. *A História da Ciência é intrinsecamente importante. Os episódios importantes da História da Ciência e da cultura - a Revolução Científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina, e assim por diante - devem ser familiares para todos os alunos.*

4. *A História é necessária para compreender a natureza da ciência.*

5. *A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são comumente encontrados em textos científicos e nas salas de aula.*

6. *A História, analisando a vida dos cientistas, humaniza os conteúdos científicos, tornando-os menos abstratos e mais envolventes para os alunos.*

7. *A História permite que as conexões sejam feitas dentro de temas e disciplinas da Ciência, bem como com outras disciplinas acadêmicas; a História mostra a natureza integrada e interdependente das realizações humanas.*

A História da Ciência pode possibilitar o conhecimento do contexto em que determinado conceito surgiu, a interação desse conceito com outros, e os obstáculos, rupturas e continuações que ocorreram durante o desenvolvimento desse conceito. Esse entendimento pode ajudar na mediação adequada dos significados que devem ser adquiridos pelo estudante. Entretanto, o uso da História da Ciência na Educação em Ciências não é simples, o que “exige aprofundamentos na análise e busca de compatibilidades entre tendências pedagógicas e perspectivas historiográficas” (Beltran *et al.*, 2014, p. 117). Dessa forma, nosso objetivo é compreender as ideias dos estudantes de uma turma do 1º ano do ensino médio sobre o processo de destilação, após uma sequência didática permeada por alguns elementos da História da Ciência.

Como entendemos a História da Ciência na Educação em Ciências

Assim como Matthews (1995), Trindade *et al.* (2010), Beltran *et al.* (2014), Castro (2015) e Nascimento (2015), consideramos que as formas de abordagem da História da Ciência utilizadas na sala de aula possuem uma visão limitada, quando se apresenta:

- uma sucessão de eventos históricos em ordem cronológica, que induz os estudantes a acreditarem que os fatos históricos são datados de forma bem precisa e independentes;
- uma Ciência feita por poucos e notáveis homens, que

serve apenas para os estudantes conhecerem o nome de poucos cientistas (frequentemente, do sexo masculino), que se destacaram;

- uma História da Ciência que permite identificar as ideias corretas e as erradas, o que revela uma visão linear e simplista da própria Ciência;
- uma ciência vista como a verdade absoluta resultante da observação pura e separada do contexto social, o que desconsidera a Ciência como construção humana e, portanto, obra de seres imersos em uma cultura e possuidores de interesses sociais, pessoais, econômicos, etc.;
- uma atividade superior praticada somente por seres intelectualmente “superiores”, podendo afastar estudantes que, mesmo possuindo potencial, não se enxergam capazes de se inserir num mundo reservado a “superiores”;
- uma História da Ciência do tipo anedótica, visando apresentar casos reais ou fictícios sobre os cientistas de uma forma engraçada para alegrar as aulas de Ciências. Essas piadas podem apresentar uma visão distorcida da Ciência e dos indivíduos que a constroem; e,
- a evolução de um conceito científico até o legitimado no momento, o que leva os estudantes a acreditarem que esse conceito se torna imutável.

Desse modo, é necessário que os professores compreendam o que é a História da Ciência. Embora, o termo História da Ciência sugira o tratamento de fatos históricos da Ciência, ela

tem objeto próprio, constituindo uma área específica de conhecimento, interdisciplinar por excelência. Uma área que, embora distinta da história, da sociologia, da ciência, da epistemologia e da filosofia da ciência, estabelece interfaces com estas e outras áreas, pela própria natureza de seu objeto (Beltran *et al.*, 2014, p. 17).

Beltran *et al.* (2014, p. 15) definem a História da Ciência como “o estudo da(s) forma(s) de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas”. As autoras ainda explicam essa definição mediante o objeto de estudo de cada área. Para elas, “a(s) forma(s) de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos” (p. 15) seriam o objeto de estudo da epistemologia, que é

o ramo da filosofia que analisa as condições e os limites da validade dos conceitos científicos, buscando esclarecer o processo de elaboração das teorias científicas e de sua interferência na constituição e desenvolvimento de diferentes saberes (Beltran *et al.*, 2014, p. 49).

Ainda discutindo sobre o objeto de estudo da História da Ciência, os “conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas” (Beltran *et al.*, 2014, p. 16) seriam o objeto de estudo da História. A História se

constitui pelas atividades humanas ocorridas ao longo do tempo, que chamamos de realidade histórica. Não temos acesso direto a essa realidade histórica, mas podemos acessá-la por meio dos registros escritos e vestígios não verbais da época, como por exemplo: pinturas, construções, objetos, etc. A partir da análise desses registros e vestígios, que pode ser baseada também em fontes secundárias, o historiador tenta compreender essa realidade histórica escrevendo sua obra. Essa obra não é uma obra histórica, pois a realidade histórica independe do historiador (Martins, 2005). Assim, o que ele escreve é uma obra historiográfica, na qual “reflete sobre os acontecimentos históricos, mas agrega-lhe um caráter discursivo novo” (Martins, 2005, p. 116). Isso significa que na Historiografia, assim como na própria Ciência, “as concepções gerais (às vezes tácitas) que o pesquisador possui influenciam sua forma de ver seu objeto de estudo” (Martins, 2005, p. 130). Dessa forma,

[...] a própria História da Ciência é reinterpretada e reescrita de tempos em tempos. As interpretações relativas a determinados aspectos e processos algumas vezes divergem daquilo que comumente foi considerado em virtude do surgimento não só de novos documentos, mas também de novas abordagens metodológicas e, principalmente, da perspectiva historiográfica adotada pelo historiador (Beltran et al., 2014, p. 49).

O objeto de estudo da História da Ciência são os “conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes [...] culturas” (Beltran et al., 2014, p.16) e seriam também o objeto de estudo da Sociologia. Dessa forma, ao planejar uma sequência didática que se relacione com a História da Ciência cabe a consideração dos fatores sociais, econômicos, etc., que permearam tal estudo. Assim como Matthews (1995), concordamos que na Educação em Ciências deve-se discutir a dinâmica da atividade científica: o processo de construção de hipóteses, teorias, conceitos, etc.; e a validação, divulgação e legitimação desse conhecimento produzido. Isso implica que a Educação em Ciências vai além da discussão dos resultados, mas envolve alguma compreensão da dinâmica inerente à produção do conhecimento científico.

Essas ideias podem estabelecer conexões com a perspectiva construtivista (Carvalho, 2013), quando se considera aspectos como: “a importância de um problema para o início da

construção do conhecimento” (p. 2); “qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior” (p. 2); “importância do erro na construção de novos conhecimentos” (p. 3); “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais” (p. 3-4); “artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses e o mundo físico” (p. 4); o “desenvolvimento da linguagem em sala de aula como um dos principais artefatos culturais que fazem parte da interação social” (p. 4), etc. Assim, o uso da História da Ciência na Educação em Ciências pode ser enriquecedor na medida que estabelece diálogos entre a abordagem historiográfica e a perspectiva construtivista.

Aspectos metodológicos

Elaboração e desenvolvimento da sequência didática

A destilação é um importante método de separação de misturas, possuindo diversas aplicações tanto em nível industrial quanto acadêmico. É um conceito que deve ser trabalhado com os estudantes desde a Educação Básica, conforme apontam os documentos oficiais PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) e CBC (Conteúdo Básico Comum) (Brasil, 2002; Minas Gerais, 2007). Os PCN+ ressaltam a elaboração de atividades experimentais baseadas nas propriedades das substâncias, visando à separação das mesmas em uma mistura. Além disso, assim como outros processos de

separação de misturas, a destilação é enfatizada nesse documento (Brasil, 2002). No CBC, embora o termo destilação não esteja explícito, ressalta-se o reconhecimento de métodos físicos de separação de misturas (Minas Gerais, 2007).

A sequência didática foi elaborada para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio e pautada nos referenciais teóricos de História da Ciência, baseando-se nos estudos de Liebmann (1956) e Beltran et al. (2014). O primeiro se trata de um texto que foi utilizado em sala de aula com os estudantes, após tradução e adaptação. Esse texto foi escolhido a partir do levantamento de fontes secundárias referentes ao tema de interesse, sendo que os seguintes critérios foram considerados para a seleção, conforme indicado por Beltran et al. (2014): perspectiva historiográfica assu-

mida pelo autor do texto original e que fosse de interesse de nossa pesquisa, e estudo baseado em fontes primárias, a partir da análise da literatura citada no texto utilizado. O texto de Beltran et al. (2014) foi usado para fundamentar a

escolha do primeiro e estudar os conceitos necessários ao uso da História da Ciência no Ensino.

A sequência didática foi dividida em três aulas de 50 minutos cada, que ficaram distribuídas de acordo com o Quadro 1.

Contexto da pesquisa

A sequência didática foi aplicada em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio regular de uma escola pública estadual do Leste de Minas Gerais. A escola funciona nos três turnos com 15 turmas, cada qual com 30 estudantes em média. A turma investigada possui 21 estudantes de faixa etária variando entre 18 e 25 anos. Desses estudantes, a maioria trabalha durante o dia, e estuda no período noturno.

Análise dos instrumentos de produção dos dados

O interesse em compreender as ideias dos estudantes nos levou a optar por uma abordagem qualitativa. Essa abordagem é pautada, principalmente, pelas seguintes características (Lüdke e André, 2013, citando Bogdan e Biklen, 1982, p. 12-14):

1. A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. [...] a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada [...].

2. Os dados coletados são predominantemente descritivos. O material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos [...]. Citações são frequentemente usadas para subsidiar uma afirmação ou esclarecer um ponto de vista [...].

3. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. O interesse do pesquisador ao estudar determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas [...].

4. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a “perspectiva dos participantes”, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas [...].

5. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos [...].

Essas características estão de acordo com o objetivo desta pesquisa na busca da compreensão das ideias dos estudantes de uma turma do 1º ano do ensino médio sobre o processo de destilação, após uma sequência didática permeada por alguns elementos da História da Ciência. Para isso, a pesquisadora fez uso de observações durante duas aulas dialogadas e expositivas, sendo a segunda aula acompanhada da leitura e discussão do texto “História da Destilação” (Liebmann, 1956), e de uma atividade proposta ao final da sequência didática. Todos os registros escritos produzidos pelos estudantes e as observações da pesquisadora são importantes, pois a preocupação é o processo de ensino, e não a porcentagem de estudantes que alcançaram a perfeição na atividade realizada no final da sequência didática. Mesmo que os elementos fornecidos pelos estudantes sejam, cientificamente, considerados inadequados, buscamos compreendê-los na perspectiva dos mesmos. Não nos preocupamos na busca

Quadro 1: Organização e fundamentação dos conteúdos trabalhados em cada aula da sequência didática

Aula	Resumo das discussões realizadas	Atividades	Fundamentação teórica
1ª	1) Conhecimento das ideias dos estudantes sobre processos de separação de misturas. 2) Problemática inicial.	1) Aplicação do questionário inicial. 2) Discussão do questionário inicial.	O questionário foi a forma que encontramos para conhecer as ideias dos estudantes e propor a eles um problema. Por meio do conhecimento dessas ideias e da proposição de um problema a ser resolvido, criamos situações em que os estudantes são levados a raciocinar e construir seu próprio conhecimento (Carvalho, 2013).
2ª	1) Possível origem do processo de destilação. 2) Diferenças entre destilação simples e fracionada. 3) Situações em que esses processos de separação de misturas podem ser aplicados.	1) Aula subsidiada pela leitura e discussão do texto: História da Destilação, traduzido e adaptado do original de Liebmann (1956). 2) Explicação e contextualização do processo de destilação.	Conhecer a origem e a história de um conceito pode ser importante para os estudantes, pois pode levá-los a perceber que a dúvida encontrada por eles para o entendimento de um conceito também foi encontrada em outro momento histórico (Nascimento, 2015).
3ª	1) Avaliação dos conceitos discutidos. 2) Avaliação da sequência didática realizada.	1) Proposta de um experimento, utilizando materiais de baixo custo, fácil acesso e seguros para destilação de uma mistura qualquer.	Após o momento de discussão coletiva entre professor-estudantes e estudantes-estudantes, é necessário um período para a aprendizagem individual, que pode ser feita por meio da escrita (Carvalho, 2013).

de evidências já estabelecidas previamente, mas deixamos que essas evidências surgissem ao longo de nossa análise.

Como nosso instrumento de coleta de dados está baseado nos registros escritos produzidos pelos estudantes, utilizamos a Análise Textual Discursiva proposta por Moraes e Galiazzi (2007) para compreender os conhecimentos sobre o tema investigado. Na Análise Textual Discursiva quatro etapas essenciais são realizadas:

1 – Desmontagem dos textos: [...] implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados [unidades de sentido].

2 – Estabelecimento de relações: este processo de categorização envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as [...].

3 – Captando o novo emergente: [...] análise desencadeada [...] [nas duas etapas] anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo [...].

4 – Um processo auto-organizado: o ciclo de análise, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo pode ser compreendido como um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões [...] (Moraes e Galiazzi, 2007, p. 11-12).

No que se refere à etapa 2, é importante esclarecer que não estabelecemos categorias previamente, e sim, deixamos que elas emergissem ao longo da análise. A Análise Textual Discursiva pode ser uma ferramenta útil para a pesquisa qualitativa, pois o que se pretende é aprofundar a compreensão dos fenômenos (Moraes e Galiazzi, 2007). Após a construção das categorias, as mesmas foram discutidas e interpretadas. Utilizamos a transcrição do registro escrito dos próprios estudantes para embasar as discussões em alguns momentos.

Resultados e discussão

Problematização inicial e aplicação do texto

A primeira aula da sequência didática foi reservada à problematização inicial do tema, expondo aos estudantes algumas questões fundamentais a partir das ideias iniciais que os mesmos manifestaram sobre o assunto. Nessa aula, foi questionado à classe sobre quais seriam as misturas de substâncias com as quais lidamos no nosso dia a dia e como poderíamos separá-las. O objetivo era conhecer as ideias prévias dos estudantes sobre os principais métodos de separação de misturas usados no cotidiano. Nessa aula foi possível registrar alguns discursos iniciais dos estudantes: [Professora]: *Quais misturas encontramos em nosso dia a dia?*

[Alunos]: *Leite com achocolatado; sucos; comidas; [...]*

[Professora]: *Qual o processo inicial que devemos fazer ao prepararmos o feijão para comermos?*

[Alunos]: *catar; lavar; limpar; [...].*

[Professora]: *Sabiam que a catação é um processo de separação de misturas?*

[Alunos]: *não sabia, não sabia, sabia, [...]*

[Professora]: *E uma mistura de água e álcool? Como separar esses componentes?*

[Alunos]: *não tem como [...]; é só ferver que o álcool evapora [...]; mas a água também evapora [...]; (várias respostas apresentando incertezas).*

Desse modo, percebemos no discurso inicial dos estudantes que, em relação a misturas mais simples, os estudantes apresentavam ideias prévias mais próximas à ideia considerada adequada, relacionando muito bem alguns métodos de separação, como, por exemplo, catação, peneiração e filtração. No entanto, em relação a misturas mais complexas, como água salgada, água e álcool, entre outras, os estudantes demonstravam muitas contradições e inseguranças em suas falas referentes ao modo de separação.

A segunda aula da sequência didática foi reservada para a leitura e discussão do texto “História da Destilação”, de Liebmman (1956). Embora o texto não seja uma literatura atual, considera-se pertinente a abordagem histórica do processo de destilação feita pelo autor do mesmo, uma vez que ele traz consigo várias imagens das montagens de destilação, mostrando de forma clara o aperfeiçoamento do método, tornando-se propício ao entendimento dos estudantes do ensino médio sobre os instrumentos usados no processo e explicitação da natureza social da atividade científica, conforme indicado no Quadro 2.

Nesta aula, além do momento inicial de leitura e posterior discussão, a professora e os estudantes destacaram alguns pontos interessantes da abordagem histórica feita pelo texto, tais como as necessidades iniciais que moveram os cientistas a desenvolverem essa técnica, a importância da técnica para a época e para a atualidade, e as melhorias do processo de montagem, reconhecendo a evolução dos primeiros utensílios até chegar aos equipamentos usados atualmente, visto que os mesmos podem ainda sofrer transformações.

Da análise da proposta de experimento

Na última aula da sequência didática, os estudantes realizaram uma atividade que solicitava a ilustração de um processo de destilação, com materiais de baixo custo e fácil acesso. O objetivo dessa atividade era fazer com que os estudantes utilizassem os conceitos que foram discutidos durante o texto, no que se refere aos utensílios e montagens essenciais para uma destilação, e reconhecessem os possíveis desafios teóricos e materiais que a substituição e variações desses equipamentos provocam nessa atividade científica, assim como a proximidade do método à realidade social dos estudantes, uma vez que eles deveriam usar ferramentas disponíveis em seu cotidiano.

A partir da análise textual discursiva dos registros escritos dos estudantes foram construídas as unidades de significado

<p>Cleópatra escreveu um tratado, <i>Chrysopoea</i>, do qual, infelizmente, apenas uma página foi conservada. Ela descrevia um provável aparelho primitivo de destilação, que consistia de uma espécie de dispositivo de aquecimento sob um vaso circular com um tubo vertical que conduz a um alambique, no qual foram anexados dois condensadores, chamados de “<i>dibicos</i>” (Liebmann, 1956).</p>
<p>O livro com o título de <i>Liber de Arte Distillandi de Simplicibus</i>, e impresso por Johannes Grüninger em Estrasburgo no ano de 1500. Na capa do livro está indicado não somente uma variedade de aparelhos de destilação, mas também uma espécie de jardim botânico, cujas plantas forneceriam medicamentos, óleos essenciais e perfumes (Liebmann, 1956).</p>
<p>Na imagem está indicado o processo de destilação como era conhecido, e o aparelho disponível na época do livro citado acima. Como a impressão se tornou mais popular e o processo de destilação foi desenvolvido, livros sobre o assunto começaram a aparecer com mais frequência em muitas cidades da Europa e, mais tarde, em outros lugares (Liebmann, 1956).</p>
<p>Em Frankfurt, no ano de 1556, sob o título de <i>Neu Gross Destillierbuch</i>, escrito por Walter Ryff. O livro foi marcado pela riqueza de ilustrações, que apresentavam o progresso dos dispositivos de aquecimento e de condensação (Liebmann, 1956), como indicado na figura ao lado.</p>
<p>Conrad Gessner (ou Gesner) (1516-1565), nascido em Zurique e formado em medicina, escreveu e publicou um número surpreendente de obras, das quais o mais importante é <i>De Remediis secretis</i>. Nessa obra ele dedicou extensos capítulos para os métodos de destilação e vários tipos de equipamentos. Ele também apontou, de forma abrangente, o uso da água para refrigeração, em uma série de ilustrações, como, por exemplo, na figura ao lado (Liebmann, 1956).</p>

*As figuras foram reproduzidas a partir do texto de Liebmann (1956).

Proponha uma montagem, utilizando materiais baratos, fáceis de serem comprados e que não apresentem riscos durante o seu manuseio, para a destilação de uma mistura qualquer.		
Unidades de significado (Fase 1 – Desmontagem dos textos)	Construção de Categorias (Fase 2 – Estabelecimento de relações entre as unidades de significado)	Estudantes
U1. Título identificando o tipo de destilação ilustrada. U2. Título identificando o tipo de mistura a ser separada. U3. Título identificando o tipo de destilação e o tipo de mistura. U4. Listagem dos materiais utilizados. U5. Legenda dos materiais utilizados na ilustração por meio de numeração. U6. Legenda dos materiais utilizados indicados na ilustração. U7. Explicação do procedimento. U8. Relação de materiais de baixo custo presentes na ilustração com materiais utilizados em laboratório.	C1. U1, U2, U3. Títulos	E1, E2, E3, E4, E6, E7, E9, E14, E16.
	C2. Lista de materiais	E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E11, E16.
	C3. Legenda de materiais.	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16.
	C4. Descrição de procedimentos.	E3, E9.
	C5. Relação entre materiais de baixo custo e materiais de laboratório.	E2, E5, E6, E7, E9, E13, E14.

e suas relações por meio do estabelecimento de categorias, indicadas no Quadro 3.

No momento das duas primeiras fases da análise, observamos que a maioria dos estudantes de alguma maneira identificou o tipo de destilação a ser feita, a mistura a ser separada, e os materiais a serem utilizados. Alguns estudantes ainda estabeleceram uma relação entre o material de baixo custo da montagem com aquele material que seria utilizado em laboratório, conforme indicado na Figura 1.

Percebemos que o estudante reconheceu: o método adequado para esse tipo de mistura e os materiais necessários para a execução da mesma, caracterizando assim assimilação

da capacidade de adequação de materiais para a destilação discutidos anteriormente com a leitura do texto que abordou essa evolução historicamente. Na Figura 2, o estudante reconheceu que, para separar o vinagre da água, a destilação fracionada seria o método adequado. No entanto, ele não ilustrou a coluna de fracionamento, que é essencial para uma destilação fracionada.

Neste caso, o estudante ainda descreveu os materiais e como devem ser utilizados para a proposta de separação do vinagre, ou seja, a separação do ácido acético da água.

Em geral, ao aplicar essa sequência didática, podemos perceber que os estudantes aprenderam sobre o processo de

Figura 1: Proposta de montagem feita pelo estudante codificado como E16.

Figura 2: Proposta de montagem feita pelo estudante codificado como E3.

destilação e que reconheceram os materiais necessários para que este experimento ocorra, demonstrando o entendimento do progresso desses utensílios ao longo do tempo discutidos na abordagem histórica, e aplicando-os à atualidade quando fizeram as adequações com materiais do seu cotidiano. Além disso, é possível perceber que os estudantes associaram de forma adequada o tipo de destilação ao tipo de mistura que seria separada, demonstrando assim a importância do processo de destilação na atividade social.

Considerações Finais

O termo destilação, tal como é empregado hoje, não era conhecido na Antiguidade. As referências aparentes feitas por Aristóteles, Teofrasto, Plínio, Dioscórides, Galeno e outros, indicam que esses procedimentos experimentais já eram feitos na época, porém ainda não os reconheciam por esse nome. Os químicos de Alexandria são frequentemente citados como conhecedores da destilação, mas um exame dos utensílios que poderiam estar à disposição indica que não eram equipados com dispositivos de refrigeração eficientes para a condensação de vapores a partir de líquidos de baixa temperatura de ebulição (Liebmann, 1956). Ou seja, não é possível identificar se o processo era mesmo uma destilação, ou se eles usavam outros aparatos para a refrigeração não registrados.

Desse modo, consideramos que a sequência didática contribuiu para a evolução do entendimento dos estudantes sobre o processo de destilação, pois os mesmos manifestaram

mudanças em seus discursos no momento da atividade realizada na última aula: a maioria dos estudantes aplicou o método correto (destilação simples ou fracionada) à mistura que seria separada. Mesmo que, em alguns casos, os estudantes não tenham detalhado, por exemplo, a coluna de fracionamento na destilação fracionada, entende-se que o conceito foi adquirido por eles na medida que aplicaram o conceito ao propósito correto, fazendo as adaptações na montagem do experimento com os materiais que possuíam em seu cotidiano.

Assim, foi possível mostrar aos estudantes que o conhecimento científico está sujeito a reformulações, e que os utensílios usados no processo de destilação sofreram ao longo do tempo modificações e melhorias, porém, o método manteve-se significativo tornando-se indispensável em algumas atividades de natureza social. Portanto, acreditamos que, ao acionar a História da Ciência em favor do estudo do conceito de destilação, a experiência tornou-se rica para o processo ensino e aprendizagem, permitindo aos estudantes perceberem que

a ciência é humana, viva, uma construção realizada pelo homem, o qual interpreta o mundo a partir de seu olhar. Desta forma, é necessário que ela seja caracterizada como tal, interpretada a partir de pontos de vista distintos, de acordo com os interesses de quem a enfoca (Briccia e Carvalho, 2011, p. 7).

Conforme exposto anteriormente, espera-se que a

História da Ciência possa ajudar nos problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, e que seja possível utilizar seus elementos cada vez mais nas aulas de química e ciências em geral, conforme as necessidades de nossos contextos e das especificidades de nossos estudantes.

Referências

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. e TRINDADE, L. S. P. *História da ciência para formação de professores*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1982.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acessado em Abril 2018.

BRICCIA, V. e CARVALHO, A. M. P. Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir do uso de um texto histórico na escola média. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 1, p. 1-22, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CASTRO, R. S. Uma e outras histórias. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. 7ª reimpressão. São Paulo: Cengage Learning, 2015. p. 101-118.

LIEBMANN, A. J. History of distillation. *Journal of Chemical Education*, v. 33, n. 4, p. 166-173, 1956.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2ª ed. São Paulo: LTC, 2013.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In:

Marcella Fortunato Dias de Andrade (marcellafortunato@hotmail.com), graduada em Química Licenciatura, modalidade à distância, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), leciona na Escola Estadual João Wesley. Governador Valadares, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br), graduado em Química Licenciatura pela Universidade de Itaúna, doutor em Química pela UFMG, é professor da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. e BELTRAN, M. H. R. (Orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2005. p. 115-145.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Trad. C. M. Andrade. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

_____. History of science in the curriculum. In: GUNSTONE, R. (Org.). *Encyclopedia of Science Education*. Dordrecht: Springer, 2015. p. 459-462.

MINAS GERAIS, Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, Centro de Referência Virtual do Professor. *Conteúdo básico comum: química*. Belo Horizonte: SEE-MG, 2007. Disponível em http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?id_projeto=27&id_objeto=39174&tipo=ob&cp=ff9933&cb=&n1=&n2=Proposta%20Curricular%20-%20CBC&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=Qu%C3%ADmica&b=s, acessado em Abril 2018.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. 7ª reimpressão. São Paulo: Cengage Learning, 2015. p. 35-58.

SIMON, J. History of science. In: GUNSTONE, R. (Org.). *Encyclopedia of science education*. Dordrecht: Springer, 2015, p. 456-459.

TRINDADE, L. S. P.; RODRIGUES, S. P.; SAITO, F. e BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino: alguns desafios. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. e TRINDADE, L. S. P. (Orgs.). *História da ciência: tópicos atuais*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. p. 119-132.

Abstract: *Distillation: a didactic sequence based on History of Science.* Concepts taught in Chemistry lessons are usually presented omitting the process in which such knowledge was built. Therefore, the entire context and the reasoning behind the development of the knowledge is lost or neglected, including the obstacles, ruptures and continuities that led to the established concept. In this study, we seek to understand high school students' ideas about the distillation process following a didactic sequence permeated by some elements of the History of Science. The analysis of these ideas was made at the time of the discussion of a historical text and by the drawings made by the students to explain the distillation process. We observed that the focus of the students on the distillation process was the recognition of the improvement of equipment over time and the practical challenges of this process. In addition, students were able to understand the construction of the process, valuing the social nature of scientific activity. This is because this process was not developed by one individual, but by several in different spaces and times.

Keywords: science education, high school, history of science and education