

Alfabetização científica na Educação Superior: uma experiência didática em aulas de Química Analítica

Valeska Soares Aguiar¹, José de Alencar Simoni²

¹Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/Brasil).

Professora do Centro Universitário FACENS.

²Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/Brasil).

Professor do Programa de Pós-Graduação em Química e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Campinas.

Scientific literacy in Higher Education: a didactic experience in Analytical Chemistry classes

Informações do Artigo

Recebido: 29/06/2020

Aceito: 31/07/2020

Palavras-chave:

análise de discurso; química; Educação Superior.

Keywords:

discourse analysis; chemistry; Higher Education.

E-mail: valeska.saguiar@gmail.com

ABSTRACT

In this research, we developed an activity involving reading and interpretation of texts in practical classes of Analytical Chemistry for students of a Chemical Engineering course. In this activity, the students productions were analyzed according to the French Discourse Analysis framework, regarding the developed authorship. The presence of historical repetition in many analyzed texts allowed us to infer that the student rescued previously acquired knowledge through his discursive memory, giving rise to other interpretations in the interpretative process that helped him to understand the scientific text. In this process of production of meanings it was possible to identify textual fragments that could act as indicators of scientific literacy, from the moment the student/author expressed himself with his own constructions and recognized the economic, social, and/or environmental importance of the read article. These indicators showed the contribution of scientific texts to the process of scientific literacy in higher education.

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências, há alguns anos, vem passando por mudanças significativas no sentido de sua renovação. Para renovar o ensino é necessário ter consciência de que um ensino centrado no professor pode ocasionar problemas no processo de aprendizagem discente (CACHAPUZ et al., 2005). Com a finalidade de superar o ensino tradicional informador, em que o professor apenas transmite informações, buscam-se alternativas que viabilizem o modelo de ensino formador, cujo foco da aprendizagem é o aluno. Nesse sentido, é interessante considerar a história e as experiências de vida desse aluno, seus conhecimentos prévios e sua formação escolar anterior.

Esse modo de ensinar visa formar um aluno cidadão e crítico, que seja capaz de tomar atitudes e decisões frente a problemas diversos. Em outras palavras, pretende-se formar um aluno alfabetizado cientificamente, pronto para usar a tecnologia do mundo contemporâneo em favor da sociedade e do ambiente em que vive (CHASSOT, 2004, 2006).

Para que a formação do futuro profissional (cidadão) contemple a tomada de decisões frente a problemas de ordem social, fazem-se necessárias modificações em seu currículo de Ciências e também na forma de tratar os conteúdos apropriados. Afinal, o que acrescentaria ao cidadão uma formação meramente técnica em que ele soubesse manipular satisfatoriamente formalismos em geral, se ele não percebesse, nem compreendesse, a forma de aplicação disso em situações-problema reais? Há razão para seguir um conteúdo programático em vez da possibilidade de (re)construção do conhecimento em sala de aula? Há iniciativas nesse sentido, mas muito mais precisa ser desenvolvido e aplicado ao ensino.

Uma das formas de fazer acontecer a aprendizagem (re)construtiva (DEMO, 2012) é por meio do desenvolvimento de atividades práticas contextualizadas no cotidiano e na história social do aluno, sejam estas atividades com experimentos ou com outros recursos didáticos.

Este trabalho visou desenvolver atividades práticas com uma turma de 24 alunos do terceiro semestre, na disciplina de Química Analítica, de um curso de Engenharia Química, almejando alcançar uma melhor alfabetização científica na Educação Superior. Tal experiência didática foi aplicada em uma instituição de ensino superior privada, localizada no interior do estado de São Paulo, Brasil.

A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

O ensino de Ciências e, mais especificamente, o ensino de Química é marcado pela utilização de atividades práticas em sala de aula. De forma predominante e tradicional, os experimentos didáticos constituem-se no recurso didático mais utilizado em sala de aula. Para o ensino de Química, acredita-se que a atividade experimental seja fundamental na visualização dos assuntos tratados em sala de aula e se destaca como principal atividade prática aplicada tanto no ensino básico como no ensino superior (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Nesse contexto, a atividade prática experimental tem sua importância elevada devido, principalmente, aos aspectos investigativo e criativo proporcionados aos estudantes (LÔBO, 2012; BRUEHL; PAN; FERRER-VINENT, 2015; FERRER-VINENT et al., 2015).

Contudo, a forma como até hoje, na maioria das instituições de ensino, a atividade experimental é praticada distorce seu viés investigativo, deixando de contribuir para a percepção discente sobre a construção e a produção do conhecimento científico. Muitas vezes, a atividade experimental é realizada partindo-se de roteiros experimentais pré-elaborados pelo docente, o qual também o testa previamente e o modifica, até alcançar um

nível de “perfeição” que permite aos alunos atingirem certos resultados em detrimento de outros. Ou seja, é a realização de experimentos do tipo “receita de bolo”, em que o único esforço feito pelo aluno consiste na atenção aos passos desta “receita”, não sendo necessário, em momento algum, uma reflexão sobre a atividade e sobre outros caminhos possíveis. De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004), o que falta nos experimentos é a sua contextualização, de forma que estes agregassem conhecimentos aos alunos e fizessem diferença na sua vida pessoal e profissional, futuramente.

Esse tipo de concepção acerca dos experimentos pré-moldados e testados é similar àquela discutida por Campanario (2004) em seu trabalho sobre o uso dos livros didáticos em sala de aula. O uso contínuo e não consciente do livro didático pelo professor apenas reitera a ideia transmitida pelos experimentos pré-moldados, qual seja, de que o conhecimento científico já está pronto e acabado. Por meio do livro didático, o conhecimento é transmitido como uma verdade absoluta, sem sequer estimular o aluno a refletir sobre seus registros ou fatos explorados. Além disso, preconiza-se o ensino *informador* em detrimento do ensino *formador*. Alguns questionamentos podem vir à tona neste momento: até que ponto é necessário que o aluno *memorize* leis da física e fórmulas químicas? Este aluno saberia aplicá-las ao se deparar com um problema real? Ou ainda, ele saberia para que realmente elas servem ou saberia apenas incluí-las na resolução de exercícios definidos pelo livro didático e pelo professor, recheados de situações inusitadas e pouco prováveis? E, diante destas questões, um aluno que captou todas as informações transmitidas pelo professor durante todas as aulas de Ciências pode ser considerado alfabetizado cientificamente?

Esses questionamentos não são difíceis de serem respondidos, afinal, não é de hoje que se sabe que o ensino *transmissor de informações*, focado e centralizado na figura do professor, contribui muito pouco para a formação do estudante. Ao contrário, esse tipo de ensino agrega pouco conhecimento e quase não estimula o estudante a refletir sobre situações, servindo, talvez, apenas para a aprovação do aluno. Por outro lado, de acordo com Demo (2012), um processo de memorização apenas permite a acumulação de saberes, na maioria das vezes inúteis para a vida do aluno. Com isso, é cada vez mais intenso o movimento em direção a mudanças necessárias no ensino de Ciências. Este, por sua vez, deve ser *útil* (ser relacionado diretamente ao contexto de vida do aluno) e deve ser *construído* (e não apenas transmitido pelo professor, sem considerar as concepções e opiniões discentes) em sala de aula, pois apenas por meio da construção com participação ativa do aluno é que ele poderá ser internalizado dentro do cabedal de conhecimentos discentes e, neste momento, poder-se-á falar em aprendizagem e em efetivação da alfabetização científica (CHASSOT, 2004).

O ensino *formador*, defendido por Chassot (2006), é o que deve ser estimulado tendo como finalidade a formação de um indivíduo consciente sobre os processos de construção e

de produção do conhecimento científico. Um ensino *formador* e *contextualizado* se faz necessário para que seja possível a constituição não apenas de um profissional, mas, mais importante, a constituição de um indivíduo cidadão, que aja com criticidade em processos que exigirem a tomada de decisões. E, neste momento, pode-se falar em um aluno alfabetizado cientificamente, que apresenta condições de se impor em sociedade e refletir sobre seus problemas, de forma crítica e consciente (CACHAPUZ et al., 2005; DEVEGILI; LAWALL, 2019; LUZ; LONGHIN, 2019).

O DISPOSITIVO ANALÍTICO: A ANÁLISE DE DISCURSO

Os textos produzidos pelos alunos foram analisados segundo o referencial teórico da análise de discurso de linha francesa, de acordo com os preceitos teóricos de Pêcheux, seguidos por Orlandi (2002, 2007) no Brasil.

De acordo com Orlandi (2002), quando se analisa um discurso, seja ele oral ou escrito, não se pretende investigar o que está por trás das palavras ou o que realmente o texto quer dizer. Na verdade, busca-se desvendar a forma pela qual o texto foi produzido, ou ainda, quais foram as condições em que ele foi produzido e *como* ele pode produzir diferentes sentidos e significações. Diante disso, tem-se que a linguagem é opaca, ou seja, a significação que ocorre por meio da expressão da linguagem depende de condições históricas e sociais a que o autor se encontra submetido, sejam estas condições imediatas ou não.

Ao produzir um discurso, o sujeito autor parte de um ponto de referência, reconhecido conscientemente por ele ou não. A impressão que se tem é que ele é a primeira pessoa a formular tal ideia, porém esse “já dito” volta em suas novas palavras com uma nova vestimenta, produzindo sentidos outros que aqueles que um dia já foram significados. A presença do “já dito” em qualquer tipo de discurso formaliza a existência do chamado *interdiscurso* ou *memória discursiva*, altamente dependente da historicidade do sujeito. Segundo Orlandi (2007), o processo de significação não é algo fixo ou imutável, mas sim um processo que depende da produção de sentidos gerados historicamente, de acordo com o contexto do(s) sujeito(s) envolvido(s).

Este sujeito, no caso deste trabalho, o aluno, deve se posicionar como autor de seu discurso para que seja possível identificar características discursivas que sustentem a interpretação e a compreensão do texto. Ou seja, o processo de autoria pode acontecer caso o sujeito se posicione como autor de seu discurso (é a função-autor), de forma a argumentar em seu próprio texto, definindo sua opinião dentro de suas condições de produção.

A presença do *interdiscurso* na formulação de qualquer discurso permite afirmar que este é sempre gerado a partir de *repetições*. Com isso, Orlandi (2002, 2007) sugere a percepção da autoria de uma produção textual por meio da identificação de três tipos de

repetições possíveis: empírica, formal e histórica. Essas três formas de posicionamento do autor em seu discurso refletem a interpretação do texto, pois são dependentes de outras leituras. Contudo, entre essas três repetições, há aquela que sugere uma maior compreensão e conseqüente internalização do que está sendo dito. Dessa forma, foi por meio da identificação de indícios da presença desses processos de autoria que foram investigadas e encontradas inferências sobre o processo de alfabetização científica que pôde se estabelecer em sala de aula.

Com a finalidade de esclarecer a forma como esses processos de autoria puderam se desenvolver e serem identificados nos discursos, seguiu-se com a definição de cada tipo de repetição possível, de acordo com Orlandi (2002). A *repetição empírica* é percebida quando, ao longo da produção textual discente, há trechos que denotam a *cópia literal* do texto original. Este tipo de repetição está associado ao ato de “decorar”, de repetir mnemonicamente, tal como é o(s) discurso(s) de partida. A *repetição formal* ocorre quando há uma reformulação do ponto de partida, no caso, do artigo científico. Neste tipo de repetição, já é possível notar uma maior segurança do sujeito ao redigir seu texto, uma maior confiança na organização pessoal de suas palavras e, também, um maior domínio sobre o conteúdo e o sentido principal do artigo lido. Nesses dois casos de repetição, a escrita baseada na paráfrase é observada, com predominância de um único sentido para a produção textual. Além disso, estas repetições remetem apenas a apreensão do conteúdo do texto científico lido (no caso desse trabalho, especificamente) ou da produção discursiva de partida. Esses dois tipos de repetição podem remeter ao fenômeno de apreensão de conteúdo dominante sobre a leitura de partida, sendo situações de interpretação de texto, porém sem a produção de sentidos diferentes ao mesmo.

O terceiro tipo de repetição, a *repetição histórica*, acontece quando as condições de produção imediatas e sociais do aluno influenciam em sua escrita, permitindo a produção de sentidos deslocados daqueles que poderiam ser antecipados pelos autores da produção discursiva original (neste caso, os textos científicos). O aluno se posiciona como autor de seu próprio discurso, sem mostrar um “aprisionamento” aos limites do texto lido, uma vez que deixa claro suas concepções ao longo de seu discurso, além de ser possível identificar traços de influência do contexto histórico e social a que se encontra submetido. Com esse tipo de repetição, o aluno (sujeito-autor) é capaz de estabelecer relações com todo o conhecimento provavelmente adquirido previamente por ele, expondo sua opinião e suas crenças. A partir do momento que este aluno se mostra apto a fazer ligações entre o que já sabia com o novo que lhe é apresentado, a trazer novas leituras que sustentem sua compreensão pelo texto que é lido e interpretado por ele, pode-se afirmar que ele foi capaz de produzir novos sentidos ao discurso de partida. A presença de conhecimentos possivelmente pré-internalizados pelo aluno em seu próprio discurso denotou não só sua compreensão do

texto lido, como também a produção de novos conhecimentos a partir de sua leitura. Muitas vezes, ao produzir novos conhecimentos, o aluno autor teve a possibilidade de reconhecer com suas palavras a importância social, ambiental ou econômica do referido texto científico lido, podendo expressar sua opinião, em um ato efetivo de demonstração de sua criticidade diante das informações que eram por ele absorvidas.

METODOLOGIA

A atividade consistiu na leitura e na interpretação de textos científicos que se encontram no Quadro 1, relacionados à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e associados também à disciplina de Química Analítica, por meio de aplicações práticas de métodos instrumentais de análise (um dos tópicos dessa disciplina).

Quadro 1 - Referências dos textos científicos

	Títulos dos textos científicos	Autores, volume, número, páginas, ano
1	Degradação de corantes reativos pelo sistema ferro metálico/peróxido de hidrogênio.	Souza e Peralta-Zamora, v.28, n.2, p.226-228, 2005
2	Utilização de solos locais para tratamento de efluentes do refino de petróleo contendo metais.	Midugno, Roisenberg, Viero, Sanberg e Mirlean, v.30, n.5, p.1215-1217, 2007
3	Caracterização de argilas bentonitas e diatomitas e sua aplicação como adsorventes.	Rossetto, Beraldin, Penha e Pergher, v.32, n.8, p.2064-2067, 2009
4	Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF).	Wastowski, Rosa, Cherubin e Rigon, v.33, n.7, p.1449-1452, 2010
5	Tratamento da água de purificação do biodiesel utilizando eletrofloculação.	Brito, Ferreira, Silva e Ramalho, v.35, n.4, p.728-732, 2012
6	Avaliação do potencial de uso da hidroxiapatita para fertilização de solos.	Oliveira, Paris e Ribeiro, v.36, n.6, p.790-792, 2013

Cada um dos seis artigos selecionados tratou de uma questão socioambiental específica, que está associada à aplicação da ciência e da tecnologia em prol da sociedade e do ambiente, sendo sua leitura e interpretação vinculada diretamente à abordagem CTSA.

De acordo com a numeração indicada no Quadro 1, o artigo 1 refere-se a um novo sistema químico, baseado em reações de oxirredução, para atuar na degradação de

corantes, potenciais agentes tóxicos de indústrias têxteis e substâncias que apresentam grande resistência nos processos de degradação biológicos, comumente ocorridos em regiões de deságue de rios. O artigo 2 mostra uma forma de utilizar os solos como potencial material retentor de metais pesados provenientes de refinarias de petróleo, o que traria um benefício social haja vista a propriedade maléfica que tais metais trazem para as populações locais. O artigo 3 traz técnicas de caracterização para materiais adsorventes (argilas), mostrando sua constituição microscópica e beneficiando estudos na área, em busca do desenvolvimento de materiais mais eficientes para este propósito. O artigo 4 mostra um estudo de diferentes tipos de solo, utilizados pelo homem para diferentes finalidades e a forma como varia a concentração de determinadas espécies tanto nos diferentes solos, como em diferentes profundidades desse mesmo solo, com um objetivo final de conhecer de forma mais clara os possíveis usos futuros dessas regiões. O artigo 5 trata um tema ambiental muito importante no quesito energia. Ao mesmo tempo que sabemos a importância de se ter fontes renováveis de energia, como a produção de biodiesel, tal produção não pode gerar malefícios para a sociedade e para o ambiente. Assim, o artigo 5 traz um estudo sobre o tratamento da água utilizada na produção de biodiesel, para que a mesma pudesse ser reaproveitada novamente em mais um ciclo de produção deste biocombustível. E, por fim, o artigo 6 mostra a caracterização de um material sintetizado em laboratório, a hidroxiapatita, e sua aplicação na agricultura, mais especificamente na fertilização de solos, ou seja, uma aplicação tecnológica em benefício da sociedade e do ambiente.

Sabendo o tema principal de cada artigo, é importante destacar que a consequência do que era relatado para a sociedade e para o meio ambiente foi discutida e concluída pelos autores de cada texto científico por meio da aplicação de um método de instrumentação analítica. O contato discente com os principais métodos de instrumentação analítica aplicados em um contexto de importância social e econômica permitiu que os alunos visualizassem aplicações práticas e reais do conteúdo teórico que era estudado nas aulas expositivas.

A atividade de leitura desses seis textos científicos foi aplicada em uma turma do terceiro semestre de Engenharia Química contendo vinte e quatro alunos. Estes alunos foram divididos em duplas, sendo que a atividade foi desenvolvida em quatro semanas, ou seja, em quatro aulas de dois créditos cada (cada crédito corresponde a cinquenta minutos de aula). Os seis artigos foram selecionados da revista Química Nova, todos em língua portuguesa e escolhidos de forma que o limite máximo de páginas totalizasse cinco e a quantidade de termos técnicos desconhecidos e distantes da realidade científica do aluno fosse reduzida. Cada dupla de alunos teve contato com quatro artigos diferentes, cujo assunto focava análises químicas utilizando instrumentação analítica (métodos

espectroscópicos e análises com raios X), inseridas dentro de um problema socioambiental ou, ainda, sobre problemas industriais em geral, como aperfeiçoamento ou reutilização de materiais.

Em cada dia de aula prática, cada dupla recebia duas cópias impressas dos artigos científicos e um diário de campo. A primeira atividade era a leitura individual, cujas dúvidas poderiam ser sanadas entre os estudantes ou com a professora-pesquisadora, que participou da atividade atendendo a dúvidas, principalmente relacionadas a palavras e expressões desconhecidas.

Ao final da leitura, os alunos produziam relatos em formato livre acerca do texto lido. Os relatos eram individuais, embora a compreensão do texto tenha sido desenvolvida em dupla, um formato semelhante ao que ocorre na atividade experimental convencional.

As produções discentes foram analisadas de acordo com o processo de autoria desenvolvido nos discursos, com base no referencial teórico da Análise de Discurso (ORLANDI, 2002, 2007), já explicado na seção “Contextualização Teórica”. Os textos foram analisados de acordo com a repetição empírica (quando o aluno copiava mnemonicamente fragmentos do texto original), a repetição formal (quando o aluno reformulava fragmentos do texto original, indicando maior domínio sobre o conteúdo) e a repetição histórica (quando as condições de produção imediatas e sociais do aluno influenciavam em sua escrita, permitindo a produção de sentidos deslocados daqueles que eram antecipados pelos autores do artigo, ou seja, dos sentidos que dominavam o texto científico).

Por meio do levantamento da autoria desenvolvida, também se buscaram indicadores que permitissem inferir quais textos contribuíram de forma mais intensa com o processo de alfabetização científica dos alunos e, ainda, de que forma essa contribuição aconteceu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos discursos discentes, foram identificados fragmentos que refletiram os três tipos de repetições possíveis na expressão da autoria do discurso. O uso da repetição empírica (cópia literal do texto científico lido) nos trouxe informações menos valiosas sobre o processo de interpretação e de compreensão da importância CTSA do artigo. O uso da repetição formal nos mostrou, de forma mais evidente que a repetição empírica, o domínio discente sobre o conteúdo e o sentido principal do texto lido, apontando, muitas vezes, para sua importância social, ambiental e/ou econômica. Um exemplo foi o discurso produzido pelo aluno 1, sobre o texto “Degradação de corantes reativos pelo sistema ferro metálico/peróxido de hidrogênio”:

*“O artigo relata a necessidade de tratamento dos resíduos das indústrias têxteis no mundo. Observou-se que há uma grande geração de corantes como resíduos industriais e que tais resíduos traziam danos graves ao meio ambiente, principalmente quando são descartados em águas naturais. Esses corantes que na maioria das vezes são os azocorantes são tratados antes do descarte por um processo de redução de compostos orgânicos a partir do ferro metálico. Para monitorar esse processo utilizou-se um espectrofotômetro com comprimento de onda de 350 a 700 nm, onde **a maioria dos compostos orgânicos são observados. Medindo os níveis de absorbância antes e depois do tratamento com o ferro metálico podemos identificar a presença ou não dos compostos orgânicos. Portanto a necessidade do tratamento desses resíduos são evidentes, devido a seu grande volume de descarte e seu alto grau poluente**” (grifos nossos)*

Ao ler o texto científico original, cuja referência encontra-se detalhada no Quadro 1, não encontramos trecho literalmente igual ao que foi transcrito acima, uma produção discente. Ao mesmo tempo, percebemos uma releitura do texto científico pelo aluno 1, reformulando-o e resumindo-o com suas próprias palavras. O uso de suas palavras explicando o fundamento principal do texto científico indicou a apropriação de seu sentido principal, bem como a apreensão do conhecimento que os autores do texto desejaram emitir. O primeiro trecho em negrito, pertencente a antepenúltima frase do fragmento transcrito, indica uma conclusão formulada pelo aluno, pois no artigo indica-se que a maioria dos compostos aromáticos são coloridos e, portanto, absorvem na faixa visível do espectro eletromagnético (350 a 700 nm). Com isso, o aluno construiu um raciocínio: se a maioria dos compostos aromáticos absorvem na faixa do visível e, para ser aromático, é um composto orgânico, então poder-se-ia afirmar que a maioria dos compostos orgânicos são observados nessa faixa. Este foi um exemplo de raciocínio construído e concluído com base em afirmações feitas pelos autores do texto científico. A penúltima frase em negrito mostrou uma elevada capacidade de síntese discente ao resumir o propósito da técnica analítica utilizada com o problema ambiental relatado no texto científico. Ou seja, implicitamente, tem-se a evidência que uma redução da absorção de luz indicaria uma menor presença desses corantes tóxicos no meio ambiente. E, por fim, percebemos que o aluno reconheceu a relevância do tratamento dado a esse problema pelo artigo. A partir do momento que, mesmo por meio da reformulação gramatical do artigo (presença da repetição formal), o aluno foi capaz de indicar e reconhecer em poucas palavras o principal objetivo do estudo, temos um exemplo de atuação desse tipo de leitura na constituição da consciência socioambiental no aluno, confirmando o papel fundamental de tal atividade para o desenvolvimento da criticidade discente.

Muitos foram os textos discentes em que o aluno se posicionou como autor sustentando suas palavras na repetição formal do texto científico. Ao longo dessas produções discentes, percebemos inserções de fragmentos discursivos com tendência para repetição histórica, ou seja, percebemos pequenas colocações pessoais (em termos de reconhecimento de importância da leitura de dado texto científico) e o resgate de outras leituras para o entendimento da leitura presente para o aluno.

Ou seja, notamos que a maioria dos alunos produziu textos com fortes indícios de repetição histórica, por meio do resgate de conhecimentos provavelmente pré-adquiridos e resgatados por sua memória discursiva. De acordo com nossa análise, ao realizar esse resgate, os alunos puderam incluir em seus textos fragmentos que indicavam a efetivação da alfabetização científica; isso pôde ser observado quando eles destacavam a importância social do texto ou quando contavam a seu interlocutor, com apropriação de sentido, o que haviam lido, usando suas próprias palavras. Em outras palavras, além de interpretar o texto, o aluno era capaz de produzir novos sentidos a partir de sua leitura, ampliando sua visão sobre a aplicabilidade do método analítico referido no artigo e visualizando sua aplicação em outros campos até então desconhecidos. Um exemplo de produção textual que permitiu concluir o domínio sobre o conteúdo do texto científico e o resgate de outras leituras, a partir do momento que o aluno 2 reconheceu a importância ambiental do assunto, foi o seguinte, produzido a partir da leitura do artigo “Utilização de solos locais para tratamento de efluentes do refino de petróleo contendo metais”:

“Na última aula com os artigos, tomei conhecimento de um problema ambiental ainda muito frequente hoje em dia, que é o tratamento de efluentes, neste artigo em particular se tratava de efluentes contaminados com metais gerado pelas empresas de refino de petróleo. A análise com os solos presentes nestes locais se propunha a descobrir qual destes solos (três tipos de argilas: argilosa, siltosa e arenosa) seria mais adequado para tratar estas impurezas metálicas, pois segundo pesquisas o solo pode ser um meio purificante muito bom se bem utilizado. Após a aplicação de métodos analíticos específicos foi descoberto qual a argila siltosa é a que mais absorve os íons, acredito que isso se deve a sua composição e porosidade que é a mais adequada. O experimento realizado ajuda a sociedade a preservar o meio ambiente pois descobre uma nova maneira de cuidar dos efluentes” (grifos nossos).

Analisando o fragmento de texto anterior, percebemos que o aluno apropriou-se do sentido do texto original, uma vez que relatou o conteúdo do mesmo com suas próprias palavras. Na primeira frase em destaque no fragmento transcrito anteriormente, percebemos o reconhecimento da importância do assunto discutido no artigo, quando o aluno afirma que o problema ambiental relatado ainda é muito frequente na atualidade.

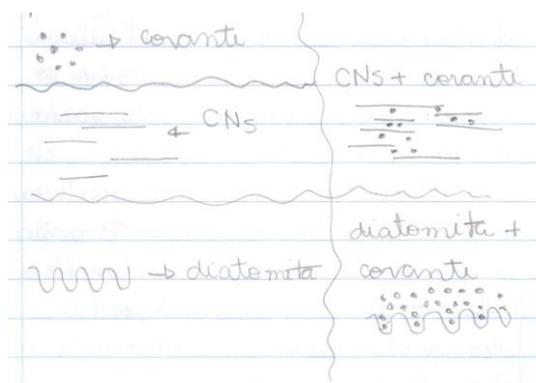
Logo em seguida, resume a análise realizada no artigo, indicando os tipos de solos testados para acumulação dos metais e propõe, ao final de sua penúltima frase (em destaque) um motivo que levaria a conclusão do solo à base de argila siltosa ter um maior poder retentor. O raciocínio desenvolvido, acerca da composição diferenciada e de uma provável maior porosidade é adequado e satisfatório cientificamente, indicando ser este um momento de resgate de conhecimento previamente internalizado, o que evidenciou também a sua colocação como autor à base da repetição histórica. E, em sua última frase em destaque, volta a reconhecer a importância socioambiental do assunto discutido, que trouxe um benefício para a sociedade no que se refere a preservação do meio ambiente.

Outro exemplo de discurso discente que utilizou a repetição formal com indicações de compreensão provenientes do resgate de outras leituras foi o texto produzido pelo aluno 3 sobre o artigo “Caracterização de argilas bentonitas e diatomitas e sua aplicação como adsorventes”:

*“O artigo fala sobre a substituição do carvão ativo pela argila no tratamento de efluentes. E isso é possível porque assim como o carvão a argila apresenta cátions trocáveis. Então o artigo estudou 4 amostras de CN e uma de diatomita para saber qual delas é um melhor adsorvente. E para isso foram realizadas as seguintes análises difração de raios x, análise mineralógica, medidas de adsorção de N₂, espectroscopia no infravermelho, termogravimetria e análise química e microscopia eletrônica de varredura. E com todas essas análises o principal fator que caracterizou o melhor adsorvente foi o tipo de estrutura, no caso as CNs tinham estrutura lamelar (como lâminas uma em cima da outra) e a diatomita tem estrutura porosa. **A diatomita por ter maior superfície de contato e poros interage melhor com o corante.** Já nas CN o corante teria que penetrar a estrutura lamelar para ser um bom adsorvente, o que torna mais difícil. Então a diatomita é a melhor opção de adsorvente”.*

No fragmento descrito anteriormente, notamos que o aluno 3 iniciou seu texto ressaltando a importância do assunto discutido no texto científico lido, embora não especifique alguma vantagem para se estudar a possibilidade de uso da argila no lugar do carvão como material adsorvente. O aluno listou a série de métodos analíticos utilizados para se chegar no melhor material adsorvente. Para que ficasse claro ao seu interlocutor (leitor de seu relato) o motivo da maior área de contato alcançada com a presença de uma estrutura porosa no material com melhores características adsorventes, o aluno desenhou um esquema do processo de adsorção, que consideramos um resgate evidente de conhecimentos provavelmente pré-internalizados pelo discente, em um posicionamento de autoria com base na repetição histórica. A figura 1 mostra o esquema desenhado pelo aluno 3.

Figura 1 - Esquema desenhado pelo aluno 3 sobre o texto científico 3



O aluno 3 desenhou, conforme é observado na figura 1, a forma como entendeu as moléculas de corante, as lamelas das argilas CN¹ e a superfície da diatomita. Assim, ao lado, fez o esquema de interação entre as moléculas do corante com cada tipo de argila. Por meio da interpretação de sua linguagem simbólica, permitiu-se que o leitor compreendesse qual seria o melhor tipo de material adsorvente para as moléculas de corante testadas. Ou seja, o uso da linguagem simbólica, por meio de imagens, permitiu inferir que este aluno usufruiu da repetição histórica no processo de autoria de forma a esclarecer o texto científico lido para um leitor que ainda não tivesse entendido o fato de se ter um material com melhores características adsorventes do que outro. A presença de tal linguagem indicou a produção de sentidos a partir da leitura do texto, bem como a compreensão sobre a importância de novos materiais em processos de tratamento de efluentes, caso ambiental abordado e justificado pelo texto científico lido.

Algumas produções discentes realizadas a partir da leitura do artigo “Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF)” também trouxeram marcas da repetição histórica, embora este seja um artigo com uma maior carga descritiva em comparação aos discutidos anteriormente. Como exemplo de

¹ Argilas CN: denominação utilizada pelos autores do artigo para se referirem aos diferentes tipos de argila natural.

produção discente marcada pelo uso da repetição formal com tendência, em alguns trechos, para a repetição histórica, foi aquele produzido pelo aluno 4:

“O artigo vem com um conteúdo muito rico, principalmente falando sobre a agricultura, que é um meio que nos seres humanos necessitamos para viver, porque é através dela que podemos ter de alguma forma o alimento e os nutrientes que precisamos em nossas vidas. Como quase tudo no mundo sofre mudanças, muitas áreas são atingidas, uma dessas é o solo, que é um bem precioso e que assim como a água nos precisamos dele. Para que ele não venha de certa forma sofrer mais com os desequilíbrios, estão sendo adaptados ao meio, técnicas, que melhoram as características químicas biológicas e físicas. Para terem análises rápidas e simples foram usados métodos analíticos como a espectrometria de fluorescência de raios-X por energia dispersiva – EDXRF, este método foi importante para a determinação de concentração de elementos do solo. O material (solo) utilizado para tais análises foi o Latossolo Vermelho que é o mesmo solo da região, onde o experimento foi analisado. Os resultados foram, que este solo não teve diferença nas concentrações médias dos elementos químicos, mas apresentam uma diferença ou variação nas concentrações dos metais, principalmente o Fe que teve maior concentração em ambas profundidades, mostrando que tem presença de minerais, ricos do material de origem do solo. Para mim este artigo trás um tema bem atual porque hoje nos sofremos com algumas coisas que já estão ficando extintas em nosso meio. Pela população mundial crescer demais nos últimos tempos, muitas coisas se esgotam, uma delas são os nutrientes porque não dá tempo do solo dar aquela ‘respeitada’ e tornar a ter nutrientes pois a demanda é muito grande. E que o solo que foram feitas as análises não teve uma diferença muito grande de concentrações em alguns pontos e que ainda tem a presença de minerais ricos.” (grifos nossos)

Analisando o fragmento textual transcrito anteriormente, percebemos que o aluno 4 confunde-se nas palavras, faltando sentido em muitas de suas frases. Ao mesmo tempo, parte do pressuposto que seu interlocutor já está “por dentro” do assunto e cita alguns trechos do artigo sem explicar exatamente o que é, como quando escreve sobre a determinação de uma “maior concentração em ambas profundidades”. Caso o leitor não tome conhecimento do artigo antes de ler este relato, surgiria a pergunta: mas que profundidades? Ou seja, a informação de que a análise ocorreu em profundidades diferentes dos solos está subentendida no discurso discente. Nos trechos em destaque no discurso, o aluno 4 reconheceu a importância da pesquisa relatada e discutida no texto científico, a partir do momento que insere expressões na primeira pessoa do plural, como ao final do primeiro trecho em destaque. Ao incluir o uso da primeira pessoa, o aluno autor faz uso da voz avaliativa em seu discurso, delegando também a si próprio a responsabilidade sobre o

uso consciente dos solos e dos cursos d'água. No trecho final destacado, o aluno 4 troca palavras, querendo dizer, ao se referir a "o solo dar aquela 'respeitada'" que o homem poderia permitir que o solo "respirasse" um pouco e se renovasse, para então se fortalecer com nutrientes. Ou seja, o aluno 4 conseguiu expressar sua preocupação diante do uso dos solos e reconhecer a importância do uso do método instrumental para análise desses solos. Este reconhecimento explícito em seu discurso, marcando o uso da repetição histórica e o consequente resgate por conhecimentos prévios, enfatizou o desenvolvimento da criticidade discente diante da leitura do referido texto científico.

Entre os vários discursos obtidos para cada um dos textos científicos trabalhados em aula, temos que destacar um dos discursos produzidos para o artigo "Tratamento da água de purificação do biodiesel utilizando eletrofloculação", pelo aluno 5:

*"Nesse artigo, foi encontrada uma solução para o tratamento da água é utilizada na filtração do biodiesel. **O que comoveu o autor desse artigo a fazer esse estudo foi o fato do alto consumo de água nesse processo e o grande risco de contaminação do solo/água se o mesmo for descartado sem tratamento.** Foi adicionado o alumínio na solução, devido a sua grande afinidade com as impurezas, e aí através de uma reação de oxirredução em conjunto com energia elétrica, foi possível coagular as impurezas (**formação de um precipitado no fundo do recipiente de fácil separação da solução**). **Gostei bastante do artigo pois como o autor mesmo comenta já existiam outros métodos para a purificação da água proveniente deste uso, porém nenhuma delas eram tão eficientes e com um custo-benefício tão bom para larga escala, evidenciando que para um Engenheiro Química não é só necessário o conhecimento dos métodos experimentais, mas também saber onde e quanto aplica-los.**" (grifos nossos)*

Ao ler esse fragmento de discurso transcrito anteriormente, percebemos uma efetiva apropriação de sentido conquistada pelo aluno 5. A primeira frase em negrito nos mostra a justificativa para a realização da prática proposta e discutida no artigo científico. Logo depois, no trecho entre parênteses, o aluno autor esclarece para seu interlocutor o uso do processo de precipitação para a remoção das impurezas dessa água de purificação do biocombustível. E, ao final de seu relato, o autor expõe sua própria opinião relativa a sua leitura e interpretação de texto, reconhecendo não apenas a importância do texto para a sociedade em geral, mas especificamente para o profissional que ele será no futuro ao ressaltar a relevância de que, no ensino, não é importante apenas conhecer os "métodos experimentais", mas principalmente saber onde poderão ser aplicados e em que situações específicas. O auto-reconhecimento do aluno pela importância socioambiental do texto científico lido é um indicador claro do desenvolvimento do processo da alfabetização científica em sala de aula.

O sexto texto científico “Avaliação do potencial de uso da hidroxiapatita para fertilização de solos” apresenta uma linguagem científica mais fechada e difícil em comparação aos outros cinco artigos científicos. Embora também seja um texto vinculado a uma aplicação tecnológica em benefício da sociedade, este seu alcance é menos evidente ao longo de seu texto, devido a grande quantidade de fragmentos descritivos sobre a parte experimental de síntese e caracterização do material, utilizando, para tanto, grande carga de termos técnicos. Diante de tais fatos, se no discurso discente fosse identificada uma citação ou um destaque ao objetivo final e principal do processo de síntese descrito no texto científico, já teríamos evidências fortes de resgate de outras leituras e de uma interpretação de texto com marcas de repetição histórica (mesmo que fosse baseada na repetição empírica e formal do texto de origem). Um exemplo de tal identificação aconteceu no texto produzido pelo aluno 6:

*“O artigo aborda o uso de compostos fosfatados como fertilizantes, como importantes moduladores de produção, e aborda especificamente a síntese de hidroxiapatita e suas características para cinco diferentes temperaturas de calcinação. Com o objetivo de se descobrir qual hidroxiapatita (HAP) era a mais indicada para uso como fertilizantes, diversos métodos de análise foram aplicados. Os métodos de análise utilizados foram: Difração de raios X: **para a caracterização dos elementos presentes na amostra**; BET: analisa a área de adsorção da substância; Microscopia eletrônica de transmissão por efeito de campo: para caracterizar melhor as estruturas cristalinas presentes na amostra; Colorimetria: para caracterizar a solubilidade das substâncias analisadas. Com os dados das análises foi possível identificar que em amostras calcinadas a partir de 500 °C iniciou-se a decomposição gradual do HAP, e que nas temperaturas mais altas, ocorreu o aumento dos cristais, com a diminuição de sua porosidade e área superficial. Portanto, foi constatado que a HAP mais indicada para uso como fertilizantes foi aquela calcinada a 300 °C devido a esta ser mais porosa e conseqüentemente mais solúvel em água. **Com este experimento foi possível identificar o melhor tipo de hidroxiapatita para uso em lavouras, evidenciando enorme ganho para os produtores rurais que a utilização e maior eficiência na produção de alimentos.**” (grifos nossos)*

O aluno 6, de forma organizada, constrói seu pensamento e raciocínio em busca de esclarecer os fundamentos principais que a leitura do artigo pode trazer. Em suas frases iniciais, o aluno indica e destaca o objetivo principal do artigo, pois em uma leitura desatenta pode passar sem perceber, haja vista a grande carga técnica do conteúdo do artigo. Após a especificação do motivo de se sintetizar hidroxiapatitas em condições variadas (para saber qual atuaria melhor como fertilizante), ele resgatou de sua memória as funções de cada

método instrumental aplicado na pesquisa. Mesmo que de forma equivocada (como na especificação da função das técnicas de difração de raios X e colorimetria), podemos afirmar que o discente foi capaz de trazer para sua leitura outros conhecimentos, produzindo novos sentidos durante sua leitura e interpretação, um fator muito importante no processo de aprendizagem. Ao mesmo tempo, na última frase destacada, o aluno 6 pôde resumir, após a conclusão experimental do artigo, os benefícios que uma pesquisa desse tipo pode trazer para a produção agrícola. Ou seja, novamente percebemos que a leitura do texto científico permitiu que o aluno reconhecesse a importância socioambiental de uma nova tecnologia para o meio agrícola, especificamente para esse artigo. Novamente, temos indícios fortes de desenvolvimento da alfabetização científica em um aluno que já se encontra na Educação Superior, contribuindo para que ele não apenas internalize conceitos químicos, mas, de forma mais intensa, perceba a importância de aplicação de tais conceitos em situações reais, práticas e contextualizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade baseada na leitura e interpretação de textos científicos apresentou resultados satisfatórios no sentido de estimular o processo de alfabetização científica na Educação Superior. Por meio de um recurso didático alternativo – os textos ou artigos científicos –, essa atividade prática permitiu que os alunos entrassem em contato com aplicações práticas de Química Analítica em áreas de sua futura atuação profissional, já que os artigos tratavam de problemas químicos de ordem social, econômica e/ou ambiental. Esse contato direto com problemas e situações contextualizadas possibilitou que os alunos desenvolvessem sua autoria em produções discursivas próprias, usufruindo, na maioria das vezes, da repetição histórica. O uso da repetição histórica no processo interpretativo contribuiu para que os discentes envolvidos na atividade não apenas adquirissem e (re)construíssem conhecimentos, como também produzissem novos por meio de resgates de outras leituras e conhecimentos previamente adquiridos. Ou seja, novos sentidos foram produzidos ao longo do processo de leitura e interpretação de texto, sendo tais sentidos marcas do processo de alfabetização científica na Educação Superior, contribuindo para a formação de um aluno que não apenas conheça conceitos químicos, como também saiba utilizá-los e aplicá-los em situações reais, unindo de forma positiva conceitos científicos e tecnológicos em prol da sociedade e do ambiente.

REFERÊNCIAS

BRUEHL, M.; PAN, D.; FERRER-VINENT, I. J. Demystifying the chemistry literature: building information literacy in first-year chemistry students through student-centered learning and experiment design. **Journal of Chemical Education**, v. 92, p. 52-57, 2015.

CACHAPUZ, A. et al. (org.) **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo, SP: Cortez, 2005.

CAMPANARIO, J. M. Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 365-378, 2004.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas, RS: Editora ULBRA, 2004.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí, RS: Editora UNIJUÍ, 2006.

DEMO, P. Pesquisa como princípio educativo na universidade. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em sala de aula – tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre, RS: ediPUCRS, 2012.

DEVEGILI, K. L.; LAWALL, I. T. A construção e aplicação de projetos temáticos e as suas contribuições para uma alfabetização científica e tecnológica. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 2, p. 224-242, 2019.

FERRER-VINENT, I. J.; BRUEHL, M.; PAN, D.; JONES, G. L. Introducing scientific literature to honors general chemistry students: teaching information literacy and the nature of research to first-year chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 92, p. 617-624, 2015.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de química. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

LUZ, A. R.; LONGHIN, S. R. A experimentação demonstrativa no ensino de química promovendo o conhecimento científico. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 174-188, 2019.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas, SP: Pontes Editores, 2002.

ORLANDI, E. P. **Interpretação**: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico. Campinas, SP: Pontes Editores, 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 28-34, 1996.

RESUMO

Nesse trabalho, foi desenvolvida uma atividade envolvendo leitura e interpretação de textos em aulas práticas de Química Analítica para alunos de um curso de Engenharia Química. Nessa atividade, as produções discentes foram analisadas de acordo com o referencial da Análise de Discurso de vertente francesa, em relação à autoria desenvolvida. A presença da repetição histórica em muitos textos analisados permitiu inferir que o aluno resgatou conhecimentos previamente adquiridos por meio de sua memória discursiva, fazendo surgir no processo interpretativo outras leituras que o auxiliaram a compreender o texto científico. Nesse processo de produção de sentidos foi possível identificar fragmentos textuais que puderam atuar como indicadores de alfabetização científica, a partir do momento que o aluno autor expressava-se com construções próprias e reconhecia a importância econômica, social e/ou ambiental do artigo lido. Tais indicadores mostraram a contribuição de textos científicos para com o processo de alfabetização científica na Educação Superior.

RESÚMEN

En este trabajo, se desarrolló una actividad de lectura e interpretación de textos en clases prácticas de Química Analítica para estudiantes de un curso de Ingeniería Química. En esta actividad, las producciones de los estudiantes fueron analizadas según el marco de análisis francés del discurso, en relación con la autoría desarrollada. La presencia de repetición histórica en muchos textos analizados nos permitió inferir que el alumno rescató el conocimiento previamente adquirido a través de su memoria discursiva, dando lugar a otras interpretaciones en el proceso interpretativo que lo ayudaron a comprender el texto científico. En este proceso de producción de significados fue posible identificar fragmentos textuales que podrían actuar como indicadores de alfabetización científica, desde el momento que el alumno/autor se expresó con sus propias construcciones y reconoció la importancia económica, social y/o ambiental del artículo. Estos indicadores mostraron la contribución de los textos científicos al proceso de alfabetización científica en la educación superior.