

Contribuições da leitura de textos científicos para a alfabetização científica na Educação Superior

Valeska Soares Aguiar^{1*} (PG), José de Alencar Simoni¹ (PQ)

*valeska.saguiar@gmail.com

¹Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, São Paulo

Palavras-Chave: alfabetização científica, análise de discurso, textos científicos.

RESUMO:

Um recurso didático alternativo à experimentação em aulas práticas de Química Analítica foi aplicado entre alunos de um curso de Engenharia Química. Este recurso baseou-se na leitura e interpretação de textos científicos, com posterior produção de relatos discentes sobre o conteúdo lido. Estas produções foram analisadas de acordo com a análise de discurso, em relação à autoria desenvolvida. A presença da repetição histórica em muitos textos analisados permitiu inferir que o aluno, por meio do resgate de conhecimentos prévios, foi capaz de produzir outros sentidos para o texto. Fragmentos destes produzidos por meio da repetição histórica foram indicadores de alfabetização científica, uma vez que o aluno se expressava com construções próprias e reconhecia a importância econômica, social e/ou ambiental do artigo lido. Portanto, o trabalho mostrou indícios fortes de concretização da alfabetização científica na Educação Superior, contribuindo para a formação de um aluno consciente e crítico sobre os problemas sociais.

INTRODUÇÃO

A forma como o ensino de Ciências é comumente realizado na Educação Superior caracteriza-se pela transmissão de informações – um processo de ensino que cada vez mais se torna ultrapassado diante da necessidade de formação de jovens conscientes e ativos na sociedade (CHASSOT, 2006). Com isso, faz-se necessária a implantação e a aplicação de novas estratégias de ensino e de recursos didáticos diferentes que possam viabilizar o processo de alfabetização científica dos alunos. O processo de alfabetização científica pode ser entendido como aquele que permite aos alunos um maior domínio da linguagem científica, associada diretamente à compreensão do conhecimento científico. Assim, o domínio de conceitos científicos contextualizados histórica e culturalmente pode indicar a efetivação da alfabetização científica discente (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004).

Tal processo de alfabetização pode ser alcançado por meio de medidas que colocam em prática o ensino formador em sala de aula, descentralizando o processo de ensino do professor, tornando este um mediador da aprendizagem. Ao passar o foco do processo de ensino para o aluno, este passa a ser o protagonista do processo de aprendizagem e o professor, por sua vez, o mediador, responsável por criar as condições para que o conhecimento seja (re)construído pelo aluno. Segundo Demo (2012), é de fundamental importância o esforço pessoal do aluno na própria construção do conhecimento, caracterizando a aprendizagem reconstrutiva. Nesta concepção, o aluno reconstrói seus conhecimentos previamente internalizados de forma a transformar e ampliar suas próprias concepções. Assim, não se pode mais considerar o

aluno um ser vazio que frequenta a escola com a finalidade de adquirir conhecimentos. Ele tem uma história, construída no próprio convívio escolar ou social, de origem imediata ou não. O contexto do aluno propicia condições para que ele internalize ou não um determinado conhecimento. Um professor que ignora as próprias concepções dos alunos não pode exigir que o conhecimento que ele tenta transmitir seja concebido como verdadeiro pelo estudante.

Outro ponto importante no processo de alfabetização científica é a aplicação de atividades contextualizadas que auxiliam a visualização da importância prática de conceitos científicos. Uma das maiores dificuldades para alunos de ensino Básico ou Superior é a percepção da aplicação prática de emprego do assunto trabalhado em sala de aula. No caso das Ciências Exatas, exemplos de perguntas que geralmente são formuladas pelos alunos consistem em: onde vou aplicar tantas fórmulas e simbologias?, de que forma esses cálculos poderiam me ajudar a solucionar problemas reais? E, para o professor, ele poderia se questionar: vale a pena sacrificar o tempo de aula para cumprir o conteúdo programático?, não seria mais útil para os alunos entender o *porquê* e o *para quê* estudar tantas fórmulas, cálculos e raciocínios? Por fim, em meio a esse contexto, um aluno que adquirisse a capacidade de resolver exercícios com grande teor de fórmulas seria capaz de resolver problemas reais? Ou ainda, é um aluno crítico, que poderia tomar decisões em prol do ambiente em que vive? Ou seja, podemos dizer que este aluno está alfabetizado cientificamente?

De forma bastante evidente, sabemos que a resposta é negativa. Muitos trabalhos (CHASSOT, 2004, 2006; DEMO, 2010, 2012) têm discutido essa questão do ensino formador, cujo emprego vem sendo cada vez mais estimulado. Experimentos com roteiros estruturados, por exemplo, pouco auxiliam o processo de alfabetização, isto é, pouco ampliam o contexto da aplicação prática. De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004), de nada servem experiências que não agregam nem transformam conhecimentos e conceitos discentes. Para Campanario (2004), os livros didáticos também pouco contribuem para a contextualização do ensino, sendo responsáveis pela transmissão de informações consideradas verdades absolutas, fixas e imutáveis.

Conforme Massi et al. (2008, 2009) afirmam em seu trabalho, precisamos de atividades práticas, não necessariamente experimentais, que estimulem o raciocínio dos alunos, fazendo-os perceber os campos reais de aplicação de conhecimentos que podem ser por eles (re)construídos. A aplicação dessas atividades contextualizadas poderiam contribuir para a renovação do ensino de Ciências, buscando formar um aluno cidadão, crítico, consciente e responsável por tomar decisões e apto a resolver problemas tomando como subsídios seus conhecimentos construídos na área (CACHAPUZ et al., 2005). Além disso, essas atividades são necessárias para estimular a construção do conhecimento científico pelo próprio aluno, de forma que ele compreenda os processos sociais de construção da Ciência, seus processos investigativos e sua natureza (SCHWARTZ, 2007). É em meio a esse contexto que o presente trabalho discute possíveis contribuições de atividades de leitura e interpretação de textos científicos com a formação cidadã e crítica do aluno na Educação Superior, graduando em um curso de Engenharia Química. Ou seja, o trabalho envolve a leitura de textos e a posterior produção escrita dos alunos como meios de se compreender a forma como um ensino contextualizado pode contribuir com o processo de alfabetização científica. É importante destacar que a leitura e a escrita são entendidas como processos por meio dos quais os alunos terão condições

de trabalhar com a linguagem científica, que está diretamente relacionada ao conhecimento científico que será construído ao longo da atividade.

REFERENCIAL TEÓRICO: ANÁLISE DE DISCURSO

Ao se trabalhar com discursos, sejam eles orais ou escritos, produzidos por discentes ou docentes, é necessária a adoção de um referencial para a análise dos textos, que correspondem às fontes de informação. No caso deste trabalho, obtiveram-se textos produzidos pelos alunos, após a leitura de textos científicos – atividade que será detalhada na seção Metodologia.

A análise de discurso utilizada como referencial neste trabalho se baseia nos preceitos teóricos de Pêcheux e é seguida no Brasil por Eni P. Orlandi (2002, 2007). De acordo com este referencial teórico, considera-se a existência de uma linguagem opaca, isto é, seus significados não estão evidentes ou por trás de sua expressão. Os sentidos e os significados são produzidos de acordo com as condições históricas e sociais dos sujeitos produtores de um discurso. Em outras palavras, o que se busca não é *o que* o texto quer dizer, mas sim *como* ele foi produzido. Buscam-se as suas condições de produção de forma a compreender seus sentidos e a produção de novos, por meio da atuação da memória discursiva do sujeito. Assim, com base neste referencial teórico, o discurso pode ser tomado como um efeito de sentidos.

Todo discurso é produzido a partir de um ponto de referência do sujeito autor, mesmo que de forma inconsciente. Ao produzir um discurso, as palavras do sujeito voltam com sentidos transformados, sentidos que foram modificados a partir de um “já dito” presente e dependente das condições históricas e sociais em que este autor encontra-se inserido. Esse “já dito” determina o *interdiscurso*, de acordo com Orlandi (2002, 2007). Para a autora, o *interdiscurso* remete à historicidade do sujeito e às suas condições de produção, resgatadas por meio de sua memória discursiva e o *intradiscurso* refere-se ao fio do discurso, ao corpo do discurso tal como ele foi produzido.

É a presença do *interdiscurso* que permite discorrer a autoria sob a qual o discurso é produzido. De acordo com Orlandi (2002, 2007), de forma a caracterizar a autoria desenvolvida pelo autor (sujeito-leitor dos textos científicos) do discurso, têm-se três tipos de repetições que categorizam a função-autor. Elas são denominadas como *repetição* por considerar que todo discurso é originado de outro discurso, repetido, mesmo que o sentido das palavras se desloquem e produzam novos significados. Assim, de forma mesclada, podemos observar, em um discurso, a presença da 1) *repetição empírica*, quando o autor repete mnemonicamente o discurso de partida, remetendo ao processo de cópia, 2) *repetição formal*, quando o autor é capaz de reformular gramaticalmente aquilo que já foi lido ou ouvido por ele, em um ato de escrever com outras palavras, e 3) *repetição histórica*, quando o sujeito resgata de sua memória concepções já internalizadas que se relacionam ao que é interpretado no discurso, permitindo deslocamentos de sentidos já existentes e produzindo novos.

Os três tipos de repetições possíveis de expressar a autoria do discurso permitem a interpretação de um discurso original. Contudo, a presença da repetição histórica, por indicar a inserção de conhecimentos previamente adquiridos para o estabelecimento de relações em um texto de forma a induzir à compreensão sobre o

mesmo, torna-se uma característica importante em um discurso, cuja identificação pode propiciar outras conclusões. Por exemplo, caso os conhecimentos resgatados pelo aluno em sua produção textual mostrem o reconhecimento da importância social relatada na pesquisa do artigo científico, seu fragmento textual pode proporcionar um indício de alcance do processo de alfabetização científica. Em outras palavras, o resgate de concepções já conhecidas do aluno no processo de busca pela compreensão do discurso pode mostrar, muitas vezes, sua capacidade criativa e crítica. Ao conduzir esse resgate, o aluno (leitor e autor) tem a possibilidade de criar novos sentidos para o texto, que podem refletir sua própria criticidade diante do assunto que lhe foi apresentado. Ao conseguir demonstrar em seu discurso a emergência de posicionamentos e, algumas vezes, a proposta de soluções para problemas relatados no texto de origem, pode-se afirmar que o processo de alfabetização científica encontra-se em desenvolvimento e, por isso, a autoria que remete à polissemia (o deslocamento dos sentidos principais do texto alcançado com a repetição histórica) pode ser um indicador da contribuição dos textos científicos para a alfabetização científica dos alunos.

METODOLOGIA

A atividade prática proposta consistiu na leitura e na interpretação de textos científicos por alunos do terceiro semestre de graduação em Engenharia Química, na disciplina de Química Analítica, em uma instituição de ensino superior privada. Foram selecionados doze textos da revista científica Química Nova, todos em língua portuguesa, com um máximo de cinco páginas e escolhidos de forma que o vocabulário não fosse muito distante do contexto dos alunos. Além disso, os textos científicos foram selecionados com base em seu conteúdo, que deveria se referir a uma aplicação prática de um método instrumental de análise química, pertencente à ementa da disciplina. A professora-pesquisadora, autora do presente trabalho, selecionou os textos a partir de um levantamento de publicações realizadas no período de 1990 e 2013, e atuou como mediadora do processo de aprendizagem.

A turma era composta por 24 alunos que foram divididos em duplas para a realização da atividade, que consistiu na produção de uma redação com o fim de resumir o que cada aluno havia compreendido da leitura do texto. A escolha pela realização da atividade em duplas aconteceu de modo que os alunos se sentissem estimulados a trocar ideias com o parceiro, de forma a compreender mais claramente o conteúdo do artigo. Os artigos científicos são textos científicos constituídos por uma linguagem específica da Química, que têm como público-alvo leitores acadêmicos, geralmente graduandos e pós-graduandos que desenvolvem pesquisa na área. Assim, mesmo pertencendo a uma graduação na área de Química, a atividade consistiu no primeiro contato dos alunos com um texto científico, de linguagem densa e dentro de um contexto que era desconhecido pela maioria deles.

Cada um dos doze textos selecionados estava no contexto do trabalho do futuro profissional da Engenharia Química e tratava de aplicações de métodos instrumentais de análise na área de alimentos, ambiental ou de desenvolvimento de materiais. A atividade de leitura e interpretação de textos foi aplicada em quatro aulas práticas (total de uma hora e quarenta minutos, cada aula). A periodicidade das aulas

práticas era semanal. A cada semana, os artigos eram trocados entre as duplas de alunos, de forma que todos tiveram acesso a quatro artigos de aplicação de diferentes métodos instrumentais de análise em problemas específicos. Ao final de cada leitura, os alunos produziam relatos em formato livre acerca do texto lido. Os relatos, produzidos em cadernos denominados *diários de campo*, eram individuais, embora a compreensão do texto tenha sido desenvolvida em dupla, um formato semelhante ao que ocorre na atividade experimental convencional. A cada semana, os resumos produzidos em aula anterior eram devolvidos aos alunos após avaliação docente, além de serem discutidos com a professora.

Os textos científicos selecionados encontram-se no Quadro 1, dispostos de forma cronológica, com as indicações de autores, volume, número, páginas e ano.

Quadro 1: Referências dos textos científicos selecionados da revista Química Nova

nº	Autor(es) principal(is); Título do artigo	Volume, número, páginas, ano
1	Costa et al.; Uso de irradiação de micro-ondas na determinação espectrofotométrica de cromo com EDTA.	v.22, n.2, p.194-196, 1999
2	Küchler e Silva; Método potenciométrico para determinação de cobre em cachaça.	v.22, n.3, p.339-341, 1999
3	Kniess et al.; Estudo do efeito da quantidade de óxido de ferro em cinzas pesadas de carvão mineral na obtenção de vitrocerâmicos.	v.25, n.6, p.926-930, 2002
4	Pataca et al.; Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-X por energia dispersiva.	v.28, n.4, p.579-582, 2005
5	Santos et al.; Identificação e quantificação do cristal violeta em aguardentes de mandioca (tiquira).	v.28, n.4, p.583-586, 2005
6	Silveira et al.; Determinação de contaminantes em óleos lubrificantes usados e em esgotos contaminados por esses lubrificantes.	v.29, n.6, p.1193-1197, 2006
7	Almeida et al.; Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (DREGS).	v.30, n.7, p.1669-1672, 2007
8	Rossetto et al.; Caracterização de argilas bentonitas e diatomitas e sua aplicação como adsorventes.	v.32, n.8, p.2064-2067, 2009
9	Pereira-Junior et al.; Determinação direta de Ca, Mg, Mn e Zn em amostras de leite de búfala da ilha de Marajó por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS).	v.32, n.9, p.2333-2335, 2009
10	Silveira et al.; Determinação de metais em óleos lubrificantes, provenientes de motores de ônibus urbano, utilizando a FAAS.	v.33, n.9, p.1863-1867, 2010
11	Ribeiro et al.; Efeito da adição de serragem de couro tratada quimicamente nas propriedades do cimento Portland.	v.34, n.6, p.979-983, 2011
12	Oliveira et al.; Avaliação do potencial de uso da hidroxiapatita para fertilização de solos.	v.36, n.6, p.790-792, 2013

A orientação docente para que acontecesse a produção das redações discentes resumia-se em pedir para que os alunos escrevessem sobre o artigo para um leitor conhecido (podendo ser, por exemplo, um aluno, um familiar, ou alguém com conhecimentos iguais ou inferiores ao seu). Ao fazer este pedido, a professora-pesquisadora orientava a produção textual dos alunos por meio de três questões: 1) o que você acredita ter apreendido após a leitura do texto?, 2) quais foram as palavras ou expressões desconhecidas no texto que dificultaram sua interpretação?, e 3) qual(is) foi(ram) o(s) método(s) analítico(s) utilizado(s) no texto científico? É importante ressaltar que essas eram questões norteadoras do resumo que cada um dos alunos deveria elaborar. Cada resumo era discutido pela professora individualmente com o aluno-autor do mesmo, na aula seguinte.

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). Os textos foram analisados de acordo com a autoria desenvolvida, ou seja, de acordo com o tipo de repetição: 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

Como resultado, percebeu-se que a maioria dos alunos produziu textos com fortes indícios de repetição histórica, por meio do resgate de conhecimentos provavelmente pré-adquiridos 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. Ou seja, 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.

Mesmo quando o aluno se expressava por repetição empírica com marcas da repetição formal, era possível perceber indícios de entendimento do texto e inserções de sua própria opinião crítica sobre o conteúdo do artigo. Um exemplo de fragmento de discurso com essas características foi aquele produzido sobre o artigo 2, "Método potenciométrico para determinação de cobre em cachaça", ainda na primeira aula prática de leitura de artigos. É importante destacar que essa era a primeira aula e, portanto, o aluno ainda não estava familiarizado nem com a atividade, nem com o

processo de leitura e interpretação. Mesmo assim, ele foi capaz de reformular criticamente uma informação do artigo lido.

O artigo de hoje, mostrou uma análise, um tanto que interessante, a proporção de cobre na cachaça e através de 3 experimentos obteve um resultado muito bom, com praticamente 95% de confiança. Os métodos utilizados foram potenciometria direta com adição de padrão, onde mediu-se o potencial da cachaça com eletrodo de cobre sem e com $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, que obteve um erro associado relativamente alto; titulações potenciométricas, mediu o potencial da cachaça após uma titulação com EDTA, que gerou bons resultados, Espectrometria de absorção atômica em chama, com amostras em uma certa faixa de teor de cobre, mostrou ser o método com os melhores resultados, tornando-se assim a referência. **O motivo desta análise mostra uma preocupação com a saúde, pois quantidades elevadas de cobre no corpo é prejudicial e traz diversos riscos associados, e ele conclui com uma boa notícia, de que vale a pena implantar esse método nos locais de produção para aumento da qualidade do produto.** (grifos nossos)

Analisando o fragmento de texto discente anterior, percebe-se a dificuldade de expressão verbal do aluno para resumir o artigo. A todo instante, ele tenta copiar trechos que considera importante do artigo para compor sua redação. Ao final, no trecho destacado, percebe-se o reconhecimento dos benefícios que a atividade pode proporcionar na formação do aluno. Por mais que a informação estivesse presente no artigo, a atitude do aluno de colocá-la em destaque elucida seu entendimento e sua compreensão relativa aos objetivos centrais do texto que consiste na aplicação do método potenciométrico na resolução de um problema de saúde social.

Na segunda aula com artigos, percebeu-se, ainda, que os alunos estavam em processo de familiarização com a atividade de leitura e também com a atividade de escrita. Nesta aula, houve, ainda, muitas produções textuais marcadas pela repetição formal, em que o reconhecimento da importância social e ambiental do texto ficaram mais evidentes. Um exemplo é o fragmento do texto produzido por um aluno sobre o artigo 6, “Determinação de contaminantes em óleos lubrificantes usados e em esgotos contaminados por esses lubrificantes”:

[...] Chego a conclusão então de que o óleos já usados têm maior concentração dos metais Zn, Fe, Pb, Ni e Cu do que os óleos novos, sendo que o aumento do teor de metais nos lubrificantes está relacionado com o tempo de vida útil dos automóveis. **Os esgotos são fortemente contaminados com metais pesados sem haver um tratamento prévio, portanto as autoridades terá que tomar uma providência urgente para que evite maiores danos ao meio ambiente e não só esperar que a tecnologia sane todos os problemas.** (grifos nossos)

Até esse ponto do resumo, o aluno se limitava a copiar trechos aleatórios do artigo científico, na ânsia de completar seu resumo, entendendo que o mesmo poderia ser constituído por trechos dispersos do artigo lido. Ao final, no entanto, ele usou a primeira pessoa para expressar o que realmente havia compreendido do texto, ou seja, as vantagens e as desvantagens de se adicionarem metais pesados como aditivos em óleos lubrificantes. O trecho em negrito evidencia um resgate de conhecimento prévio feito pelo aluno (pois a informação tal como foi expressa não se encontrava no artigo) e

mostra sua opinião sobre o problema de contaminação ambiental, sobrepondo-se as vantagens que os metais pesados podem proporcionar à vida útil dos óleos. Em outras palavras, tem-se um indicativo de tomada de consciência pelo aluno sobre o problema relatado no artigo.

Um exemplo de produção textual que mostra mais evidências da apropriação do sentido do texto científico ocorreu na leitura do artigo 5, “Identificação e quantificação do cristal violeta em aguardentes de mandioca (tiquira)”, na aula 4, sob a forma do gênero textual da carta, transcrita a seguir:

Eu contando para minha filha de 5 meses sobre o artigo lido: Filha, o pai leu um artigo hoje muito interessante, sobre a tiquira. Sabe essa “51” que o seu bisavô adora? Então, é uma aguardente parecida com aquela, só que em vez de ser feita da cana-de-açúcar, ela é feita de mandioca. Na verdade, ela é mais consumida no Maranhão, longe né? Só que o pessoal de lá coloca alguns produtos químicos para mudar a cor da tiquira, o comum e a tiquira azul, mas ela perde a cor com o passar do tempo. Então, alguns produtores colocaram a violeta genciana na tiquira, assim a cor violeta não era perdida. Alguns químicos, assim como o papai, decidiram analisar a tiquira violeta, eles coletaram amostras dos produtores e dos mercados. Prepararam uma solução de CV, e colocaram tanto as amostras coletadas, quanto a solução preparada em um espectrofotômetro, **este é um aparelho utilizado para medir a cor e o tamanho da cor, este foi o método utilizado pelos químicos**. Com os resultados obtidos, eles chegaram a conclusão de que o CV na tiquira pode fazer mal a saúde e seu comércio deveria ser proibido. Entendeu filha? Se você for viajar para o Maranhão, não tome a tiquira violeta, não tome nem a tiquira azul, você é muito nenê para tomar tiquira e para viajar sozinha! (grifos nossos)

Ao ler a carta redigida pelo aluno, vários trechos denotam a familiaridade do aluno com a linguagem científica do artigo científico. O uso de analogias e explicações confirma a segurança do aluno em relação à leitura. Além disso, a escolha do gênero carta e o tom de conversa de sua redação (na forma de um *conto*) indicam, fortemente, a apropriação do sentido principal do texto e a produção de outros sentidos, como quando ele associa a medida da intensidade da radiação com “tamanho da cor”, de forma a facilitar o entendimento de seu interlocutor (sua filha), no trecho em negrito. Ao se referir a essa expressão e explicação para intensidade, o aluno resgata de sua memória discursiva (o *interdiscurso*) o que ele já conhecia (e dominava) sobre o método analítico. O recado final à filha, alertando-a sobre o perigo de se tomar a bebida, indica, diretamente, a percepção global de entendimento do texto. Os resgates efetuados por meio de sua memória ao longo do texto permitem identificar a interpretação do texto, produzindo novos sentidos, a partir do momento que ele consegue explicar seu conteúdo para seu interlocutor. E, ainda de forma mais importante, o aluno autor evidencia em suas palavras a importância social reconhecida durante a leitura deste artigo, devido à iniciativa de relatá-lo à sua filha e, também, devido ao alerta final que faz sobre a contaminação da bebida, indicando sua consciência sobre a atuação dos métodos analíticos empregados no controle deste problema de ordem social.

Ainda no formato carta, para fins de exemplificação, notou-se a presença de produções que utilizaram esse gênero de forma mais tímida, mostrando sutis indícios de apropriação do sentido do texto. Um exemplo de carta com essas características foi

produzida para o artigo 12, “Avaliação do potencial de uso da hidroxiapatita para fertilização de solos”, na aula 3:

[...] Caro Irmão Rafael, Como você já sabe estou cursando o curso de Engenharia Química e nesse semestre estou cursando uma matéria chamada química analítica. **E hoje, li um artigo muito interessante que avalia o potencial do uso da hidroxiapatita para fertilização dos solos.** Eu imagino que você não deve ter entendido nada com esse título, mas vamos em partes. Acho que você já ouviu falar dos fertilizantes fosfatados que inclusive, são os mais utilizados na agricultura mundial, **mas são convertidos em formas indisponíveis para as plantas e isso acaba diminuindo sua eficiência rapidamente.** Como maneira alternativa, é utilizar fontes naturais reativas que prolonga a eficiência do fertilizante. Através do processo de síntese da hidroxiapatita **nós** conseguimos achar a solubilidade dos fosfato. Assim, podendo arrumar maneiras para prolongar a vida útil dos fertilizantes. **Para o processo de sintetização, utilizamos a difração de raio x para podermos observar o tamanho dos cristais que está ligado diretamente com a solubilidade do fosfato. Quanto mais aquece os cristais, maiores eles ficam e assim, diminui sua área superficial e se aglomeram formando um material com poucos poros. E podemos dizer que quanto menos poros tem, menos solúveis são.** É Rafa, é uma matéria meio extensa, depois conversamos mais sobre isso. Espero que tenha gostado. Beijos [...] (grifos nossos)

Todos os trechos destacados nesta carta mostram o uso da repetição histórica e da apropriação do sentido do texto. É importante observar o uso da primeira pessoa e da compreensão do aluno sobre a atuação ambiental da hidroxiapatita. Ademais, o aluno consegue justificar em sua carta o uso do método de difração de raios-X, relacionando-o diretamente a sua principal aplicação – análise de cristais. Mesmo que esta relação estivesse explícita no texto, a organização das palavras do aluno para contar a seu interlocutor a influência da técnica analítica na escolha do material fertilizante já reflete o entendimento do texto. No caso desta produção textual, o aluno não destaca a importância ambiental, porém esta se encontra subentendida em suas palavras, expressando o reconhecimento da pesquisa ao explicar, com notável domínio de conteúdo, a importância da produção e da aplicação da hidroxiapatita sintetizada em laboratório.

Outro exemplo de produção textual que, por meio da repetição histórica no desenvolvimento da autoria, mostra indícios do processo de conscientização e alfabetização científica foi aquela produzida para o artigo 7, “Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (DREGS)”:

O artigo fala sobre a composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose, e como ele pode ser usado como um fertilizante e neutralizante do solo. **Não tinha noção de que o resíduo de uma empresa de papel e celulose poderia ser usado como fertilizantes e nem que ele apresentaria tantos elementos e ainda mais ser favorável ao solo. Hoje em dia procuramos sempre uma maneira de contribuir com o meio ambiente, e a utilização desse resíduo como fertilizante e corretor de acidez é um meio de contribuir com isso mas, que antes desse resíduo ser qualificado como um fertilizante ele deve ser submetido a vários testes e análises para estudar possíveis alterações que possam ocorrer nas propriedades físico-químicas do solo, das plantas e produtos. A determinação da**

concentração dos elementos é importante porque em certas quantidades são favoráveis, mas se forem muito baixas ou até mesmo altas podem prejudicar sua qualidade. O método para determinação das concentrações foi a espectroscopia no infravermelho. E para as alterações físico-químicas foi utilizada a análise térmica. (grifos nossos)

Embora o aluno não traga especificações experimentais de procedimentos e resultados do artigo, como foi realizado pela maioria dos alunos em suas produções, ele traz para o resumo o que havia de mais importante no artigo lido: sua compreensão associada a importância social e ambiental que o artigo pretende transmitir com a análise química do resíduo da indústria de papel e celulose – os dregs. Seu resumo mantém o gênero dissertativo de escrita, mas nem por isso mostra menos apropriação de sentido que aqueles produzidos por meio de cartas ou narrativas (geralmente, a expressão sob outros gêneros facilitava a demonstração de domínio e apropriação de conteúdo). As palavras em negrito que constituem o texto mostram a segurança do autor em ressaltar o que é importante para o meio ambiente e de que forma as análises químicas contribuem para um adequado uso da agricultura. Com isso, ele consegue justificar a presença dos dregs como fertilizantes e mostrar a relevância das análises que devem ser realizadas com esse resíduo para verificar sua aplicação benéfica em solos. O raciocínio desenvolvido pelo aluno vai além da conscientização, indicando marcas concretas de produção de conhecimentos por meio da leitura do artigo e, conseqüentemente, marcas positivas para os processos de aprendizagem e de alfabetização científica.

Por fim, é conveniente indicar a frequência de alunos que utilizaram cada um dos tipos de repetição, de forma mais intensa, na constituição da autoria de suas produções textuais. O histograma que contém a frequência de alunos que usou a repetição empírica (sigla RE), a repetição formal (sigla RF) e a repetição histórica (sigla RH) encontra-se na Figura 1.

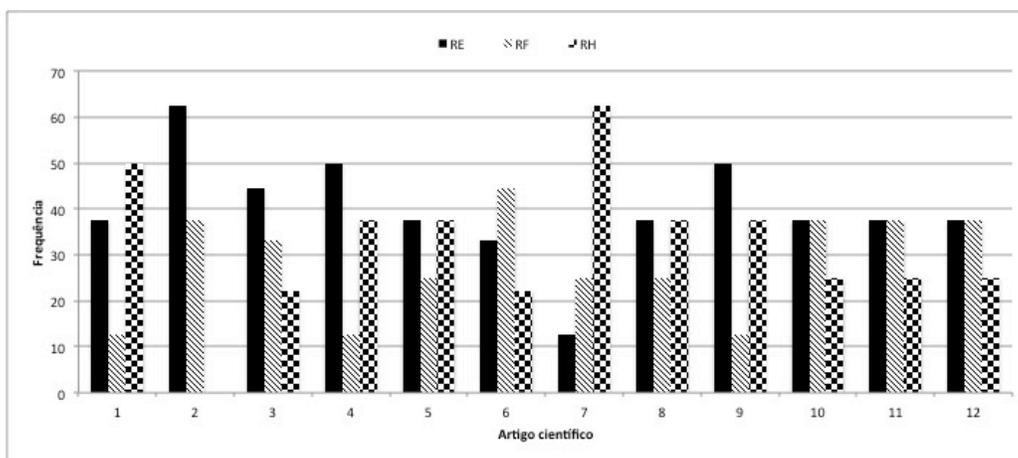


Figura 1: Histograma relativo à frequência de alunos que utilizaram de forma predominante cada tipo de repetição: repetição empírica (RE), repetição formal (RF) e repetição histórica (RH)

Analisando o histograma da Figura 1, nota-se que todos os artigos proporcionaram o desenvolvimento da autoria por meio dos três tipos de repetição, com exceção do artigo 2 (“Método potenciométrico para determinação de cobre em cachaça”), em que nenhum aluno se expressou sob o predomínio da repetição

histórica. Mesmo assim, conforme análise de alguns exemplos de produções textuais discutidas anteriormente, percebe-se que houve alunos que conseguiram explicitar seu entendimento do texto e domínio do seu conteúdo, reconhecendo, mesmo de forma tímida, a importância social, ambiental ou industrial focada no artigo em questão.

Notou-se, também, que o artigo 7, “Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (DREGS)”, foi o que propiciou melhores condições para o aluno expressar a autoria de seu discurso sob repetição histórica, podendo sinalizar que o assunto ali tratado foi o que mais se relacionava ao conhecimento prévio dos alunos. Outros textos produzidos permitiram verificar que a importância ambiental dos dregs como potenciais fertilizantes de uso agrícola foi assimilada por vários alunos. Neste momento, consideramos importante destacar que, conforme explicado na seção Metodologia, os 24 alunos da turma não leram todos os 12 artigos selecionados. Ainda assim, foi possível estabelecermos inferências sobre o artigo cuja leitura proporcionou a produção de discursos com mais evidências de compreensão da linguagem científica e dos conhecimentos científicos associados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades práticas envolvendo a leitura e a interpretação de textos científicos, e, também, a produção de redações pelos alunos, podem ser consideradas meios didáticos de viabilização da alfabetização científica em sala de aula. Para tanto, a alfabetização científica pode ser compreendida como o processo pelo qual os alunos visualizam a aplicação prática de conceitos teóricos de Ciências em situações-problema reais. Neste processo, eles são capazes de ampliar suas concepções ao perceber a forma como o conhecimento científico se insere nos mais variados campos de pesquisa, de investigação de contaminantes em alimentos, de resolução de problemas ambientais, para melhor adequar o uso do solo, como também no desenvolvimento de novos materiais, com características superiores àquelas dos atuais.

Dessa forma, percebeu-se que os textos científicos proporcionaram o contexto adequado e propício para o desenvolvimento do raciocínio dos alunos acerca de problemas socioambientais que eles poderão enfrentar no futuro, quando formados. Esse raciocínio, bem como o estabelecimento de relações entre o que era lido pelos alunos e o que eles já conheciam a respeito, proporcionou a produção de novos conhecimentos e a reconstrução dos antigos.

Como objetivo final, a análise dos textos produzidos possibilitou a formação de um engenheiro mais crítico e consciente, que pode ser responsável por intervenções benéficas na sociedade e no ambiente, uma vez que o contato com áreas diferentes permite que o aluno conheça outros meios e contextos de aplicação do conhecimento científico. Tal (ampliação de) conhecimento contribui com o desenvolvimento da percepção discente sobre os problemas de ordem industrial que se relacionam diretamente àqueles de ordem social. Com isso, podemos afirmar que atividades de leitura e interpretação de textos científicos proporcionam possibilidades concretas de contribuir para o posicionamento do aluno diante de problemas, tornando-o um cidadão, conduzindo à efetivação do processo de alfabetização científica em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CACHAPUZ, A., et al. (org.) **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: 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**, Barcelona, v.22, n.3, p.365-378, 2004.

CHASSOT, A. **Para Que(m) é Útil o Ensino?** 2. ed. Canoas: Editora ULBRA, 2004.

_____. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 4. ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

DEMO, P. **Educação e Alfabetização Científica**. 1. ed. Campinas: Papyrus Editora, 2010.

_____. 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**. 3. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2012.

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

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

MASSI, L., et al. Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de química. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.2, p.503-510, jan. 2009.

MASSI, L.; SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Artigos científicos no ensino superior de ciências: ênfase no ensino de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, São Paulo, v.7, n.1, p.157-177, 2008.

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

_____. **Interpretação: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico**. 5. ed. Campinas: Pontes Editores, 2007.

SCHWARTZ, A. T. Chemistry education, science literacy, and the liberal arts. **Journal of Chemical Education**, Tucson, v.84, n.11, p.1750-1756, nov. 2007.