



Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes

Reading and experiments demonstration by mean of video: analysis of a proposal from students' writing

Welington Francisco

Universidade Federal de Tocantins (UFT), Campus Gurupi
10welington@bol.com.br

Wilmo Ernesto Francisco Junior

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca
wilmojr@bol.com.br

Resumo

O presente estudo relata uma atividade de leitura associada à apresentação de experimentos mediante vídeos disponíveis on-line, desenvolvida em sala de aula com estudantes de um curso pré-vestibular localizado no município de Araraquara-SP. A atividade de leitura buscou o desenvolvimento de conceitos relacionados à tabela periódica e às propriedades periódicas dos metais alcalinos. Após a leitura do texto, realizada individualmente e em silêncio, os estudantes produziram textos nos quais deveriam identificar conceitos, relacionar as mudanças macroscópicas apresentadas no vídeo com a ordem de reatividade dos metais alcalinos em água, além de proporem uma possível explicação dessas diferentes reatividades. Após problematização do tema por meio de aulas expositivas dialógicas foram produzidos novos textos. Os resultados indicaram que a atividade de leitura auxiliou a manifestação de habilidades cognitivas de baixa e alta ordem. Ademais, em linhas gerais, foi possível notar evolução na aprendizagem após a discussão dos conceitos químicos, o que foi caracterizado, sobretudo, pela incorporação de características da linguagem científica durante a escrita dos textos.

Palavras-chave: Leitura; Escrita; Vídeo; Ensino-Aprendizagem; Aprendizagem em Química.

Abstract

This study presents a reading activity associated with experimental practices presented by mean of videos available online. This research was realized with students from a pre-university course in Araraquara-SP. The activity of reading aimed to develop concepts concerned with periodic table and periodic properties of alkali metals. The reading was conducted individually and in silence. After that, the students produced texts in which should identify chemistry concepts, associate the macroscopic changes presented by video with the reactivity order of alkali metals in water, as well as propose a possible explanation to differences in reactivity. In sequence, the theme was discussed by mean of dialogic exposition and new texts were produced. The results indicated that text reading helped the expression of low and high cognitive skills. Besides, in general the students demonstrated comprehension of chemistry concepts after the discussion, what was revealed by incorporation of language scientific characteristics in theirs texts.

Keywords: Reading; Writing; Video; Teaching and learning; Chemistry learning.

Introdução

A leitura assume hoje papel central para a inserção de qualquer indivíduo nos principais meios sociais, desde a simples leitura de placas para locomoção, até a leitura de obras literárias para o ingresso em universidades. Diante disso, Paulo Freire (2006) reflete sobre a injustiça de haver homens e mulheres que não sabem ler e escrever. Nesse cenário, a leitura, assim como a educação, torna-se um ato político; uma tomada de consciência da posição do indivíduo membro de uma sociedade, para que se possa compreender as relações políticas que nela existem e seu papel diante dessas relações. Tomando consciência da sua experiência e da sua leitura de mundo, o indivíduo compreende seus limites e seu potencial dentro da sociedade. É importante que o texto propicie ao educando não só a leitura da palavra a partir de sua experiência histórico-social (leitura de mundo), como também a possibilidade de reescrever seu mundo, transformando, ao mesmo tempo, sua leitura da palavra inicial (FREIRE, Ana, 2006).

A experiência, no sentido de leitura de mundo, ocorre numa relação de permuta, que toca, que atinge e que produz outras relações com o mundo e tudo nele contido, objetos inanimados, vivos ou não, assim como homens e mulheres. Nessas relações produzidas também está o conhecimento. Conforme coloca Freire (2005), o ser humano se difere dos demais animais por sua consciência. É justamente essa consciência de inacabamento que vai se configurando nas permutas mediatizadas no mundo, na experiência. Nesse sentido, a leitura de mundo enquanto experiência histórico-social configura-se em todas as relações produzidas na experiência, passando a ser, também, a relação que os sujeitos estabelecem com os fenômenos que os cercam mediante a experimentação científica.

Desde a Grécia Antiga, Aristóteles já destacava a importância e o papel da experiência, que baseada na observação, era o ponto de ligação entre o homem e a compreensão da natureza. Com o desenvolvimento da ciência dita moderna, a partir do século XVI,

há uma ressignificação da observação e maior ênfase na função dos experimentos. A partir daí, a experimentação foi considerada por muitos como um elemento indispensável e de grande importância para o alcance de um conhecimento absoluto e significativo.

Numa perspectiva freiriana, ao se tentar a associação do experimento, com fins didático-pedagógicos, à experiência, um dos aspectos almejados é tornar o experimento também algo que toque, que seja percebido e que produza outras relações com o mundo, com o conhecimento e com os indivíduos. O intuito é romper com uma perspectiva de experimentação descolada da realidade e que pouco afeta o indivíduo e sua relação com o conhecimento. Em outras palavras, o experimento assume, como uma de suas qualidades, a capacidade de afetar os indivíduos e sua consciência produzindo novas relações, isto é, uma nova experiência histórico-social (leitura de mundo) entre indivíduos, mundo e conhecimento.

Muitos professores e estudantes da área de ciências identificam a importância da experimentação para a aprendizagem e alguns dos objetivos das aulas experimentais (GALIAZZI et al., 2001; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004), mas o que ainda se nota, sobretudo nas escolas de educação básica, é certa resistência na realização dessas atividades. Essa resistência está concentrada, muitas vezes, no discurso da carência ou da deficiência de algo, além das deficiências formativas para a condução desse tipo de prática e das condições de trabalho, especialmente tempo para busca, seleção e preparo de propostas experimentais. Por outro lado, a não adesão às atividades experimentais também se evidencia a partir da relação com o saber profissional que alguns professores mantêm, que é de simples emprego e não de profissão (ASSIS; LABURÚ; SALVADEGO, 2009). Soma-se a estes os problemas estruturais e de condições de trabalho docente. Nesse caso, as propostas alternativas de experimentação dificilmente farão eco nas escolas. É justamente na possibilidade de imprimir novas possibilidades que o uso de recursos audiovisuais aliados à experimentação pode ser significativo.

O vídeo pode encerrar característica sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem e que não se separam, que podem atingir diversos sentidos e de diferentes formas. A linguagem audiovisual consegue chegar e ir além do que é percebido mediante imagens básicas, propiciando, dessa forma, outra possibilidade para a leitura de mundo. São capazes de provocar diferentes emoções e sensações (ARROIO; GIORDAN, 2006). O vídeo pode atuar no processo de ensino e aprendizagem não apenas como um auxílio, mas também como um elemento configurador da relação entre professor, aluno, conteúdos e objetivos, relação esta que pode se refletir nos processos cognitivos e atitudinais dos estudantes (MARCELINO JÚNIOR et al., 2004).

Considerando a experimentação e o uso de recursos audiovisuais como importantes ferramentas no processo educacional e cultural, o emprego de vídeos pode ser um recurso de grande relevância para a experimentação em sala de aula. Francisco Junior e Santos (2011) levantaram aspectos positivos e negativos da experimentação mediante vídeos, sob a óptica de licenciandos em química. Entre as vantagens destacadas estão economia de tempo e custos, menor periculosidade, redução de tempo em experimentos demorados, controle de imprevistos experimentais. Em contrapartida, como desvantagens puderam ser elencadas a não realização do experimento pelo aluno, ausência de recursos audiovisuais nas escolas, vídeos de baixa

qualidade e a limitação de sentidos como o olfato e o tato na interação do estudante com o experimento.

A leitura entra na composição desse cenário como um meio de possibilitar a mediação entre os sentidos (aquilo que o aluno vê, ouve, sente) e a cognição (aquilo que o aluno pensa). Para isso, no entanto, a leitura escolar precisa ser modificada, sobretudo em termos da relação dos educandos com o texto. É importante que as estratégias de leitura propiciem um contato mais pessoal com os textos. Para isso, contudo, a cobrança e as situações de leitura precisam ser diferentes das usualmente empregadas (ALMEIDA; RICON, 1993), nas quais geralmente aparecem questões pré-estabelecidas.

Kleiman (2001) colabora essa discussão ao acenar que a leitura com objetivos melhora o processo de interação texto-leitor. Para a autora, "(...) somos capazes de lembrar muito melhor aqueles detalhes de um texto que têm a ver com um objetivo específico. Isto é, compreendemos e lembramos seletivamente aquela informação que é importante para o nosso propósito" (2001, pp.30-31). Para isso, neste trabalho foi proposta uma situação em que a partir da leitura os estudantes pudessem tecer explicações sobre resultados de experimentos apresentados mediante o emprego de vídeos. Considerações acerca do processo de ensino e aprendizagem do tema escolhido (propriedades periódicas) e das habilidades cognitivas que os estudantes manifestaram a partir da leitura foram realizadas.

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa foi realizada em uma das salas de aula de um curso pré-vestibular, mantido e coordenado pela Organização Não Governamental Frente Organizada Pela Temática Étnica (ONG FONTE) com sede no município de Araraquara. No que concerne à investigação em sala de aula, o presente estudo foi conduzido em duas etapas com duração de duas aulas de 40 minutos cada. Participou da investigação um total de 18 alunos. Entretanto, vale assinalar que nem todos os participantes entregaram as produções escritas referentes às duas etapas.

Primeira etapa

Inicialmente, foi feita a apresentação de experimentos mediante o uso de vídeos disponíveis na rede mundial de computadores¹. Os vídeos eram referentes a experimentos de reações dos metais alcalinos (lítio, sódio, potássio, rubídio, célio) com a água. Além da difícil obtenção desses metais, os experimentos propostos apresentam elevada periculosidade devido à intensa reação e à liberação de calor, sendo explosiva para alguns metais. O recurso audiovisual se torna, de tal maneira, bastante atraente para trabalhar experimentos dessa natureza.

¹ Há uma série de vídeos disponíveis em <https://youtube.com> de relativa qualidade que podem ser empregados para o mesmo fim, sendo a maioria com áudio em língua inglesa. O vídeo utilizado se encontra no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=uixxJtJPVXk>. Um alerta é dado para a equação que representa a reação do sódio em água, na qual estão omitidos os estados de agregação e a simbologia das cargas iônicas encontra-se em posição pouco usual.

Após a apresentação dos vídeos, foi realizada a leitura do texto “Humphry Davy: Um químico-poeta” presente na obra **Tio Tungstênio: Memórias de uma Infância Química** (SACKS, 2002). Esse texto retrata as principais propriedades químicas e físicas dos metais alcalinos, além de conter explicações e aspectos históricos relacionados a conceitos químicos variados. A leitura foi realizada individualmente, em silêncio e durante a aula. Os estudantes assistiram então aos vídeos novamente e, em seguida, apresentaram suas ideias por escrito, identificando os conceitos químicos presentes no texto. Além de identificar os conceitos químicos, foi solicitado que relacionassem as mudanças macroscópicas observadas nos vídeos com a ordem de reatividade dos metais alcalinos em água. No mesmo texto eles também tinham de fornecer explicações para a ordem apresentada, baseando-se na leitura. Foram produzidos seis² textos (três individualmente, dois textos em duplas e um texto em grupo de 4 alunos) os quais serviram como fonte de dados. A análise desses registros escritos foi concentrada basicamente em: (i) identificar conceitos químicos apresentados por escrito após a leitura bem como sua correta expressão; (ii) verificar a ordem de reatividade sugerida para os metais alcalinos em água; e (iii) analisar possíveis explicações para as diferenças macroscópicas apresentadas no vídeo.

Nesta etapa, a tentativa foi inferir sobre como a leitura do texto auxiliou a apropriação de conceitos e a manifestação de habilidades cognitivas. As habilidades cognitivas foram caracterizadas em dois níveis básicos, conforme proposições de Zoller (1993): habilidades cognitivas de baixa ordem (tais como conhecer, recordar/relembrar informações ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares) e habilidades de alta ordem (orientadas para a investigação, análise e resolução de problemas, tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo).

Segunda etapa

Nesta fase da pesquisa, que ocorreu na semana posterior à primeira etapa, os vídeos com os experimentos foram repassados, sendo discutido o tema tabela periódica. Foi abordada a história da tabela periódica e as dificuldades enfrentadas à época para a sua construção, além de propriedades periódicas dos elementos químicos como: raio atômico, energia de ionização e afinidade eletrônica. Tal discussão ocorreu basicamente de forma expositiva dialógica, onde a posição dos estudantes foi incentivada para que explicitassem as observações efetuadas, bem como a elaboração de relações entre os conceitos e os resultados experimentais. Alusões ao texto durante o estudo dos conceitos também foram bastante exploradas.

Após esta discussão, foi proposta uma atividade escrita para avaliar a aprendizagem acerca do assunto. Para isso, os estudantes novamente assistiram aos experimentos em vídeos e tiveram de propor explicações considerando as propriedades periódicas dos elementos químicos (metais alcalinos). Não foi feita nenhuma exigência em relação à estrutura textual e os estudantes se agruparam (ou não) de forma diferenciada da primeira etapa. Foram entregues seis textos ao fim da atividade (três

² Os textos produzidos, tanto na primeira como na segunda etapa, foram identificados por códigos que correspondem às iniciais dos nomes dos estudantes. Para aqueles nomes cujas iniciais eram as mesmas, foi empregado a segunda letra do nome em minúsculo como forma de diferenciação.

produzidos individualmente, dois produzidos em duplas e um produzido em trio) que serviram como fonte de dados. Nestes, foram analisados indícios de aprendizagem com base na apropriação conceitual exteriorizada com a escrita. A análise tomou por base dois aspectos: a correção conceitual e a estrutura textual utilizada. Para a avaliação da estrutura dos textos foi considerada basicamente a tipologia textual empregada, a partir da qual é possível identificar as distinções entre a linguagem científica e cotidiana (MORTIMER; VIEIRA, 2010). O predomínio de alguns tipos de texto em detrimento de outros pode evidenciar um avanço no domínio da linguagem científica, necessária ao aprendizado da química.

Resultados e Discussão

Primeira etapa - Analisando os conceitos identificados, a manifestação das habilidades cognitivas e o processo de leitura

A análise dos primeiros registros produzidos indicou que a maioria dos estudantes conseguiu identificar conceitos químicos presentes no texto lido, sendo variada a maneira com a qual se expressaram por meio da escrita. Em dois casos, por exemplo, os estudantes fizeram cópias literais de trechos do capítulo, sem se preocupar com a identificação de conceitos, como o exemplo que segue:

“Após seu primeiro experimento eletroquímico (passando uma corrente elétrica pela água), Davy mostrou que ela podia ser decomposta em seus elementos constituintes, com o hidrogênio aparecendo em um pólo ou eletrodo e o oxigênio no outro”. GA

A cópia literal indica pouca reflexão sobre a leitura. Em uma concepção crítica é fundamental que a leitura proporcione a elaboração de um novo texto pelo leitor a partir das ideias engendradas com a leitura (SILVA, 2009). Para Paulo Freire (apud FREIRE, Ana, 2006, p.404): “Cada nova leitura pode provocar a descoberta, numa “esquina” mal iluminada do texto, de uma dimensão até então despercebida. É como se, uma vez escrito, o texto jamais deixasse de poder ser reescrito pelas leituras dele feitas por seus leitores”.

Assim, o leitor pode explorar sua argumentação para defender ou refutar as ideias do texto, comparando-as com seus próprios pensamentos. Entretanto, essa é uma habilidade que parece se desenvolver gradativamente e que está associada a como esses estudantes interagiram historicamente com os textos escritos. O próprio fato dos estudantes apresentarem cópias e não “dizerem” a sua palavra indicia algo. Por que esses trechos e não outros? O que eles (estudantes) querem dizer com tais cópias? Será que o modo limitador com o qual a escola, na maioria das vezes, desenvolve a leitura, é o principal responsável por tais resultados?

Outras investigações acenaram resultados similares em situações diferentes de escrita. Francisco Junior e Garcia Júnior (2010), em estudo que solicitou a elaboração de perguntas com respostas acerca de um texto lido em sala de aula, observaram que na maioria das vezes os estudantes elaboravam questões cujas respostas eram integralmente copiadas do texto lido. Mazzitelli, Maturano e Macías (2009) solicitaram aos estudantes que, a partir da leitura, elaborassem perguntas que acreditavam ser

importantes para compreenderem o texto. Perguntas cujas respostas poderiam ser encontradas literalmente no texto prevaleceram.

Para Cassiani, Von Linsingen e Giraldo (2011), o espaço da leitura na escola como repetição de sentidos previstos no texto pode se desdobrar e direcionar a postura dos estudantes frente aos novos textos. Não somente a escola, mas o espaço da leitura no meio social, como a família e os amigos tem considerável influência. Dresch, Lebedef e Dickel (2011), em investigação com um grupo de estudantes de um curso de letras, verificaram que a experiência familiar, em geral, está ligada a situações estimulantes, prazerosas e de alta afetividade. Já o Ensino Fundamental é marcado por ausência de atividades e o Médio pela obrigação, além do caráter avaliativo e o direcionamento ao vestibular.

Quando os sujeitos não são estimulados a se posicionar enquanto leitores produtores de sentidos durante a leitura, a tendência é reproduzir as palavras do texto. O que fazer com essas reproduções é uma questão importante a ser enfrentada e à qual, infelizmente, esse trabalho não consegue aprofundar por limitações de espaço.

Por outro lado, os resultados também mostraram que nos outros quatro registros produzidos os estudantes construíram um texto próprio. Estes são indícios importantes de uma leitura mais crítica, que não se dá apenas no campo da cópia. Em duas situações, porém, embora os alunos tenham construído seu próprio texto, alguns termos químicos foram indicados inapropriadamente como sendo conceitos químicos, como no exemplo:

“Alguns conceitos químicos que foram encontrados no texto foi pilha, alumínio, óxido nitroso, magnésia, soda, metais alcalinos, entre outros.” TCRJ

Neste trecho percebe-se a confusão entre o que são conceitos químicos e termos químicos. Por exemplo, os termos pilha e metais alcalinos carregam em si significados que dizem respeito a conceitos químicos. No entanto, os termos alumínio, soda, magnésia se referem à nomenclatura e não propriamente a um conceito químico. Isso mostra que apesar de relacionarem tais termos com a química, os estudantes ainda apresentam dificuldades em conseguir interpretar seus significados.

Nos outros dois textos, além da construção de textos próprios, verificou-se a identificação apropriada de conceitos científicos.

“Os conceitos químicos presentes no texto de acordo com o que eu entendi são: a descoberta do calor (caloria) como forma de energia e não como elemento, as propriedades dos óxidos de nitrogênio (óxido nitroso é anestésico por exemplo), a eletricidade (inicio dos estudos através de baterias feitas com elementos químicos) e as diferentes reações de metais na água”. B

“Primeiramente ele deu um conceito de tabela periódica, descobrindo uns novos elementos químicos que compõem a tabela. Já ao decorrer da leitura do texto ele demonstrou alguns conceitos de reações, colocando vários elementos em uma mesma substância, provocando resultados diferentes.” F

É possível que a leitura do texto tenha catalisado essa apropriação conceitual. Entretanto, novamente, é provável que isso esteja associado à historicidade desses

estudantes em relação à habilidade de leitura e também ao próprio conhecimento químico.

Nota-se, outrossim, que o texto construído pelo leitor também reflete habilidades cognitivas de leitura, como seleção de informações, inferências e dedução. Embora a atividade apenas solicitasse a identificação de conceitos, o que demanda habilidades de baixa ordem cognitiva, alguns registros evidenciam habilidades superiores como explicação (a descoberta do calor (caloria) como forma de energia e não como elemento). Isso pode ter sua gênese no próprio processo de leitura em si, que é também cognitivo, além de histórico e social. Dado que, historicamente, esses sujeitos podem ter tido experiências positivas de leitura, é possível que tenham desenvolvido em maior grau algumas estratégias cognitivas de leitura.

Em relação à indicação da reatividade dos metais alcalinos em água, três dos registros indicaram a ordem correta de reatividade, enquanto os outros três não. Nos casos em que a ordem de reatividade não estava correta, a inversão foi de um metal. Entretanto, mesmo com a solicitação para explicar a ordem de reatividade apresentada, apenas em três textos isso foi realizado. Em dois deles os metais foram ordenados corretamente em relação à reatividade com a água.

Esses resultados indicam a capacidade dos estudantes em sequenciar e relacionar as observações presentes no vídeo com a leitura do texto, uma vez que o texto descrevia as evidências fenomenológicas dos diferentes metais quando estes reagiam com a água. No entanto, o fato de parte dos estudantes não propor explicações indica a incapacidade de analisar a relação de causa (propriedades periódicas) e efeitos (resultados experimentais) que o texto apresentava. Eles foram incapazes de avaliar a situação, manifestando assim apenas habilidades cognitivas de baixa ordem. Dessa forma, pode-se incorrer que sem a mediação dessa leitura, alguns estudantes encontraram dificuldades para propor explicações acerca das observações experimentais pautados apenas na leitura. A postura do professor, portanto, parece ser imprescindível no estabelecimento dessas relações causais.

Em contraste, além dessa capacidade de relacionar os resultados dos experimentos com o texto lido, em três situações os estudantes conseguiram propor explicações para as diferentes reatividades, como nos dois exemplos que seguem:

“O primeiro metal reagido na água foi o lítio pois ele flutua calmamente na água, o sódio em segundo movendo-se na superfície, o potássio que parecia um cometa caindo na água foi o terceiro, o rubídio em quarto soltando uma chama e por último o cézio causando uma explosão. Quando as diferentes reações eu acho que é o fato dos elementos ter uma carga mais pesada de elétrons, que quando reagido na água pode ter a quebra mais rápida ou mais lenta.” F

“Um experimento foi realizado em 5 etapas. Em um recipiente de vidro com água, foi adicionado na primeira etapa o metal Lítio que reagiu calmamente sobre a água (até mesmo por ser mais leve e n° de massa atômica menor). Na segunda etapa, adicionou-se o metal sódio, que em contato com a água só ameaçou pegar fogo. Na 3ª etapa adicionou-se o metal potássio na água que incendiou-se. Na quarta etapa, o rubídio, mais reativo (pesado e de massa atômica maior), reagiu violentamente espirrando chamas. Já na 5ª etapa,

adicionou-se o metal cério (dentre os elementos em teste, ele possui o maior n° massa de atômica e é mais reativo) reagiu com uma explosão, despedaçando o recipiente de vidro. Podemos dizer então, que quanto mais pesada e maior número de massa atômica, maior a sua reatividade". TCRJ

Na primeira resposta apresentada, percebe-se a capacidade dos estudantes em sequenciar corretamente a reatividade dos metais, relacionando-as com as observações do experimento, empregando para isso linguagem própria e até mesmo o uso de analogia ("... o potássio que parecia um cometa caindo na água ..."). Também foram capazes, ainda que de forma embrionária, de relacionar a reatividade dos metais às propriedades periódicas para propor explicações sobre as diferenças nas energias de cada reação.

A resposta apresentada no segundo exemplo faz alusão ao modo pelo qual a tabela periódica é organizada e as propriedades periódicas dos metais, ainda que o texto não trouxesse a explicação sobre a reatividade dos metais com a água. Esses estudantes compararam propriedades (massa atômica) periódicas entre os metais alcalinos para propor uma explicação. Para isso também relacionaram a massa do átomo com os resultados experimentais. Apesar de pequena confusão entre massa atômica e número atômico, se observa que os alunos refletiram sobre a situação, procuraram respostas, estabeleceram relações causais e propuseram uma hipótese explicativa, manifestando mais acentuadamente algumas habilidades cognitivas de alta ordem.

Quando o aluno apresenta respostas que envolvem elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, que se caracterizam por pensamentos mais complexos para o enfrentamento de um problema, considera-se que este utilizou habilidades cognitivas de ordem alta (ZOLLER, 2001), diferentemente das situações em que a ordem de reatividade é apenas apresentada. Estas habilidades são consideradas por Sasseron e Carvalho (2009) indicadores de alfabetização científica.

A solicitação de sequenciar os metais conforme a ordem de reatividade demanda um esforço cognitivo consciente, mas ainda pode ser considerada uma habilidade cognitiva de baixa ordem, uma vez que exige comparar e contrastar informações, mas não avaliar ou inferir sobre os resultados. Tal aspecto parece também estar associado ao fato de um grupo ter proposto a sequência correta, mas não ter justificado. Segundo Zoller (1993), o tipo de situação (baixa ou alta ordem cognitiva) apresentada ao estudante pode determinar a demanda cognitiva manifestada. Isso foi evidenciado, por exemplo, no trabalho de Suart e Marcondes (2009) que analisaram as habilidades cognitivas expressas a partir de atividades experimentais investigativas.

Contudo, também vale refletir sobre o papel da escrita, que demanda um esforço cognitivo maior (RIVARD; STRAW, 2000). Aqui novamente entra em jogo o fato desses estudantes não estarem, provavelmente, acostumados ao uso da escrita de forma mais produtora do que reprodutora. Tal consideração pode auxiliar na interpretação do fato de que metade dos textos produzidos limitou-se a apresentar a ordem de reatividade, ainda que tivesse sido feita a solicitação de explicá-la. Após esta discussão, foi proposta uma atividade escrita para avaliar a aprendizagem acerca do assunto. Para isso, os estudantes novamente assistiram aos experimentos em vídeos e tiveram de propor explicações considerando as propriedades periódicas dos elementos químicos (metais alcalinos). Não foi feita nenhuma exigência em relação à estrutura textual e os

estudantes se agruparam (ou não) de forma diferenciada da primeira etapa. Foram entregues seis textos ao fim da atividade (três produzidos individualmente, dois produzidos em duplas e um produzido em trio) que serviram como fonte de dados. Nestes, foram analisados indícios de aprendizagem com base na apropriação conceitual exteriorizada com a escrita. A análise tomou por base dois aspectos: a correção conceitual e a estrutura textual utilizada. Para a avaliação da estrutura dos textos foi considerada basicamente a tipologia textual empregada, a partir da qual é possível identificar as distinções entre a linguagem científica e cotidiana (MORTIMER; VIEIRA, 2010). O predomínio de alguns tipos de texto em detrimento de outros pode evidenciar um avanço no domínio da linguagem científica, necessária ao aprendizado da química.

Segunda etapa - Processo de aprendizagem por meio da leitura e escrita

Após a primeira etapa, foi realizada a discussão acerca da organização da tabela periódica e das propriedades periódicas dos elementos com os estudantes, sendo os dados coletados por meio da produção de textos sobre as explicações das diferenças de reatividades observadas no vídeo. A análise desses resultados mostrou indícios de evolução da aprendizagem. Em todos os registros puderam ser notadas características da linguagem científica, embora amalgamada com a linguagem cotidiana em alguns casos, como será visto posteriormente. A utilização de uma linguagem química adequada sob o ponto de vista conceitual ficou mais evidenciada (3 dos 6 textos), tais como nos exemplos que seguem.

“As reações vista se explicam nas distância que a camada de valência dos reagentes Li, Na, K, rubídio e cézio se encontram. (...). Então a medida que o elétron fica distante do núcleo é necessário uma energia de ionização menor, para que ocorra a reação e quanto mais distante o elétron do núcleo há uma facilidade em ser “doado”.” T

“Obtendo mais camadas (...) a Energia de ionização necessária para remover um elétron de um átomo será menor, pois esse elétron estará mais distante do núcleo.” GJ

Além de serem textos produzidos pelos próprios estudantes, os quais apresentam uma reflexão crítica sobre as propriedades periódicas dos elementos químicos, pode-se perceber a adequada utilização de conceitos químicos na explicação. Isso evidencia um processo de aprendizagem satisfatório, pois os estudantes conseguiram expressar entendimento acerca das propriedades periódicas dos elementos. Fica evidente a compreensão da maior reatividade frente à água para os elementos com maior raio atômico, uma vez que a energia necessária para retirar o elétron da camada de valência é menor, ou seja, a energia de ionização é menor. Quanto menor é esta energia (que diminui com o aumento de camadas eletrônicas), mais rápida e intensa é a reação.

No caso do texto identificado pelo código T, é interessante notar que a estudante, na primeira etapa (que realizou em grupo), explicou as diferenças de reatividade balizada pela massa atômica (“Podemos dizer então, que quanto mais pesada e maior número de massa atômica, maior a sua reatividade.” – código TCJR). Já nesta segunda etapa apresentou a noção de raio atômico e energia de ionização, indicando evolução da

aprendizagem por meio da apropriação da linguagem química não presente inicialmente.

Em sala de aula o professor lida constantemente com diferentes gêneros e tipos de discurso entremeados pela linguagem científica escolar e pela linguagem cotidiana. O aprendizado depende desse diálogo estabelecido entre essas linguagens. Pode-se entrever que uma das características da aprendizagem é a capacidade do sujeito em compreender um novo significado apresentado pelo professor, incorporando-o e expressando-o por meio de suas próprias palavras, palavras estas obviamente influenciadas pela linguagem cotidiana na qual o aprendiz está em constante imersão. Sendo assim, a construção de um texto próprio, mas amalgamado com a correta expressão dos conceitos científicos é uma importante manifestação de aprendizagem.

Outro aspecto a ser destacado é o modo com o qual as orações foram construídas. A linguagem aproxima-se da neutralidade comumente empregada na linguagem científica, com nominalizações e verbos exprimindo relações. Podem ser verificadas sequências explicativas (“... a medida que o elétron fica distante do núcleo é necessário uma energia de ionização menor, para que ocorra a reação; Energia de ionização necessária para remover um elétron de um átomo será menor, pois esse elétron estará mais distante ...”) caracterizadas, por exemplo, pela relação causal entre energia de ionização e distância do núcleo. Mortimer e Vieira (2010) citando Halliday (1993) apontam que nas ciências o texto explicativo lança mão das nominalizações, tal qual verificado nas sequências apresentadas.

Para alguns autores, a apropriação destas características na linguagem é indício da aprendizagem e de letramento científico (CARVALHO, 2010; MORTIMER; VIEIRA, 2010). Ultrapassar a linguagem cotidiana no momento de se expressar e de se referir a proposições e conceitos científicos pode ser assim considerado um indicativo da entrada dos indivíduos na cultura científica.

Por outro lado, uma excessiva nominalização com a consequente omissão da autoria e do papel central da linguagem na construção de novos conhecimentos pode produzir uma noção distorcida e incompleta da ciência (SUTTON, 2003). Quanto a essa discussão, é fundamental que o estudante esteja consciente dessas relações, reconhecendo as características da linguagem científica e cotidiana, assim como optando pelo uso de uma ou outra forma de expressão de acordo com a necessidade e implicações dessa escolha.

A seguir é exemplificado outro trecho, que visou explicar a organização dos metais alcalinos na tabela periódica de acordo com a distribuição eletrônica:

*“Portanto, entre eles (metais alcalinos) há uma semelhança em estar na 1ª família onde todos possuem 1 elétron na última camada de Valência e sua disposição entre períodos os tornam mais eletronegativos, ocorrendo reação exotérmica com oxidação.” **Ja***

Nota-se que houve uma compreensão de como a tabela periódica moderna foi organizada (famílias e períodos), além do aparecimento de outros termos químicos que não foram explorados em sala – reação exotérmica e oxidação. Também se percebe que a linguagem utilizada difere um pouco dos primeiros exemplos, tornando-se mais descritiva, apresentando relações de causa e efeito - “...entre eles metais alcalinos) há uma semelhança em estar na 1ª família onde todos possuem 1 elétron”. No entanto,

neste caso percebem-se inconsistências conceituais como: (i) a não percepção de que, no modelo atômico de Bohr, a última camada é a camada de valência; (ii) a proposição de que os metais alcalinos ficam mais eletronegativos (quando eles se comportam como elementos eletropositivos por doarem elétrons a outras espécies).

Em outro registro foi possível notar confusões sobre a organização da tabela e entre as propriedades periódicas dos elementos de um mesmo grupo na tabela, sobretudo o unidirecionamento entre o raio atômico com o aumento do número atômico, assim como entre as propriedades entre um mesmo grupo da tabela.

“Podemos observar que quanto maior o número atômico menor o raio atômico, ou seja, o raio atômico será maior no 2º período do Grupo 1 (Li) do que no 6º período do Grupo 1 (Cs).” FA

Em um dos textos ainda apareceu apenas a descrição. Nesta situação pequeno avanço foi notado em relação à primeira etapa, na qual o estudante também se limitou a descrever o observado.

“(...) mostra o lítio ele era movido calmamente pela superfície da água (...) rubídio era mais reativo ele cuspiu violentamente com chama violeta-avermelhada. E ao fim traz o cézio ele explodia ao contato com a água.” W

Para propor as explicações, em duas ocasiões os estudantes também fizeram uso de representações, sobretudo das camadas eletrônicas dos átomos pelo modelo atômico de Bohr, ainda que isso não tenha sido solicitado. A linguagem escrita associada à representação gráfica possibilita uma maior aproximação ao modelo mental do estudante. Vale salientar que o uso de representações foi feito por estudantes que se aproximaram da explicação adequada sobre as reatividades dos metais. As duas representações estão reproduzidas nas Figuras 1 e 2.

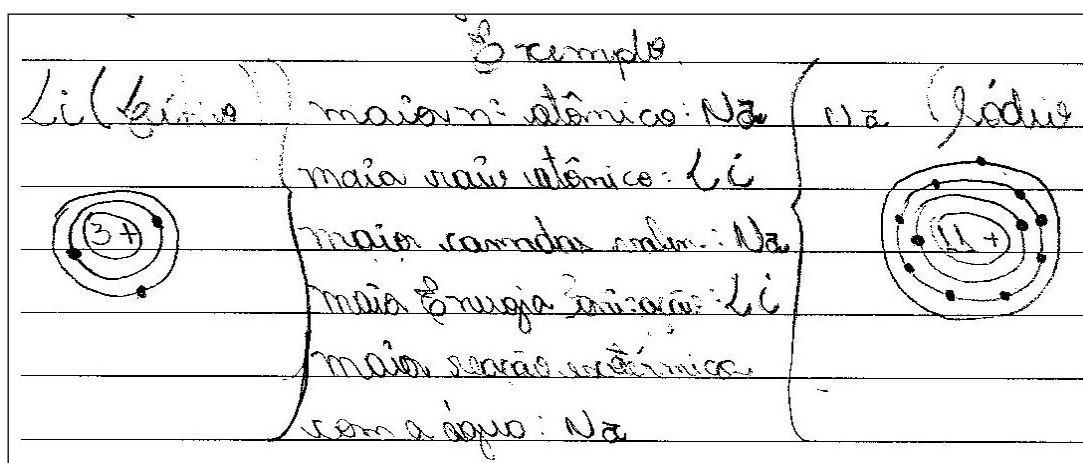


Figura 1: Representação dos átomos de lítio e sódio pelo modelo atômico de Bohr feito por um grupo de estudantes (MJHJc).

A partir das Figuras 1 e 2, notam-se três aspectos importantes. Nas duas figuras os estudantes explicitaram a questão do raio atômico dos elementos, mostrando que o lítio possui um menor raio devido ao menor número de camadas eletrônicas frente ao sódio (Figura 1), mesmo caso na comparação entre o potássio e o cézio (Figura 2).

Outro ponto de relevância, apresentado na Figura 1, é que os estudantes tiveram o cuidado de representar os átomos na sua eletroneutralidade, ou seja, antes das reações.

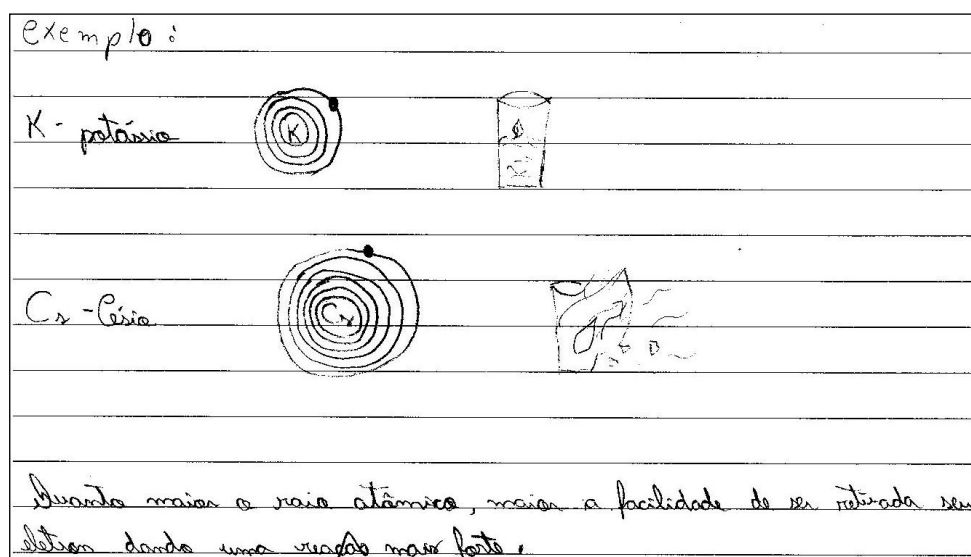


Figura 2: Representação dos átomos de potássio e césio pelo modelo atômico de Bohr com explicação das diferentes reatividades (GJ).

O terceiro aspecto está relacionado à capacidade que os estudantes possuem de relacionar adequadamente as mudanças fenomenológicas com informações extraídas do texto. Na Figura 2, percebe-se a comparação entre os efeitos causados (formação de chama) pelas diferentes reatividades dos metais alcalinos com a água. No caso do potássio, incendiava-se imediatamente ao cair na água; já o césio explodia violentamente ao contato com a água.

As representações pictóricas (desenhos) são formas interessantes para a investigação do processo de aprendizagem dos estudantes, haja vista que a química envolve variado sistema de representações com vistas à explicação teórico-conceitual de seus fenômenos. Os sistemas simbólicos são utilizados para construir e apresentar os processos e teorias científicas (CARVALHO, 2010). Assim, o uso dos desenhos por parte dos estudantes como forma de representação denota indícios de aprendizagem pela incorporação deste sistema simbólico.

O fato dos desenhos terem sido produzidos por iniciativa própria remete a importância que tais indivíduos atribuem a isso. Essas produções são marcadas pela intertextualidade, uma vez que o texto lido não continha imagens. A origem desses desenhos pode ser o próprio discurso do professor ou de momentos escolares anteriores, leituras (do mundo e da palavra) realizadas antes, no mesmo ou em diferentes contextos. É importante refletir sobre a origem dessas marcas, haja vista a relação que tiveram com a correção conceitual. Nos dois textos em que as representações foram empregadas, a linguagem se aproximou mais daquilo que é aceito cientificamente.

Quando comparadas as explicações dos estudantes para a reatividade dos metais alcalinos nos dois momentos, após leitura do texto e depois da apresentação dos conceitos, percebe-se, em linhas gerais, uma melhora relativa. No primeiro momento,

apenas em três dos textos os estudantes propuseram explicações sobre a reatividade, sendo apenas uma delas apresentadas com correção. Já no segundo momento de produção textual, houve explicação em praticamente todos os textos (sendo que três podem ser consideradas corretas do ponto de vista químico), assim como a percepção de que a reatividade está atrelada às propriedades periódicas, como raio atômico e energia de ionização. Ademais, é possível notar relações de causa e efeito em quase todas as produções escritas, o que revela a apropriação de características da linguagem científica.

Considerações Finais

Um dos intuitos do trabalho foi analisar como e se as ideias presentes no texto podem ser relacionadas e aplicadas à outra situação pelos estudantes. No primeiro momento, verificou-se que alguns estudantes conseguiram apresentar inferências plausíveis acerca da ordem de reatividade dos metais, o que está relacionado à capacidade de captar informações sobre texto e associá-las de forma apropriada nas atividades realizadas. Logo, a leitura do texto para esses estudantes permitiu a manifestação de habilidades cognitivas importantes, fato provavelmente associado à historicidade deles com leitura. Para outro grupo de estudantes, no entanto, as habilidades cognitivas expressadas foram de baixa ordem, o que atribui maior ênfase ao papel do professor na mediação da leitura. Nos dois casos, entretanto, tais destrezas podem ser caracterizadas como indícios de alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2009).

Sobre a manifestação de habilidades cognitivas a partir da leitura, esta parece depender tanto do tipo de interação suscitada pelo professor, ou seja, a mediação por meio de objetivos de leitura, quanto da história de vida dos indivíduos em relação à leitura. Quando estimulados, boa parte dos estudantes conseguiu produzir um texto próprio, apesar de alguns ainda limitarem-se às cópias literais. Logo, tal aspecto precisa ser considerado no desenvolvimento da atividade, ou até mesmo no início, orientando os estudantes para produzirem textos com as próprias palavras.

Em relação às questões de aprendizagens, notou-se que a maioria dos estudantes demonstrou evolução, a despeito de nem todos apresentarem uma correta explicação dos experimentos. No momento em que o estudante produz algo, explicando um determinado assunto a partir de uma correta linguagem escrita, ele está desenvolvendo a capacidade de interpretação e entendimento do conteúdo. Isso pôde ser percebido pelo uso adequado da linguagem química, bem como mediante o uso das representações. Tais características indicam a compreensão de que a química procura explicar as transformações da matéria em um nível ao qual não se tem acesso direto, assim, as representações são o principal meio para o entendimento dos fenômenos.

No que tange à linguagem científica, também se notou que ao fim da atividade todos os textos apresentaram algumas de suas características, como nominalizações, relações causais e tipologias argumentativas e explicativas. Atribui-se a isso ao papel do professor na mediação entre o texto, os experimentos e os conceitos químicos. No próprio texto são discutidas as causas dos resultados experimentais. O professor, por sua vez, ao discutir o tema se remetendo ao texto lido possibilita novas significações da leitura,

favorecendo que o estudante utilize as relações de causa e efeito ao se expressar. Há de ser considerado, também, que parte das produções foi realizada em grupos. Portanto, dúvidas e outras dificuldades individuais podem não ter sido notadas.

Por fim, vale uma consideração acerca dos experimentos por meio de recursos audiovisuais. No caso aqui relatado, estes proporcionaram o contato com aspectos fenomenológicos importantes. Não é possível, e nem este é o intuito, estabelecer uma comparação caso os experimentos fossem realizados em laboratório. Entretanto, além de evitar riscos com acidentes, os experimentos em vídeos serviram ao seu propósito, que foi demonstrar as diferenças energéticas apresentadas pelos diferentes metais alcalinos na interação com a água, propiciando a produção de novas relações. Logo, vale o investimento neste recurso. Quando comparadas as explicações dos estudantes para a reatividade dos metais alcalinos nos dois momentos, após leitura do texto e depois da apresentação dos conceitos, percebe-se, em linhas gerais, uma melhora relativa. No primeiro momento, apenas em três dos textos os estudantes propuseram explicações sobre a reatividade, sendo apenas uma delas apresentadas com correção.

Agradecimentos

Aos estudantes participantes da pesquisa. Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo 575471/2008-5 do Edital MCT/CNPq/CT-Amazonia 055/2008).

Referências

ALMEIDA, M.J.P.M.; RICON, A.E. Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n.1, p. 7-13, 1993.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 8-11, 2006.

ASSIS, A.; LABURÚ, C.E.; SALVADEGO, W.N.C. A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.9, n.1, p.1-18, 2009. Disponível em: < <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/39> >. Acesso em 19/06/ 2012.

CARVALHO, A.M.P. As condições de diálogo entre professor e formador para um ensino que promova a enculturação científica dos alunos. In: DALBEN, A.; DINIZ, J.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Orgs.). **Coleção Didática e Prática de Ensino: Convergências e tensões no campo da formação e do docente – Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços não escolares, Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 283-300.

CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I.; GIRALDI, P. Histórias de leituras: produzindo sentidos sobre ciência e tecnologia. **Pro-posições**, v.22, n.1, p. 59-70, 2011.

DRESCH; M.; LEBEDEF, T.B.; DICKEL, A. Memórias de leitura, lugar de leitor e conhecimento na formação inicial de docentes. **Pro-posições**, v.22, n.1, p. 45-58, 2011.

FRANCISCO JUNIOR, W.E.; GARCIA JÚNIOR, O. Leitura em sala de aula: um caso envolvendo o funcionamento da ciência. **Química Nova na Escola**, v.32, n.3, p.191-199, 2010.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; SANTOS, R. I. Experimentação mediante vídeos: concepções de licenciandos sobre possibilidades e limitações para a aplicação em aulas de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 105-125, 2011.

FREIRE, PAULO. **Pedagogia do oprimido**. 33. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

FREIRE, PAULO. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se completam. 48. ed. São Paulo: Cortez, 2006a.

FREIRE, ANA. M.A. **Paulo Freire**: uma história de vida. Indaiatuba: Villa das Letras, 2006b.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica das atividades experimentais: uma pesquisa no curso de licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; GIESTA, S. M.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

HALLIDAY, M. A. K. Some grammatical problems in scientific English. In: HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. (Orgs.). **Writing science**: Literacy and Discursive Power. London: Falmer Press, 1993. p. 68-85.

KLEIMAN, A. **Leitura**: ensino e pesquisa. 2. ed. Campinas: Pontes, 2001.

MARCELINO JÚNIOR, C. A. C.; BARBOSA, R. M. N.; CAMPOS, A. F.; LEÃO, M. B. C.; CUNHA, H. S.; PAVÃO, A. C. Perfumes e Essências: a utilização de um vídeo na abordagem das funções orgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 15-18, 2004.

MAZZITELLI, C.; MATURANO, C.; MACÍAS, A. Análisis de las preguntas que formulan los alumnos a partir de la lectura de un texto de ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 45-57, 2009.

MORTIMER, E. F.; VIEIRA, A. C. F. R. Letramento científico em aulas de química para o ensino médio: diálogo entre linguagem científica e cotidiana. In: DALBEN, A.; DINIZ, J.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Orgs.). **Coleção Didática e Prática de Ensino**: Convergências e tensões no campo da formação e do docente – Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços não escolares, Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 301-326.

RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. The effect of talking and writing on learning science: an exploratory study. **Science Education**, v. 84, p. 566-593, 2000.

SACKS, O. **Tio Tungstênio**: memórias de uma infância química. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/3>>. Acesso em 15 jan. 2012.

SILVA, E. T. **Criticidade e Leitura**: ensaios. 2ª Ed. São Paulo: Global, 2009.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 1, 21-25, 2003.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 3, 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Alternative assessment as (critical) means of facilitating HOCS-promoting teaching and learning in chemistry education. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 2, n. 1, p. 9-17, 2001.

Submetido em março de 2012, aceito em julho de 2013.