



<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>



Macroprojeto Bio-Tanato-Educação: Interfaces Formativas
Projeto de Criação e Editoração do Periódico Científico Revista Metáfora Educacional
(ISSN 1809-2705) – versão on-line
Grupo de Pesquisa Bio-Tanato-Educação: Interfaces Formativas
Autoria: Prof.^a Dra. Valdecí dos Santos

Revista indexada em:

NACIONAL

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES / Ministério de Educação (Brasil) - **Qualis 2013** (atualizado em 27/set./2015): Ciências Biológicas: Ciências Biológicas II (C), Ciências Humanas: História (B4), Ciências Humanas: Psicologia (B4), Ciências Humanas: Educação (B4), Linguística, Letras e Artes: Letras/Linguística (C), Multidisciplinar: Ensino (B2) - <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>
GeoDados - <http://geodados.pg.utfpr.edu.br>

INTERNACIONAL

CREFAL (Centro de Cooperación Regional para la Educación de los Adultos en América Latina y el Caribe) - <http://www.crefal.edu.mx>
DIALNET (Universidad de La Rioja) - <http://dialnet.unirioja.es>
GOOGLE SCHOLAR - <http://scholar.google.com.br>
IRESE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa. Base de Datos sobre Educación Iberoamericana) - <http://iresie.unam.mx>
LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) - <http://www.latindex.unam.mx>
REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias Españolas) - <http://www.rebiun.org>

n. 21 (jul. - dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Artigo recebido em 31/ago./2016. Aceito para publicação em 27/out./2016. Publicado em 31/dez./2016.

Como citar o artigo:

RIBEIRO, Rafael Abdala Mendonça; SILVA, Roberto Ribeiro da. Estudo da tabela periódica enfocando experimentos, história da ciência e sistemas conceituais. **Revista Metáfora Educacional** (ISSN 1809-2705) – versão on-line. Editora Dra. Valdeci dos Santos. Feira de Santana – Bahia (Brasil), n. 21 (jul. – dez. 2016), 1 dez. 2016, p. 174-204. Disponível em: <<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>>. Acesso em: DIA mês ANO.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

ESTUDO DA TABELA PERIÓDICA ENFOCANDO EXPERIMENTOS, HISTÓRIA DA CIÊNCIA E SISTEMAS CONCEITUAIS

Rafael Abdala Mendonça Ribeiro

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de Brasília - UnB – BR 

Docente da Secretaria de Educação do Distrito Federal – BR 

E-mail: rafaabdala@gmail.com

Roberto Ribeiro da Silva

Doutor em Química pela Universidade de São Paulo - USP – BR 

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília - UnB –

BR 

E-mail: bobsilva@unb.br

175

RESUMO

Os conteúdos referentes à tabela periódica dos elementos vêm sendo apresentados nos livros didáticos ao longo dos anos como conceitos cotidianos, uma abordagem que dirige a atenção do aluno para objetos a serem aprendidos. Isso pode levar os estudantes à prática da memorização ou ao não entendimento de conceitos relacionados à tabela periódica (eletronegatividade, potencial de ionização, raio atômico etc.). Tendo essa problemática em vista, este trabalho se propõe a realizar uma abordagem dos conceitos da tabela periódica como conceitos científicos. Para atingir esse objetivo, estabeleceu-se a hipótese de que as contribuições da experimentação no ensino da História da Ciência e do pensamento por conceitos com relações de subordinação e coordenação podem levar a uma melhora na aprendizagem dos conceitos da tabela periódica. Para testar essa hipótese, elaborou-se uma proposta didática que utiliza pesquisa quantitativa e qualitativa, visando romper com as formas tradicionais apresentadas nos livros didáticos. Utilizou-se também a História da Ciência como forma de os alunos conhecerem a importância de alguns metais e ametais no desenvolvimento das civilizações humanas, bem como ainda compreenderem como se dá a construção do conhecimento científico ao longo da História. Além disso, alguns dos conceitos trabalhados (matéria, substâncias, átomos, elementos químicos) se encontram dentro de um sistema conceitual com relações claras de subordinação e coordenação entre eles. A proposta didática, composta de três unidades, foi aplicada em turmas de segundo ano do ensino médio de uma escola pública do Distrito Federal no 3º bimestre do ano letivo de 2014. Com base na análise dos dados coletados, foi possível verificar que a proposta obteve êxito em vários pontos (apropriação do conceito de substância subordinado ao conceito de material, diferenciação das propriedades de átomos das propriedades das substâncias e entendimento de como a reatividade das substâncias é apresentada na tabela periódica).

Palavras-chave: Tabela periódica. História da Ciência. Experimentação. Conceitos científicos. Elemento químico.

RIBEIRO, Rafael Abdala Mendonça; SILVA, Roberto Ribeiro da. Estudo da tabela periódica enfocando experimentos, história da ciência e sistemas conceituais.



ABSTRACT

The subjects related to the periodic table of the elements have been presented in textbooks over the years as an everyday concept, an approach that directs the student's attention to objects to be learned. This can lead students to the practice of memorization or to the not understanding of concepts related to periodic table (electronegativity, ionization potential, atomic radius, etc.). Having this problem in mind, this paper aims to carry out an approach to concepts of the periodic table as scientific concepts. To achieve this goal, it was established the hypothesis that the use of experiments, the History of Science and the thought by concepts in relations of subordination and coordination can lead to an improvement in the learning of the subjects related to the periodic table. To test this hypothesis, it was elaborated a didactic proposal that uses quantitative and qualitative research, aimed at breaking with traditional forms presented in textbooks. Furthermore, the use of History of Science as a way to let the students know the importance of some metals and nonmetals in the development of human civilizations and still understand how the construction of scientific knowledge throughout history happens. Also, some concepts studied (matter, substances, atoms, chemical elements) are within a conceptual system with relations of subordination and coordination. The didactic proposal, consisting of three units, was administered to groups of second year of high school in a public school of Distrito Federal, in the 3rd quarter of the 2014 school year. Based on the data analysis, we found that the proposal was successful at several points (appropriation of the concept of substance, subordinated to the concept of material, differentiation of the properties of atoms from the properties of substances and understanding of how the reactivity of substances is presented in the periodic table).

Key-words: Periodic table. History of Science. Experimentation. Scientific concepts. Chemical elements.

RESUMEN

Los contenidos relacionados con la tabla periódica de los elementos se han presentado en los libros de texto en el transcurso de los años como conceptos cotidianos, un enfoque que aborda la atención del estudiante a los objetos que se pueden aprender. Esto puede conducir a los estudiantes a la práctica de la memorización o ninguna comprensión de los conceptos relacionados con la tabla periódica (electronegatividad, potencial de ionización, radio atómico, etc.). Teniendo en cuenta este problema, este trabajo tiene como objetivo realizar una aproximación a los conceptos de la tabla periódica, según los conceptos científicos. Para responder a esta pregunta, hemos establecido la hipótesis de que las contribuciones de la experimentación en la enseñanza sobre historia de la ciencia y la definición de conceptos, con las relaciones de subordinación y coordinación, pueden llevar a una mejora en el aprendizaje de los conceptos de la tabla periódica. Para probar esta hipótesis, hemos elaborado una propuesta didáctica que utiliza la investigación cuantitativa y cualitativa, cuyo objetivo es romper con las formas tradicionales que se presentan en los libros de texto. Además, usamos la historia de la ciencia como una forma para que los estudiantes conozcan la importancia de algunos metales y no metales en el desarrollo de las civilizaciones e incluso entender cómo ha sido la construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia. Por otra parte,



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

algunos de los conceptos trabajados (sustancias primas, átomos, productos químicos) se encuentran dentro de un sistema conceptual de las relaciones de subordinación claras y coordinación entre ellos. La propuesta didáctica consta de tres unidades, se aplicó en grupos de segundo año de secundaria de una escuela pública en el Distrito Federal, en el 3er trimestre del año escolar 2014. De acuerdo con el análisis de los datos recogidos, se encontró que la propuesta tuvo éxito en varios puntos (apropiación del concepto de sustancia subordinado al concepto de material, la diferenciación de las propiedades de los átomos, propiedades de las sustancias y la comprensión de cómo se presenta la reactividad de las moléculas en la tabla periódica).

Palabras clave: Tabla periódica. Historia de la Ciencia. Experimentación. Conceptos científicos. Elemento químico.

177

1 INTRODUÇÃO

A tabela periódica costuma ser assunto que os professores apresentam muita dificuldade para ensinar. Mas por que isso acontece? O conceito de elemento químico pode ser o grande responsável por essa dificuldade, conceito este que pode ser classificado como um conceito estruturante, ou seja, “[...] aqueles que permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais” (OKI, 2002, n. 16, p. 17). No entanto, percebe-se que há problemas no que tange ao seu significado, por exemplo, como pode ser visto no seguinte trecho: “[...] Os elementos químicos estão envolvidos em inúmeras aplicações relacionadas ao cotidiano” (PERUZZO; CANTO, 2010, v. 1, p. 118). Ou seja, nessa afirmação, extraída de um livro didático, podem-se perceber problemas conceituais em relação à definição atual de elemento químico (conforme será visto adiante), pois, neste caso, elementos químicos são tratados como substâncias.

É válido ainda citar outros problemas quando o assunto tratado é o ensino da Tabela Periódica, como a ausência da experimentação e da História da Ciência nas aulas sobre o tema. Esses problemas citados podem ser focados em uma pergunta que contemple toda a problemática que decidiu-se investigar, pois, conforme Bachelard,

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

espontâneo. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, 2011, p. 18, grifo do autor).

Com base na ideia proposta por Bachelard, formulou-se a seguinte pergunta: Como abordar os conceitos relativos à tabela periódica como conceitos científicos?

Para responder a essa pergunta, acredita-se na hipótese de que as contribuições da História da Ciência, da experimentação no ensino de Ciências e do pensamento por conceitos organizados em sistemas conceituais podem facilitar a aprendizagem da tabela periódica.

Este trabalho foi elaborado como o desmembramento da dissertação de mestrado de Ribeiro (2013), que foi produzido considerando as contribuições da banca avaliadora da dissertação. O objetivo buscado foi abordar os conceitos relativos à tabela periódica como conceitos científicos, rompendo, assim, com o que tradicionalmente vem sendo feito ao longo dos anos nas aulas de Química e melhorando a aprendizagem dos estudantes. Para atingir este objetivo, foram utilizados como princípios norteadores a experimentação no ensino de Ciências, a História da Ciência e sistemas conceituais.

2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Será abordado nesta seção como a experimentação no ensino de Ciências contribuiu para a produção deste trabalho. Para falar em experimentação, deve-se ter em mente que teoria e experimento são indissociáveis. Essa não dissociabilidade implica que o foco do ensino não deve ser somente o conteúdo teórico, o que torna as aulas desinteressantes; nem deve ser somente o aspecto fenomenológico, realizando assim os chamados “*shows* de Ciências”.

“A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, cap. 9, p. 235). Essa afirmação trata da relação teoria–experimento, de como o fazer e o pensar devem



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

ser considerados como uma coisa só no que tange ao ensino de Ciências. A mesma ideia de experimentação no ensino ainda pode ser vista no trecho a seguir.

Segundo nosso pensamento, as *atividades práticas* podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências; por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem essa potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos, inerentes aos processos do *conhecimento escolar* em ciências (SILVA; ZANON, 2000, p. 134, grifo do autor).

179

Tendo uma ideia sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências (articular teorias e fenômenos), é possível então discutir uma forma de utilizá-la. As atividades experimentais demonstrativas-investigativas são exemplos de como utilizar a experimentação da forma como ela foi proposta no parágrafo anterior. Tais atividades não têm necessidade de alcançar resultados quantitativos tabelados, ou seja, são experiências abertas nas quais os estudantes relacionam suas observações com alguma teoria (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

A atividade demonstrativa-investigativa se inicia por meio de uma pergunta que desperte a curiosidade dos alunos. Em seguida, é feita a observação macroscópica do fenômeno de modo que se possa tentar formular explicações para o que foi observado. Assim, após identificadas as concepções prévias apresentadas, é feita a interpretação microscópica, ou a explicação teórica do fenômeno – lembrando que essa interpretação é feita levando em consideração as ideias prévias apresentadas. Após as explicações teóricas e o esclarecimento das dúvidas dos alunos, utiliza-se então a expressão representacional, que sintetiza o que foi apresentado na linguagem científica (gráficos, modelos, equações etc.). Para finalizar a atividade, apresenta-se a resposta à pergunta formulada inicialmente, bem como a inclusão da interface Ciência – Tecnologia – Sociedade (implicações sociais, ambientais, sociológicas, tecnológicas etc.), que pode ser relacionada com a pergunta inicial. Na perspectiva de avaliar a aprendizagem, pode ser solicitado que os alunos respondam a questões que extrapolam o que foi aprendido, de modo que os alunos utilizem o conhecimento adquirido para explicar situações análogas (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

A relação teoria–experimento é fundamental para qualquer proposta que queira utilizar atividades experimentais. Essas propostas são fundamentadas em uma nova maneira de



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

conceber o ensino e a aprendizagem de Ciências, pois procuram identificar e explorar as ideias e os pontos de vista dos estudantes, e assim ajudá-los a explorar, desenvolver e modificar suas ideias em vez de sempre fazê-los começar do zero (SILVA; ZANON, 2000). Dessa maneira, intenciona-se levar os estudantes a refletirem sobre suas formas de representar o mundo, de maneira a ampliá-las quando se mostrarem limitadas para explicar os fenômenos (PEREIRA, 2008).

180

3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Elevados índices de analfabetismo científico e grande evasão, por parte de estudantes, das salas de aula são alguns problemas enfrentados por professores de Ciências. A História da Ciência não possui a resposta para todos esses problemas, mas sugere algumas:

Podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências, bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, v. 12, n. 3, p. 165).

Um problema que se enfrenta hoje é a visão distorcida da Ciência, ou seja, estudantes, professores e sociedade em geral possuem ideias difundidas que divergem da natureza do conhecimento científico (PORTO, 2010). Em relação a essa “natureza”, Granger (1984) descreve a Ciência como uma visão de uma realidade, que faz uma representação do real, que busca a compreensão e não uma forma de agir. Assim, não se pode dizer que se trata de um método, tendo em vista a pluralidade métodos presentes nas Ciências.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

A História da Ciência é de fundamental importância na superação de visões inadequadas, pois a análise de alguns episódios da História da Ciência pode levar a reflexões sobre como os cientistas trabalham, suas motivações e suas interações com a sociedade em geral. Isso só será possível se os professores tiverem em mente que não devem ensinar apenas os conteúdos científicos, mas também algo sobre a natureza da Ciência, bem como sobre o que ela tem de característico que a diferencia de outras formas de conhecimento. Se os professores conseguirem se apropriar dessa noção diferenciada de Ciência, eles encontrarão na História da Ciência uma aliada útil (PORTO, 2010).

Quando se fala em História da Ciência, podem-se mencionar duas abordagens, a internalista e a externalista. Sobre a tradição internalista, Porto (2010) apresenta os estudos de caso como uma possibilidade de se alcançarem os objetivos educacionais pretendidos. Estudo de caso é definido como uma análise profunda de um episódio bem delimitado da História da Ciência, trazendo o contexto em que as ideias foram propostas. Discute-se também como os problemas e as ideias surgidas na época levaram os cientistas a aceitar uma determinada hipótese e abandonar outra. Enfim, em um estudo de caso, objetiva-se um relato que permita ao aluno vislumbrar a natureza do empreendimento científico.

No que se refere à tradição externalista, tem-se que se trata de uma abordagem menos rigorosa, no sentido de que se considera a busca de fontes secundárias e terciárias de pesquisa. Tal orientação coloca ênfase nos contextos históricos, ou seja, em como era a sociedade da época, como era a tecnologia da época e quais forças sociais levaram a determinado avanço científico. Essa abordagem é interessante, entre outros motivos, porque a História da Ciência é intrinsecamente motivadora, pois importantes episódios desta e da cultura são conhecidos dos estudantes, como a alquimia, as grandes navegações, a antiguidade clássica etc. Fatos esses que tratam, de algum modo, de conhecimentos com os quais a Ciência lida. Nesse sentido, um professor que se utilize das contribuições históricas pode motivar seus alunos para a aprendizagem dos conceitos (PEREIRA, 2008). Sendo assim, para a tradição externalista, seria mais importante discutir aspectos externos à Ciência, pois apresentam uma bibliografia mais acessível.

Importante ressaltar que este trabalho utilizou uma abordagem externalista, pois, em certos momentos, foi trazida a história de tempos antigos, cujas fontes primárias estão perdidas (como a história da origem do ferro e do enxofre na Terra), e também porque não houve a necessidade do rigor exigido pela história internalista. Além do que, trata-se de uma



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

abordagem muito mais didática, que está mais relacionada com o trabalho do professor de Ciências. Mas também foi utilizada a abordagem internalista, pois foi feito um estudo de caso da evolução da tabela periódica utilizando-se os acontecimentos que ocorreram na comunidade científica que levaram à proposição de novas ideias para a Tabela Periódica.

4 FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Neste momento, serão apresentadas algumas noções sobre a formação de conceitos científicos em contraposição aos conceitos cotidianos. Para isso, serão utilizadas as ideias de Vigotski, como demonstradas a seguir.

O desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar é, antes de tudo, uma questão prática de imensa importância – talvez até primordial – do ponto de vista das tarefas que a escola tem diante de si quando inicia a criança no sistema de conceitos científicos (VIGOTSKI, 2009, p. 241).

E ainda: “[...] Para se criar métodos eficientes para a instrução das crianças em idade escolar no conhecimento sistemático, é necessário entender o desenvolvimento dos conceitos científicos na mente da criança” (VIGOTSKI, 2008, p. 103).

Vigotski afirma que o desenvolvimento de conceitos científicos está inserido no pensamento da criança. Não se trata de simples aquisição mecânica de conceitos externos, mas sim de uma profunda evolução dos conceitos formados, que demanda um esforço intelectual por parte do indivíduo. Sendo assim, o desenvolvimento dos conceitos cotidianos e dos científicos estão se influenciando e se relacionando mutuamente (VIGOTSKI, 2008). O estudioso russo ainda escreve isto sobre o desenvolvimento de tais conceitos:

Fazem parte de um único processo: o desenvolvimento da formação de conceitos, que é afetado por diferentes condições externas e internas, mas que é essencialmente um processo unitário, e não um conflito entre formas de intelectualização antagônicas e mutuamente exclusivas. O aprendizado é uma das principais fontes de conceitos da criança em idade escolar, e é



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

também uma poderosa força que direciona o seu desenvolvimento, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental (VIGOTSKI, 2008, p. 107).

Segundo Vigotski (2008), para que haja tomada de consciência acerca de um conceito, é necessário que este conceito se encontre como parte de um sistema, com relações claras de coordenação e subordinação. Pode-se ver a importância desta ideia para os conceitos científicos, pois em tais conceitos a relação com um objeto é sempre mediada por algum outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica a ideia de posição em relação a outros conceitos ou um lugar dentro de um sistema. Sendo assim, a sistematização (chave para a tomada de consciência acerca do próprio pensamento) chega à criança pelos conceitos científicos e só depois é transferido para os conceitos cotidianos.

Tunes (1990) também defende e explicita o papel dos conceitos científicos na tomada de consciência para o próprio ato do pensamento.

Já o processo de formação dos conceitos científicos propriamente ditos segue trajetória totalmente diversa, apesar de influir e sofrer influência dos conceitos cotidianos. Aqueles são ensinados aos indivíduos com explicitação de regras lógicas de coordenação e subordinação, segundo as quais os conceitos ligam-se mutuamente. O modo como os conceitos científicos são formalizados *força* ou dirige, portanto, a atenção para o próprio ato de pensamento, e é por esta razão que impulsiona a formação da consciência. [...]. É nesse sentido, portanto, que o ensino de conceitos liga-se ao desenvolvimento de funções psicológicas complexas: quando se opera com eles, há a necessidade de se centrar a atenção sobre o próprio ato de pensamento. Diferentemente, os conceitos cotidianos exigem apenas que se focalize o objeto ao qual se referem, na medida que as relações lógicas interconceituais não são explicitadas (TUNES, 1990, v. 9, n. 6, p. 121, grifo do autor).

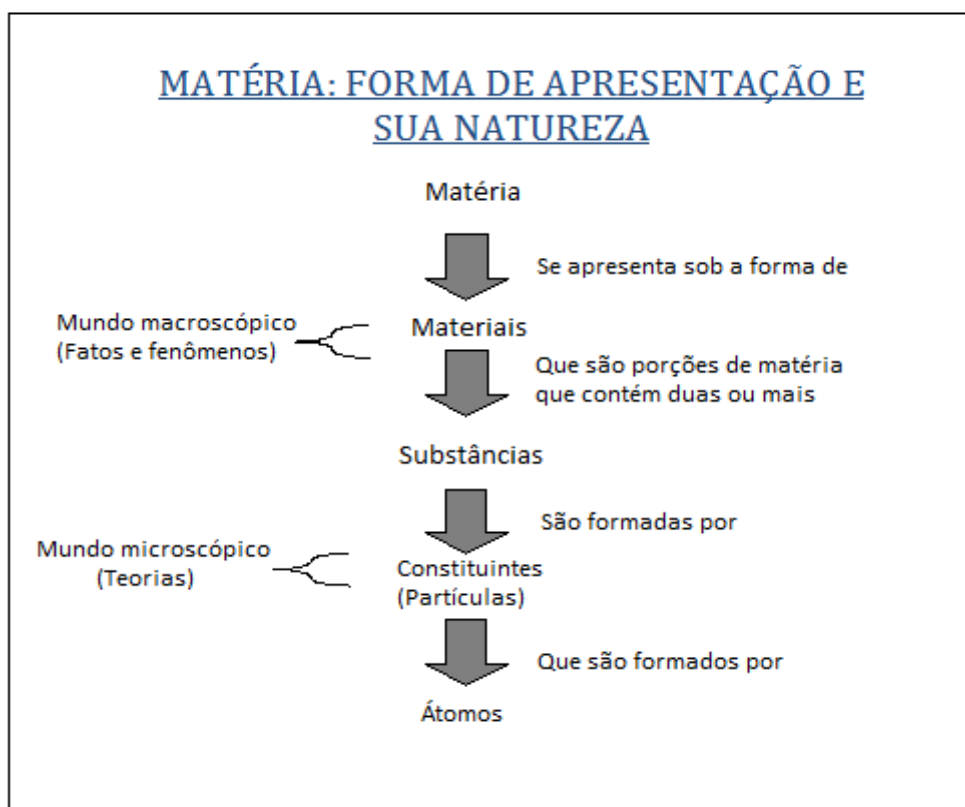
A autora ainda afirma que é necessário verificar se os conceitos mediados pela instrução escolar estão sendo apresentados como científicos ou cotidianos. Um conceito científico apresentado como conceito cotidiano, conforme feito em alguns livros didáticos, pode deslocar a atenção do estudante. A atenção sai do próprio ato de pensamento e é direcionada apenas para o objeto ao qual se refere, levando-o à memorização e ao não entendimento do conceito. Ou seja, tal confusão pode levar o estudante a operar

concretamente com um conceito que, por sua natureza, exige operações abstratas, obstaculizando o seu desenvolvimento (TUNES, 1990).

Um sistema de conceitos científicos deve seguir uma hierarquia em que conceitos mais abrangentes subordinem conceitos mais específicos e conceitos em um mesmo nível hierárquico apresentem relações de coordenação.

Será apresentado, então, um sistema conceitual que descreve bem o que foi dito até aqui sobre o posicionamento de conceitos científicos em um sistema.

Figura 1 – Sistema conceitual que trata da forma de apresentação da matéria (mundo macroscópico) e da natureza da matéria (mundo microscópico)



Fonte: Autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.

O sistema conceitual mostrado na Figura 1 se refere aos dois mundos da Química: o mundo macroscópico dos fatos e fenômenos e o mundo microscópico das teorias. Primeiramente, apresenta-se o mundo macroscópico, em que se tem o conceito inicial de matéria. Matéria é definida como tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço, ou seja, um conceito que engloba praticamente tudo que está presente no nosso mundo. Pode-se então perceber como é generalista o conceito de matéria, ou seja, ineficiente quando se trata de



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

diferenciar os objetos do nosso mundo. Aí é que se entra no segundo conceito do sistema, o conceito de material, que é a forma como a matéria se apresenta na natureza.

Com o conceito de material, é possível distinguir os diferentes objetos do mundo, pois os materiais possuem nomes e propriedades diferentes. Por exemplo, tem-se a água de torneira, um material líquido, transparente e de densidade média nas condições-padrão de temperatura e pressão (CPTPs). Tem-se também o ar, um material gasoso nas CPTPs ($T = 273.15 \text{ K}$ e $P = 100000 \text{ Pa}$), transparente, com baixa densidade e sem cheiro. Ou seja, a partir dos dois exemplos dados, percebe-se que tanto a água de torneira quanto o ar podem ser classificados como matéria, ou seja, têm massa e ocupam lugar no espaço, porém, essa designação é muito pobre, pois não mostra as diferenças existentes. Para se estabelecer uma diferenciação, é necessário utilizar o conceito de material, haja vista que são materiais diferentes, com nomes e propriedades diferentes. Mas aí entra a pergunta: Por que são materiais diferentes, o que os diferencia? O conceito de substância, terceiro apresentado no sistema, será usado para responder a essa pergunta. Tome-se o ar como exemplo, que é uma mistura de diversas substâncias, como o nitrogênio, o oxigênio, o gás carbônico, o argônio, o metano, o vapor de água e outros gases ainda. Ou seja, o que dá as propriedades do ar são as substâncias que o compõem. No caso da água de torneira, esta é formada pela substância água, por sais minerais e por gases dissolvidos. Por isso que a água de torneira e o ar são diferentes, pois são formados por substâncias diferentes.

Vê-se assim que o conceito de substância é um conceito-chave dentro da Química, pois substância é aquilo que dá identidade para a matéria, ou seja, se se pretende estudar a matéria, é preciso saber de que material se trata e quais substâncias formam este material. Pode-se então concluir que Química é a ciência que estuda as substâncias.

Na segunda parte do sistema conceitual mostrado na Figura 1, será tratado o mundo microscópico, o qual só pode ser acessado por meio do uso do pensamento, pois os seus conceitos são puramente teóricos. O primeiro conceito apresentado nessa parte é o dos constituintes, que formam as substâncias, tornando-se, então, necessário definir o conceito de constituinte.

O constituinte seria a unidade que dá identidade à substância, pois não faz sentido falar que as características de uma substância seriam o somatório das propriedades dos átomos que a constituem. É o arranjo particular que esses átomos adotam que constitui uma unidade que identifica inequivocamente a substância. Assim, define-se átomo dentro do sistema



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

conceitual como entidade do constituinte das substâncias formada por um núcleo positivamente carregado e uma eletrosfera negativamente carregada (ROCHA-FILHO et al, 1988).

No entanto, ainda não foi tratado o conceito de elemento químico, que, como já foi mencionado, trata-se de um conceito-chave. Para entender esse conceito, será utilizado o sistema conceitual apresentado a seguir na Figura 2.

Figura 2 – Sistema conceitual para constituinte quanto à natureza de seus átomos



Fonte: TUNES et al, 1989, v. 12, n. 2, p. 200.

Os núclídeos seriam o modo de realização última da matéria, isto é, as entidades elementares que a constituiriam. “[...] É como se dissesse que, por exemplo, o elemento químico hidrogênio realiza-se em seus núclídeos (^1H , ^2H , ^3H); o hélio também (^3He , ^4He) etc.” (TUNES et al, 1989, v. 12, n. 2, p. 200).

Por isso atualmente não faz sentido dizer que os elementos químicos são obtidos da natureza, ou que a água é formada pelos elementos químicos oxigênio e hidrogênio, pois elementos químicos não têm nenhuma representação física. Levando em conta que existem alguns destes com apenas um núclídeo, como o flúor, por exemplo. Pode-se, então, definir melhor elemento químico como um “[...] tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico” (TUNES et al, 1989, v. 12, n. 4, p. 201).

5 PROBLEMAS NO ENSINO DA TABELA PERIÓDICA

É possível perceber que tradicionalmente não se tem esse cuidado ao se tratar dos conceitos da tabela periódica, pois, apesar de ensinada nas aulas de Química há bastante



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

tempo, observa-se que desde sempre esse assunto provoca reações negativas por parte dos alunos, pois sempre há o temor de se ter de decorar toda a tabela.

Outro problema observado no que tange a esse conteúdo é a dificuldade, por parte dos professores, de propor algum tipo de atividade experimental, uma vez que aparentemente a tabela periódica não permite tais atividades. Dessa forma, insiste-se em um ensino focado apenas na memorização de como as propriedades periódicas variam em função dos períodos e das famílias. Esse enfoque na memorização desmotiva os alunos para a aprendizagem dos conceitos, dificultando o trabalho do professor.

Pode-se ainda relatar como problema o mau uso da História da Ciência nos livros didáticos que tratam a história da tabela periódica, pois estes recursos são usados pelos professores como guia para suas aulas. A História da Ciência é uma aliada útil na tentativa de humanizar as ciências e mostrar para os alunos a natureza do conhecimento científico. Um ensino de Ciências a-histórico favorece o surgimento de concepções distorcidas, que a tratam como forma de conhecimento à prova de falhas. No entanto, não só a falta de aspectos da História da Ciência pode ser prejudicial, mas também a má utilização da História da Ciência, além de indesejável. Observa-se que os livros didáticos enfocam as contribuições de cada cientista na construção da tabela como secundárias e exaltam a figura de Mendeleev como uma pessoa que se destacou sobre as demais pela sua capacidade de previsão de substâncias ainda não conhecidas. Esse tipo de abordagem, conhecida como “História dos vencedores”, trata os cientistas como pessoas fora do comum, pois mostra que uma pessoa em específico estabeleceu sozinha todo um corpo de conhecimento. Essa abordagem contribui para afastar os alunos da aprendizagem de Ciências, pois os levam a crer que não têm capacidade de compreender algo que foi criado por gênios.

O que foi abordado nesse trabalho é que houve um grande esforço por parte de vários cientistas para obter uma lei geral que explicasse as observações feitas e para que se entendesse o que significa a tabela periódica. Ao se observar a tabela, verifica-se que os átomos se encontram em ordem crescente dos números atômicos (Z), ou seja, hidrogênio com $Z = 1$, hélio com $Z = 2$, lítio com $Z = 3$ etc. Verifica-se também que, em uma mesma coluna – hoje conhecida como família, graças aos estudos de Döbereiner –, têm-se átomos e substâncias com propriedades semelhantes; verifica-se ainda que, à medida que se caminha ao longo de uma linha ou período, as propriedades se repetem no momento em que há troca de período, conforme relatado por Newlands. Por último, é importante salientar que o nome



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

"tabela periódica dos elementos" permaneceu por razões históricas, pois, segundo a definição atual de elemento químico, eles não são átomos nem substâncias, logo, não possuem propriedades periódicas. Esse nome só se manteve porque, à época em que a tabela estava sendo proposta, as substâncias simples eram denominadas de elementos. Os estudos procuravam encontrar relações entre as propriedades desses elementos (substâncias simples) e o peso atômico dos seus átomos. Hoje, talvez, o nome mais correto que se poderia dar para a tabela seria "tabela periódica de propriedades de substâncias compostas, de substâncias simples e dos átomos dos elementos químicos".

188

6 METODOLOGIA

A proposta (para estudantes do 2º ano do ensino médio) foi dividida em três unidades, e, em cada unidade, conteúdos relevantes para a tabela periódica foram abordados. Na unidade 1, abordaram-se os conceitos de matéria, materiais, substâncias, constituintes, átomos e elementos químicos. Nesta unidade, foram realizadas atividades experimentais em que se compararam substâncias e materiais diferentes. A avaliação da unidade consistiu em perguntas anteriores e posteriores à explicação sobre esses conceitos, de forma que se avaliasse como o estudante amadureceu suas ideias.

Na unidade 2, foram propostas algumas atividades experimentais (conforme descritas nos resultados) para que o estudante pudesse diferenciar as propriedades de substâncias e de átomos e entender como tais propriedades se encontram na tabela periódica. Ainda nesta unidade, foi proposta uma atividade que tratava da história das substâncias trabalhadas nela.

A unidade 3 abordou um estudo de caso da tabela periódica em que foram tratados os motivos que levaram os cientistas a proporem uma tabela, os problemas encontrados, as contribuições de cada cientista e como ela chegou ao que é atualmente. Ao final da unidade, foi realizado um estudo dirigido, de modo a avaliar a aprendizagem dos estudantes em uma atividade. Esta atividade consistiu na apresentação das contribuições de cada cientista em uma tabela, mostrando assim que a Ciência é uma construção que demanda tempo e esforço de diferentes cientistas, e não necessariamente de um gênio que resolve todos os problemas sozinho.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Para se obterem os resultados que serão apresentados, foram escolhidos dez estudantes, com base no interesse em participar da pesquisa, de modo que cada estudante recebeu um pequeno caderno de capa dura. Nesse caderno, os alunos redigiram suas concepções prévias (pré-teste) sobre os conceitos apresentados; em seguida, após alguma atividade experimental, os alunos reescreveram suas ideias (pós-teste).

Ao final da atividade, os cadernos foram recolhidos para posterior análise, utilizando-se uma abordagem de análise quantitativa e qualitativa. A análise quantitativa procurou estabelecer a quantidade de respostas consideradas corretas, parcialmente corretas e incorretas dos estudantes às perguntas feitas antes da atividade proposta (respostas estas que foram chamadas de “concepções prévias”, ou pré-teste) e depois da atividade proposta (ou pós-teste). O objetivo da análise foi verificar se as atividades trazidas nesse projeto de fato facilitaram a aprendizagem dos conceitos trabalhados, verificando assim se o número de respostas corretas de fato aumentou após a execução das atividades pedagógicas. Foram também analisadas as porcentagens de respostas consideradas corretas, parcialmente corretas e incorretas para algumas perguntas que foram feitas, com o objetivo de se extrapolar o conhecimento que foi trabalhado em sala de aula.

Os cadernos recolhidos dos alunos foram ainda analisados de forma qualitativa, pois verificou-se o par de respostas (pré-teste e pós-teste) dos alunos, por atividade, de modo a se entender o que mudou em suas respostas após a atividade e se estabelecer assim, se de fato houve apropriação dos conceitos científicos. Além disso, os estudos dirigidos feitos pelos alunos ao final das unidades 2 e 3 foram analisados qualitativamente devido à grande quantidade de perguntas presentes (dificultando a análise quantitativa), de modo que se procurou verificar padrões nas respostas dos alunos que pudessem indicar aprendizagem.

7 RESULTADOS

Neste momento, serão apresentados os resultados do projeto aplicado sob a forma de porcentagens e gráficos, os quais comparam as porcentagens de respostas consideradas incorretas, corretas e parcialmente corretas do pré-teste e do pós-teste. Importante ressaltar que, conforme a seção de metodologia deste trabalho apresentou, as porcentagens se referem a um total de dez estudantes. Após os gráficos, serão apresentados um par de respostas de um

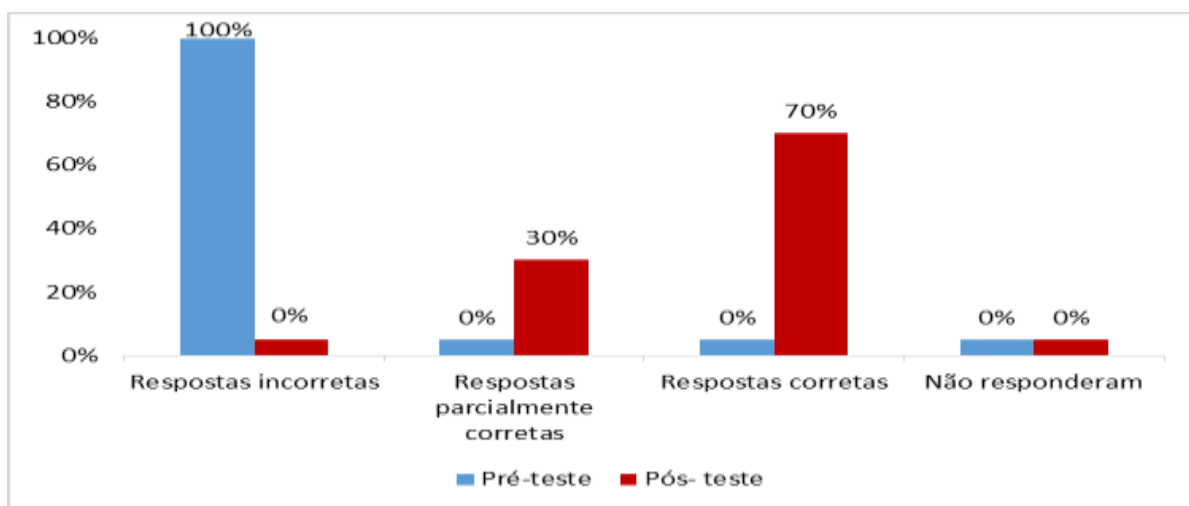


n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

aluno cuja resposta do pré-teste não estava correta, mas considerada correta no pós-teste, juntamente com um breve comentário para se entender os critérios que justificaram que a resposta fosse classificada como correta. Por último, serão apresentados os estudos dirigidos feitos em sala com os estudantes, analisando-se os acertos e os erros.

Na unidade 1 do projeto, procurou-se estabelecer a diferença entre os conceitos de elemento químico, substância e átomo apresentando-os como conceitos científicos, ou seja, dentro de um sistema lógico, com relações de subordinação e coordenação. Desse modo, o estudante direciona sua atenção ao ato do pensamento, e não apenas ao objeto da aprendizagem. Para tal análise, foi perguntado para os estudantes o que eles entendiam por substâncias, átomos e elementos químicos, como forma de levantar suas concepções prévias. Em seguida, foi apresentado um sistema conceitual que relaciona o conceito de substância e átomo; e foram comparadas amostras de água destilada com água de torneira e de açúcar refinado com açúcar mascavo. Por último, foi apresentada a evolução histórica do conceito de elemento químico. Com isso, pediu-se que os estudantes respondessem de novo o que eles entendiam sobre esses três conceitos (substância, átomo e elemento químico), como forma de avaliar se houve aprendizagem. A Figura 3 relaciona as porcentagens de acertos totais, acertos parciais e erros nas respostas dos estudantes referentes ao conceito de substância antes (pré-teste) e após (pós-teste) a aplicação da unidade de ensino.

Figura 3 – Respostas dos estudantes sobre o conceito de substância antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: Autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

A seguir, tem-se um exemplo de uma concepção prévia (pré-teste) apresentada por um estudante durante a atividade.

Aquilo que é inconstante e constituído por o que lhe é acrescentado.

Em seguida, está a resposta do mesmo estudante após a aplicação da atividade proposta (pós-teste) – resposta que foi considerada correta.

Substância é aquilo que forma os materiais e os diferenciam uns dos outros.
O que é puro.

Com essa resposta, vê-se que o estudante conseguiu melhorar bastante suas ideias sobre substância, pois sua primeira resposta não tinha muita coerência (constituído pelo que lhe é acrescentado); mas sua segunda resposta já relacionou o conceito de substância com o de material, mostrando a capacidade do estudante de operar em um sistema conceitual com uma relação de subordinação, que seria a apropriação de um conceito científico, conforme descreveu Vigostski (2008).

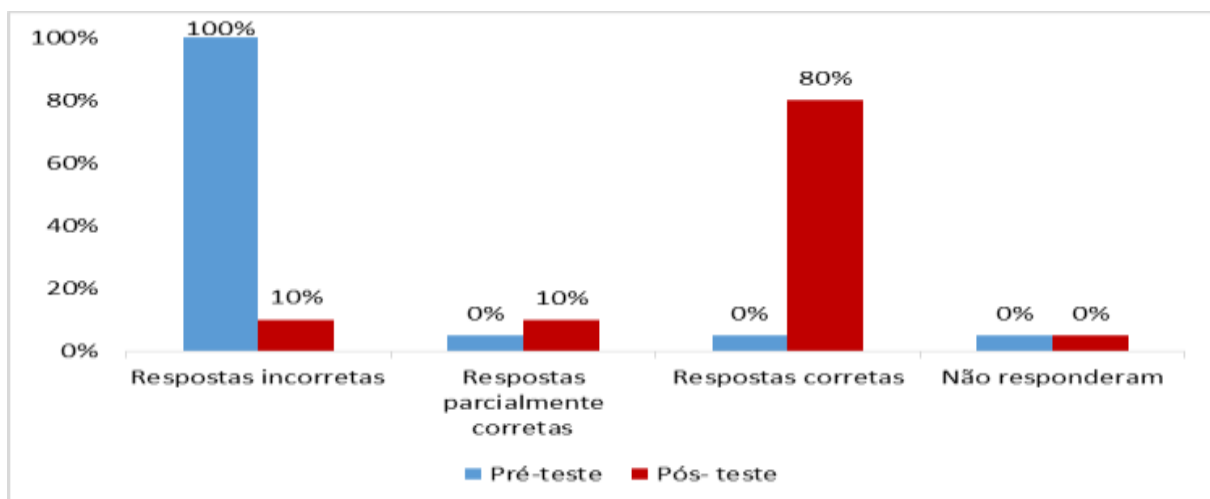
Pela análise da Figura 3, pode-se ver que, após a aplicação da atividade (pós-teste), não houve respostas consideradas incorretas, demonstrando que o sistema conceitual é bastante efetivo para definir o que é substância.

Passe-se agora para a próxima atividade, em que se pediu aos estudantes que explicassem o que entendiam por átomo antes de qualquer explicação. Em seguida, fez-se a apresentação do sistema conceitual, esperando-se com isso que os estudantes pudessem definir o conceito de átomo em função dos constituintes das substâncias, demonstrando assim o pensamento dentro de um sistema conceitual. Os resultados estão expressos na Figura 4.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Figura 4 – Porcentagem de respostas dos estudantes sobre o conceito de “átomos” antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: Autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.

A seguir, tem-se a concepção prévia (pré-teste) apresentada por um estudante durante a atividade.

Átomo: micropartículas que compõem algo (ou tudo) e são impossíveis de ver ao olho nu ou ao microscópio.

Em seguida, está a resposta do mesmo estudante após a aplicação da atividade proposta (pós-teste) – resposta que foi considerada correta.

Átomo é o que forma os constituintes, ele é dividido em duas partes: núcleo e eletrosfera. Tem prótons, elétrons e nêutrons.

Pelas repostas do estudante, vê-se que houve uma significativa melhora, pois ele saiu de uma ideia muito generalista, de que os átomos compõem tudo, para uma ideia mais específica, de que os átomos formam os constituintes, mostrando mais uma vez a capacidade de operar com os conceitos científicos dentro de um sistema conceitual, conforme descrito por Vigotski (2008). Verifica-se ainda, pela análise da Figura 4, que o número de respostas corretas, após a aplicação da atividade (pós-teste), subiu muito em relação às concepções

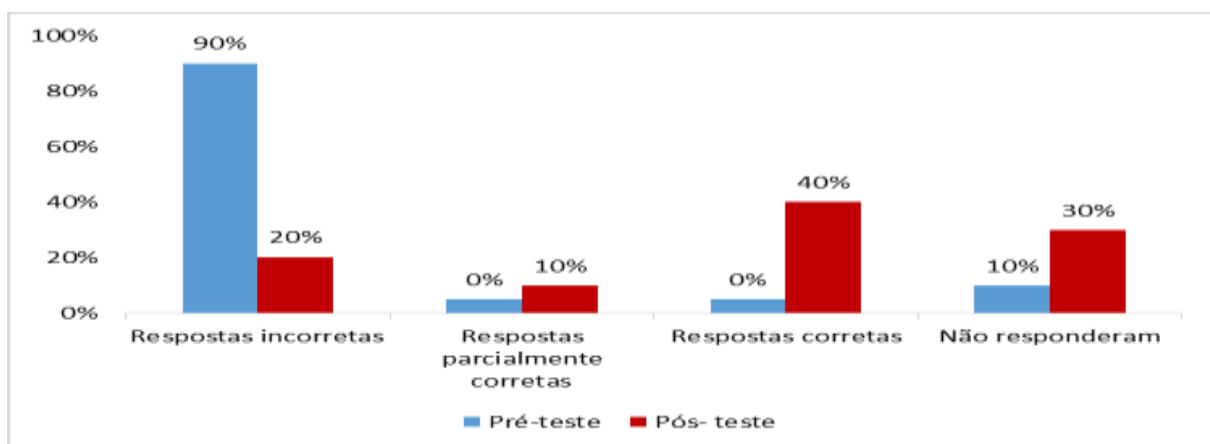


n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

prévias, mostrando que o sistema conceitual é bastante efetivo na definição do conceito de átomo.

Serão apresentados agora os resultados referentes à aprendizagem do conceito de elemento químico. Nesta atividade, os estudantes apresentaram suas concepções prévias sobre o conceito; em seguida, foi apresentada a evolução histórica do conceito. Objetivava-se assim mostrar que as principais concepções sobre elemento químico adotadas ao longo da história da humanidade foram superadas em função de uma conceituação atual, e assim levar os estudantes à apropriação correta do conceito. Os resultados estão expressos na Figura 5.

Figura 5 – Respostas dos estudantes sobre o conceito de “elemento químico” antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: A autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.

A seguir, tem-se a concepção prévia (pré-teste) apresentada por um estudante durante a atividade.

Elemento químico: são substâncias que podem fazer transformações e que podem liberar gases, odor, etc.

Em seguida, está a resposta do mesmo estudante após a aplicação da atividade proposta (pós-teste) – resposta que foi considerada correta.

Elemento químico é um tipo de átomo que possui número atômico igual.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Com essas respostas, verifica-se uma evolução nas ideias do estudante, pois inicialmente ele caracterizava elemento químico como substância (uma concepção que já foi aceita no passado, mas que foi superada), mas depois passou a caracterizá-lo como tipo de átomo, que de fato é a conceituação atual para o termo, conforme apresentado por Tunes et al (1989). Pela análise da Figura 5, observa-se um aumento no número de respostas corretas após a atividade, porém esse número não representa a metade da amostragem. Isso nos leva a crer que esse termo é bastante problemático (provavelmente devido ao fato de ser um conceito muito abstrato), pois é bem comum haver confusões, em que elemento químico é confundido com substância ou átomo.

Na unidade 2 do projeto aplicado, o objetivo foi conhecer algumas propriedades relacionadas aos metais; entender como são obtidos e as reações químicas típicas; e aprender a diferenciar as propriedades das substâncias e dos átomos e apresentar a tabela periódica como instrumento de consulta de algumas propriedades.

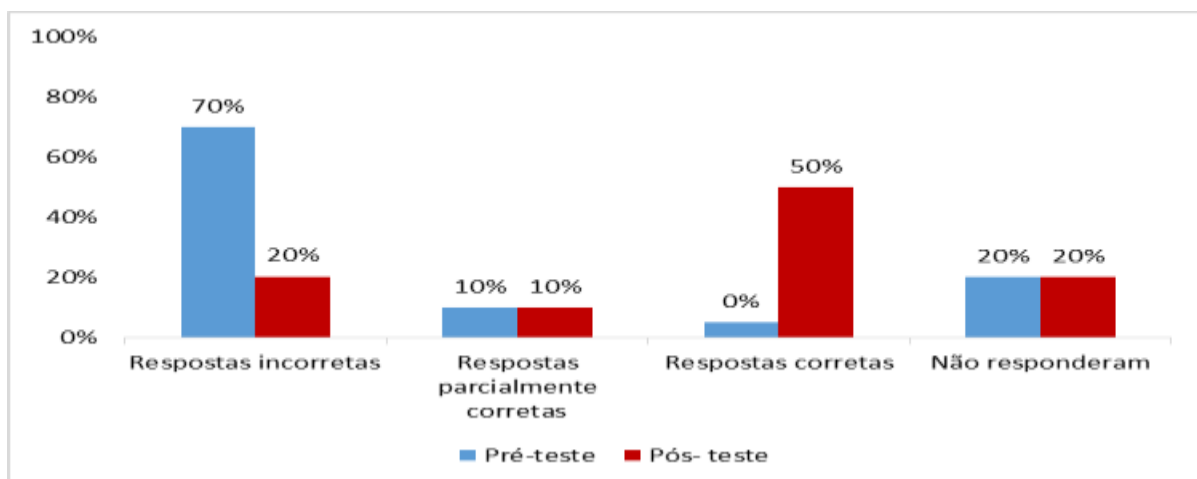
Na primeira atividade da segunda unidade, utilizou-se o metal ferro como exemplo para o preenchimento de uma tabela. O objetivo era que, ao olharem como o ferro aparece na tabela periódica, os estudantes pudessem definir se a propriedade apresentada se referia à substância simples ferro ou ao átomo de ferro. Durante essa atividade, foi verificado que 70% dos estudantes responderam corretamente e que 30% não responderam. Vê-se, então, com a alta porcentagem de respostas consideradas corretas, que não é difícil para o estudante saber se uma propriedade pertence a substâncias simples ou a átomos.

A atividade seguinte, sobre o ferro, consistiu em realizar a imantação de uma chave de fenda metálica utilizando um ímã permanente. Com esse experimento, procurou-se trabalhar a questão do spin dos elétrons e sua distribuição eletrônica e como essa distribuição eletrônica é encontrada na tabela periódica. Assim, pode-se entender por que alguns metais são atraídos por ímãs e outros não. Foi perguntado então aos estudantes se eles sabiam como se dava o funcionamento de um ímã.

A Figura 6 nos mostra qual foi a porcentagem de respostas consideradas corretas, parcialmente corretas e incorretas antes (pré-teste) e após (pós-teste) a aplicação da unidade de ensino.



Figura 6 – Porcentagem de respostas dos estudantes sobre o funcionamento dos ímãs antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: Autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.

A seguir, tem-se a concepção prévia (pré-teste) apresentada por um estudante durante a atividade.

O magnetismo é a relação entre cargas positivas e negativas.

No trecho destacado a seguir, tem-se um exemplo de resposta que foi considerada correta (pós-teste).

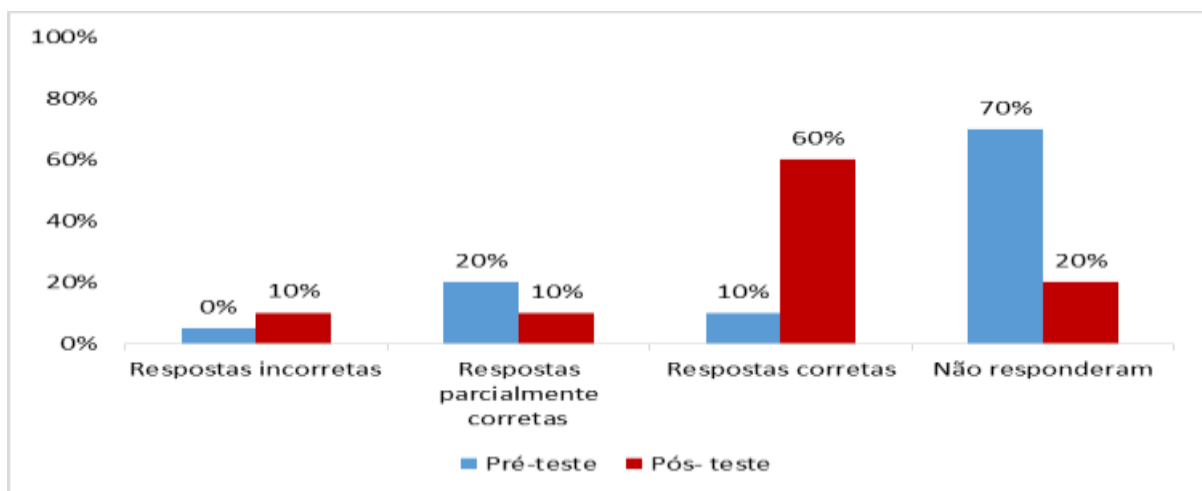
Já sabendo como funciona a distribuição eletrônica, pode-se explicar como funciona a imantação do ferro. Fazendo a distribuição eletrônica do ferro, o final dela, como diz na tabela periódica, ficará “ $4s^2 3d^6$ ”. Isto é, no quarto nível da subcamada “s” tem 2 elétrons e no terceiro da subcamada “d” tem 6 elétrons. A última citação ($3d^6$), como se pode ver, está incompleta, pois na subcamada “d” cabem 10 elétrons. Sabendo disso, neste final o ferro tem um conjunto de elétrons emparelhados e 4 elétrons desemparelhados. [...] Ou seja, quanto maior for a quantidade de elétrons desemparelhados nas últimas “casas”, ao se fazer a distribuição eletrônica, maior o grau de ímã terá.

Ao se observar a segunda resposta do estudante, detectam-se alguns problemas na sua escrita, como “grau de ímã” ou “últimas “casas””. Porém, ao se comparar a primeira resposta (relação entre cargas) com a segunda resposta (quantidade de elétrons desemparelhados na

última subcamada), observa-se uma excelente evolução no pensamento do estudante. Pode-se ver também essa evolução ao analisar a Figura 6, pois houve um aumento significativo de respostas corretas após a realização do experimento.

A atividade seguinte foi relacionada ao cobre. Consistiu em mergulhar um prego de ferro em uma solução de sulfato de cobre e, após alguns instantes, retirá-lo para verificar o que aconteceu. Com isso, foi possível abordar a reatividade dos metais, que está vinculada com o potencial de redução das substâncias. De maneira geral, pode-se afirmar que os metais mais reativos estão à esquerda da tabela periódica (metais representativos) e os menos reativos estão à direita da tabela (metais de transição). Como os metais mais presentes no nosso cotidiano são os metais de transição, torna-se necessária a análise de uma escala de reatividade para saber quais metais são mais ou menos reativos dentre os metais de transição. Para esse experimento, foi perguntado se os estudantes saberiam como proteger um metal da ferrugem em uma situação em que pintar não fosse uma opção. Os resultados aparecem na Figura 7.

Figura 7 – Porcentagem de respostas dos estudantes sobre o revestimento metálico antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: Autoria de Rafael Abdala e Roberto Ribeiro, 2016.

A seguir, tem-se a concepção prévia (pré-teste) apresentada por um estudante durante a atividade.

Não sei.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Em seguida, está a resposta do mesmo estudante após a aplicação da atividade proposta (pós-teste) – resposta que foi considerada correta.

Revestindo o metal que é mais fácil de enferrujar com um metal mais difícil de enferrujar.

Pela análise da Figura 7, que mostra uma grande quantidade de respostas consideradas corretas após a aplicação da atividade, e pela evolução da resposta do estudante, verifica-se que esse experimento atinge o objetivo de levar o estudante à aprendizagem sobre a reatividade dos metais e sua influência no processo de revestimento. Aprendizado este importante, pois os estudantes estão em constante contato com metais que são revestidos com outros metais menos reativos, como as joias banhadas à ouro ou as moedas revestidas com cobre.

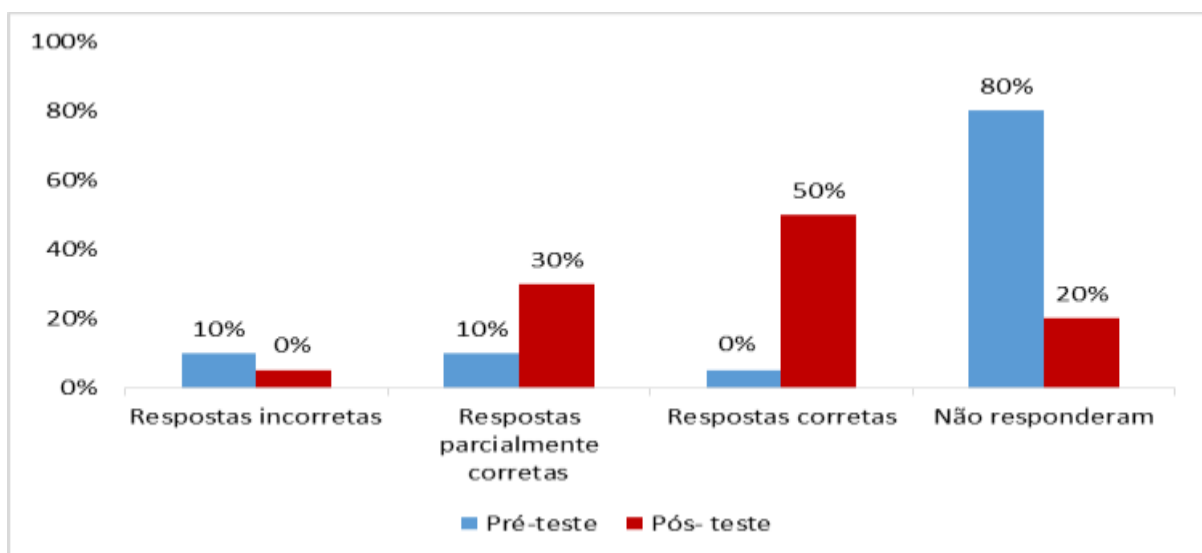
Ainda nessa atividade, foi pedido aos estudantes que consultassem a tabela periódica e respondessem se era possível revestir o ouro com magnésio. Durante essa atividade, verificou-se 70% de respostas corretas e 30% de atividades sem resposta. A seguir, um exemplo de resposta que foi considerada correta.

Não é possível, pois o ouro não tem tendência a se transformar em substância composta, em outras palavras, o magnésio não é nobre, portanto não a [deste modo] reação com o ouro. Os menos nobres não revestem o mais nobre.

Com essa resposta do estudante, verificou-se que ele consegue saber qual metal é mais reativo (ou mais nobre, nas palavras dele) consultando a tabela periódica, uma vez que se trata de metais em posições opostas na tabela. O estudante também mostrou compreender bem a questão da reatividade como parâmetro para determinar se um metal reveste o outro ou não. Durante essa atividade, observou-se que um grande número de estudantes atingiu a resposta desejada, mostrando que essa atividade atinge seu objetivo. Vale ressaltar que não foi mencionado para os estudantes a eletrodeposição, pois isso levaria a discussões sobre eletroquímica, fugindo do escopo deste trabalho.

A atividade relacionada com o metal zinco consistiu em colocar um prego de ferro em um copo e conectá-lo, com a ajuda de conectores do tipo “jacaré”, a uma placa de zinco, submergindo ambos os metais em água para verificar o que aconteceria após um dia. Esse experimento trata da questão da reatividade dos metais mais uma vez, tendo em vista que um metal mais reativo é usado para proteger um metal menos reativo. Para esse experimento, foi perguntado se os estudantes saberiam como proteger um metal contra a ferrugem quando pintar ou revestir não fossem opções (navios, torres de alta tensão e pontes). A pergunta foi feita antes da aplicação da atividade e após a aplicação da atividade. Os resultados aparecem na Figura 8.

Figura 8 – Porcentagem de respostas dos alunos sobre a utilização do zinco como metal de sacrifício antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do projeto



Fonte: Elaboração dos autores.

A seguir, a concepção prévia (pré-teste) apresentada por um aluno durante a atividade.

Não sei.

Em seguida, está a resposta do mesmo aluno após a aplicação da atividade proposta (pós-teste) – resposta que foi considerada correta.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Sacrificando um metal menos nobre para proteger o mais nobre. O metal mais nobre não enferruja enquanto houver um metal menos nobre enferrujando no lugar.

Na sua resposta inicial, o estudante afirmou não saber a resposta. Na sua reelaboração, após a atividade, o aluno explicou bem como acontece o fenômeno, conhecido como metal de sacrifício, indicando que ele se apropriou corretamente do processo. Com a análise das porcentagens das respostas corretas, parcialmente corretas e incorretas, na Figura 8, verificam-se alguns fatos interessantes. Durante o levantamento das concepções prévias, houve uma grande porcentagem de alunos que não respondeu à pergunta. Na verdade, esses alunos não conheciam uma terceira forma de proteger um metal contra a ferrugem, de modo que eles apenas responderam que não sabiam. Assim, é preciso analisar a redução das abstenções antes e após a aplicação da atividade proposta, e não a redução das respostas erradas. Fazendo essa análise, verifica-se que de fato houve redução na porcentagem das abstenções e aumento na porcentagem de respostas corretas e parcialmente corretas, indicando que a atividade obteve êxito para levar os alunos ao entendimento do processo de metal de sacrifício.

Ainda nessa atividade, foi apresentada aos alunos uma escala de nobreza dos metais. Com base nesse instrumento, perguntou-se se seria possível proteger o metal ferro com o cobre. Durante essa atividade, foi verificado que 80% dos estudantes responderam de forma correta e que houve 20% de abstenções. A seguir, um exemplo de uma resposta que foi considerada correta.

Não é possível proteger o ferro sacrificando o cobre, pois o cobre é mais nobre que o ferro.

Com essa resposta, o estudante demonstrou ter entendido como funciona a hierarquia de reatividade dos metais e como essa hierarquia afeta o fenômeno conhecido como metal de sacrifício.

Analisando ainda a alta porcentagem de respostas corretas, verifica-se um indício de que os estudantes de fato entenderam a ideia de um metal mais reativo protegendo um metal menos reativo, mostrando que essa atividade obteve êxito.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Importante ainda ressaltar que o termo “nobreza”, para se referir aos metais, não é o mais adequado, porém verificou-se que os estudantes apresentam mais facilidade para aprendê-lo do que o termo “reatividade”, de modo que se optou por aquele termo em detrimento deste ao longo das atividades envolvendo o cobre e o zinco.

Ainda nessa unidade, foi realizado um estudo dirigido em que os alunos deveriam ler um texto – produzido pelos autores deste trabalho, conforme em Ribeiro (2013) – sobre a história de algumas substâncias muito comuns (oxigênio, enxofre, cobre, ferro, zinco e alumínio) e, em seguida, preencher uma tabela com a organização das substâncias na ordem cronológica de utilização pela humanidade, de acordo com as principais utilizações à época em que passaram a ser utilizadas pelo ser humano e suas principais utilizações hoje. Com isso, objetivou-se apresentar aos estudantes a importância de algumas substâncias, por meio do estudo de sua história, e seu caráter intrinsecamente motivador, conforme foi apresentado por Pereira (2008), de modo a ilustrar a influência que elas exerceram sobre a humanidade. Além disso, objetivou-se verificar a capacidade dos alunos de interpretar textos.

O que se observou na análise dos resultados obtidos foi que os estudantes conseguem, de maneira satisfatória, organizar as informações de um texto dentro de uma tabela. Os principais problemas verificados foram as confusões na ordem cronológica de utilização da substância pela humanidade, geralmente com o cobre sendo utilizado antes do enxofre. Observou-se, ainda, que os estudantes apresentaram a respiração como forma de utilização do oxigênio, levando a crer que o oxigênio foi utilizado deliberadamente para respirar. O texto a ser lido trazia a ideia de utilização do oxigênio nas tecnologias atuais, como maçaricos e combustíveis de foguetes, porém a maioria dos alunos não se apropriou dessa ideia, sinalizando que deverá haver maior atenção ao se tratar do oxigênio.

Na terceira e última unidade, foi pedido aos estudantes que lessem um texto – produzido pelos autores deste trabalho, conforme em Ribeiro (2013) – que narrava a história da tabela periódica começando pelo contexto inicial em que as primeiras ideias de organização surgiram e passando por Döbereiner, Chancourtois, Newlands e Mendeleev, de modo que eles pudessem preencher uma tabela após essa leitura. As informações necessárias para a atividade eram: o contexto inicial que levou à proposição da tabela periódica; as propostas dos diferentes cientistas à época e como isso influenciou nossa tabela atual; e uma breve descrição da tabela periódica atual.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Essa atividade teve como objetivo mostrar os esforços de vários cientistas para a obtenção da lei periódica e apresentar suas principais contribuições à época, bem como suas influências no conhecimento atual. Além disso, buscou-se colocar os alunos, de forma indireta, com questões relativas à natureza do conhecimento científico, segundo Granger (1994), de modo que ele perceba, que Ciência não se trata da utilização de métodos, mas sim da tentativa de representar e interpretar os fatos presentes aos cientistas na época. Essa abordagem diferencia daquilo que tem sido feito tradicionalmente, pois essa atividade não relatou apenas a história dos vencedores, mas apresentou a Ciência como um empreendimento que exige a contribuição de várias ideias, mostrando, desta forma, que a Ciência não é feita por gênios “inumanos”, mas por pessoas que se dedicam a um objetivo.

Como na atividade anterior, objetivou-se também verificar se os estudantes, por meio da leitura e interpretação, conseguiriam obter as respostas propostas pela atividade. Foi verificado que a maioria dos estudantes conseguiu obter do texto o contexto inicial, a contribuição de Döbereiner e Newlands, porém as contribuições de Chancourtois e Mendeleev foram as mais problemáticas, principalmente por se tratarem das ideias mais complexas comparativamente. O que não invalida o trabalho, bastando apenas um maior esforço para apresentar aos estudantes as ideias desses dois cientistas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faça-se agora uma análise de todo o trabalho apresentado de modo a sintetizar os resultados obtidos e, assim, elaborar algumas conclusões. Na unidade 1 (substâncias, átomos e elementos químicos), cujos objetivos eram o entendimento e a diferenciação de tais conceitos, pode-se dizer que o trabalho atingiu resultados satisfatórios, mostrando a eficiência do sistema conceitual utilizado. Foram obtidas diversas respostas dos alunos alinhadas com o significado atualmente aceito para tais conceitos. Mais especificamente em relação ao conceito de elemento químico, pôde-se verificar que 60% dos alunos apresentaram respostas consideradas corretas ou parcialmente corretas, o que nos indica que a análise do conceito ao longo da história e a utilização de um sistema conceitual são caminhos viáveis para a apropriação de tal conceito.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

Na segunda unidade, foram obtidos bons resultados, pois, em todas as atividades, observou-se o aumento na porcentagem de respostas consideradas corretas, comparando-se as concepções prévias com as respostas obtidas no pós-teste. Isso nos indica que a proposta obteve êxito ao apresentar as substâncias mais comuns primeiramente por meio de experiências, para que os estudantes as conhecessem melhor, e posteriormente relacionar aquilo que foi aprendido com aquilo que está na tabela. É uma alternativa para aqueles professores que querem romper com o modo tradicional de ensiná-la, o qual submete os estudantes a decorar coisas como o que é um halogênio ou para que lado da tabela cresce a 1ª energia de ionização.

Nas duas atividades apresentadas na unidade 3, pôde-se ver como a História da Ciência é uma aliada no ensino, pois, com a utilização de textos, foi possível levar os estudantes a pensarem sobre as influências de algumas substâncias na nossa história enquanto seres humanos. Acredita-se que essa é uma aprendizagem intrinsecamente motivadora, pois trata de nossa cultura e história e de como os problemas eram resolvidos no passado em contraposição ao que acontece atualmente. Consequentemente, há uma humanização nos objetos da Ciência, que, de maneira geral, é vista como um conhecimento estéril que resolve problemas muito distantes da realidade dos estudantes. É possível ainda citar que a utilização da História da Ciência como foi apresentada pode apresentar a Ciência como fruto de um esforço coletivo e em constante mutação, e não um produto que já vem pronto e está acabado. É mais importante que isso, pode demonstrar que um conhecimento só é aceito hoje em dia graças às contribuições específicas de cada cientista, as quais até hoje permeiam o conhecimento atualmente aceito. Essa forma de trabalhar a História da Ciência contrapõe-se à chamada “história dos vencedores”, muito comum em livros didáticos, na qual somente o conhecimento atualmente aceito é apresentado, o que leva os estudantes a acreditarem que, entre vários erros, um acerto surge e torna-se a resposta para todos os problemas existentes.

Voltando para a hipótese inicial deste trabalho, de que as contribuições da História da Ciência, da experimentação no ensino de Ciências e do pensamento por conceitos hierarquizados, com relações de coordenação e subordinação explícitas, facilitam a aprendizagem da tabela periódica, pode-se concluir que a hipótese se mostrou válida, pois houve uma melhora na aprendizagem, com base no alto índice de respostas corretas após a exposição dos alunos ao método. Assim, é plausível afirmar que o objetivo do trabalho foi atingido – pois os conceitos referentes à tabela periódica foram apresentados em sala como



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

conceitos científicos, com relações claras de subordinação e coordenação, conforme descreveu Vigotski (2008) – e que essa abordagem levou à aprendizagem de tais conceitos, conforme foi percebido nos resultados. Por se tratar de uma proposta que exige a apreensão de conceitos muito específicos e abstratos, esta poderia ser usada na formação inicial dos cursos de licenciatura em Química.

Praticamente todo aluno de ensino médio já ouviu falar da tabela periódica, apresentando alguma opinião negativa sobre o assunto, devido aos exaustivos exercícios de memorização sem sentido aos quais são submetidos. Os autores acreditam que este trabalho fornece uma alternativa ao que se tem feito ao longo das gerações de alunato.

203

9 REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011. 314 p.

CARMO, M. P. do; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, maio 2008.

GRANGER, G. G. **A Ciência e as ciências**. São Paulo: UNESP, 1994. 125 p.

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

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 17-21, nov. 2002.

PEREIRA, C. L. N. **A História da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2008.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2010. 408 p. v. 1.

PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. cap. 6, p. 159-180.



n. 21 (jul. – dez. 2016), dez./2016 – Educação em Movimento

RIBEIRO, R. A. M. Proposta didática sobre tabela periódica com as contribuições da experimentação, da história da ciência e do pensamento por conceitos. In:_____. **Tabela periódica:** uma investigação de como a experimentação, a História da Ciência e o pensamento por conceitos contribuem no processo ensino-aprendizagem. 2013. 142f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/E9qGRD>>.

ROCHA-FILHO, R. C. et al. Ensino de conceitos em química iii: sobre o conceito de substância. **Química Nova**, v. 11, n. 4, p. 417-419, 1988.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. cap. 9, p. 231-261.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de Ciências:** fundamentos e abordagens. Piracicaba: Capes/Unimep, 2000, p. 120-153.

TUNES, E. et al. Ensino de conceitos em Química IV: sobre a estrutura elementar da matéria. **Química Nova**, v. 12, n. 2, p. 199-202, 1989.

TUNES, E. O ensino de Ciências. **Boletim do Departamento de Didática da Unesp, Araraquara**, v. 9, n. 6, p. 119-124, 1990.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 194 p.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009. 496 p.