

# Argumentação na elaboração e crítica de analogias: Unidade Didática para ensino dos modelos atômicos

Tatiana Costa Ramos<sup>1</sup> (PG), Paula Cristina Cardoso Mendonça<sup>1</sup> (PQ) e Nilmara Braga Mozzaer<sup>1</sup> (PQ).

1. Programa de Pós-graduação em Educação, ICHS, Mariana, MG. Universidade Federal de Ouro Preto.

\* [tatianaquimica@outlook.com](mailto:tatianaquimica@outlook.com)

*Palavras-Chave: Argumentação, Criação de analogias, Modelos atômicos.*

**RESUMO:** ESTE TRABALHO TEM A INTENÇÃO DE APRESENTAR UMA UNIDADE DIDÁTICA PARA ENSINO DOS MODELOS ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON BASEADO NAS DISCUSSÕES DA LITERATURA SOBRE OS PROBLEMAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM DESSES CONCEITOS E EM CONCORDÂNCIA COM OS OBJETIVOS ATUAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. A UNIDADE DIDÁTICA BUSCA CONTRIBUIR PARA A APRENDIZAGEM DOS MODELOS ATÔMICOS, OFERECENDO AO ESTUDANTE A OPORTUNIDADE DE SE COMUNICAR, ARGUMENTAR, FAZER ESCOLHAS E PROPOSIÇÕES E, DESSA FORMA, SER ATIVO NA CONSTRUÇÃO DO SEU CONHECIMENTO. ESSA PROPOSTA APRESENTA COMO DIFERENCIAL A PROMOÇÃO DE SITUAÇÕES ARGUMENTATIVAS A PARTIR DAS SITUAÇÕES DE CRIAÇÃO DE ANALOGIAS POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO; E DE ANÁLISE CRÍTICA DA ANALOGIA DO PUDIM DE PASSAS FRENTE ÀS ANALOGIAS ELABORADAS PELOS PRÓPRIOS ESTUDANTES.

## INTRODUÇÃO

No mundo atual, com constantes transformações e avanços nas áreas sociais e tecnológicas, concluir a educação básica precisa significar mais do que simplesmente reproduzir dados; significa saber se informar, comunicar-se e argumentar. Neste sentido, planejamentos de ensino baseados na memorização de informações, nomes e fórmulas como fragmentos desligados da realidade dos estudantes perdem o significado nos processos de ensino e aprendizagem.

Paralelamente, abrem-se novas perspectivas para proposições de processos nos quais o estudante participe ativamente da aprendizagem, o que implica em certo grau de autonomia para lidar com a construção do conhecimento (BRASIL, 2002) e na mediação necessária a essa construção. No caso do ensino-aprendizagem de química, que envolve conceitos abstratos e de difícil compreensão pelos estudantes, algumas estratégias de ensino podem auxiliar e favorecer esse processo.

O tema “modelos atômicos”, por exemplo, vem chamando atenção de alguns autores (MORTIMER, 1995; ROMANELLI, 1996; MELO; NETO, 2013) devido aos obstáculos significativos no processo de ensino-aprendizagem do tema. Os autores citados destacam que o desconhecimento do processo de construção do conhecimento científico e das relações que o modelo estabelece com o fenômeno que representa são alguns dos entraves que prejudicam a aprendizagem do tema.

Além disso, Romanelli (1996) ressalta que algumas das dificuldades dos estudantes sobre os modelos atômicos estão diretamente relacionadas com a abordagem utilizada pelo professor durante o processo de ensino. A pesquisadora observou que aquele professor que se baseou inteiramente no livro didático, através de aulas expositivas sobre essa temática, não colaborou significativamente para a aprendizagem dos conceitos por parte dos estudantes, diferentemente daquele que utilizou uma abordagem histórica ou que adotou uma prática que visava a participação ativa dos estudantes. Desse modo, Romanelli (1996) destaca que, em entrevista com esses professores, uma das ressalvas apresentadas pelos entrevistados foi a respeito

da conveniência de utilização do livro didático, uma vez que esse material pressupõe uma estrutura a ser seguida. Indo nesta direção, parece relevante a produção de materiais didáticos baseados nas discussões da literatura sobre os problemas de ensino-aprendizagem de conceitos químicos, como os modelos atômicos, para favorecer o trabalho do professor em sala de aula.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a utilização de materiais instrucionais simplesmente de forma expositiva, como visto na pesquisa de Romanelli (1996), não contribui para uma aprendizagem significativa dos conceitos. Torna-se necessário, portanto, sequências de ensino que visem a oportunidade de participação dos estudantes na construção do próprio conhecimento, dando a eles abertura para comunicar e argumentar, como aponta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)(BRASIL, 2002). Além disso, é necessário que o professor compreenda as propostas didáticas e que estas sejam apresentadas com devido suporte para que possa ser possível utilizá-las de forma adequada no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, (i) levando-se em consideração os entraves no ensino-aprendizagem dos modelos atômicos, (ii) buscando auxiliar os professores nesse processo e (iii) na tentativa de desenvolver um ensino mais dinâmico e coerente com os aspectos ressaltados nos PCN+ (BRASIL, 2002), o objetivo do presente trabalho é apresentar uma Unidade Didática (UD) para o ensino dos modelos atômicos no qual o estudante tem a oportunidade de se comunicar, argumentar, fazer escolhas e proposições.

Mais especificamente, a proposta tem o objetivo de auxiliar o professor no ensino dos modelos atômicos de Dalton e Thomson por meio de uma abordagem histórica que visa favorecer o desenvolvimento de visões mais coerentes pelos estudantes sobre o conhecimento científico. Isso porque, segundo Viana (2007), nas últimas décadas, a história da ciência tem sido compreendida como um instrumento poderoso para promover a análise crítica do conhecimento científico. A história da ciência pode propiciar reflexões valiosas para a compreensão da natureza do conhecimento químico e dos modos sobre como ele é produzido. Além disso, a compreensão a respeito de como determinados conceitos e convenções foram construídos historicamente pode auxiliar na sua aprendizagem significativa, evitando que seu estudo se restrinja à memorização, e, deste modo se pode explicitar relações entre conceitos que facilitarão sua integração na estrutura cognitiva do estudante (GAGLIARDI 1988, apud VIANA, 2007 p. 87).

Ademais, a Unidade Didática proposta pretende desenvolver ambientes argumentativos através da criação e análise crítica de analogias pelos estudantes. Argumentar consiste na capacidade de avaliar as afirmações buscando identificar as evidências, reconhecendo que as conclusões e os enunciados científicos necessitam estar justificados através dessas evidências (JIMENÉZ-ALEIXANDRE, 2010). Argumentar, como aponta o PCN+ (BRASIL,2002), é uma das competências essenciais na formação de um estudante, pois a argumentação pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, ou seja, para as capacidades de desenvolver opinião independente, refletir sobre a realidade e participar dela (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010).

Nesse sentido, a proposta didática apresentada nesse trabalho defende a elaboração de analogias pelos próprios estudantes, guiados pelo professor, como uma das práticas favoráveis à promoção desses ambientes argumentativos. Entendemos por analogia as comparações que compartilham *relações* de similaridade. Elas são feitas entre uma situação familiar (análogo) e um novo conceito (alvo) (GLYNN, 1995).

Emig, McDonald, Zembal-Saul e Strauss (2014), a partir de revisão da literatura, constataram que as analogias podem oferecer uma forma de “andaime” para sustentar a argumentação e para que os estudantes aprendam o conteúdo de ciências. Isso porque, os autores acreditam que para os estudantes argumentarem é necessário incentivá-los, e, uma das formas de se estimular a argumentação em sala é através da comparação de cenários análogos<sup>1</sup> nos quais os estudantes podem explorar novos conceitos.

Desse modo, acreditamos que em situações nas quais os estudantes têm que procurar por evidências quando tentam compreender o *não familiar* a partir do estabelecimento de *relações* com o *familiar* (MOZZER; JUSTI, 2015) possa ocorrer a argumentação, pois durante esse processo eles precisam elaborar, revisar e refutar suas próprias analogias buscando por evidências que sustentem suas ideias e reflexões.

Com base no que foi exposto, a UD apresentada nesse trabalho busca desenvolver situações em que os estudantes possam refletir sobre suas próprias concepções em busca de evidências para sustentar seus argumentos, na tentativa de serem desenvolvidas ideias mais coerentes sobre os conceitos. Além disso, a utilização de uma abordagem histórica tem a intenção de auxiliar nesse processo com a finalidade de promover visões mais críticas da ciência.

## APRESENTAÇÃO DA UNIDADE DIDÁTICA

Inicialmente, a UD apresenta o referencial teórico que aborda a trajetória histórica dos cientistas Dalton e Thomson, o papel dos modelos no âmbito da ciência, argumentação e analogias no ensino de Ciências. A intenção do referencial teórico é auxiliar o professor nos conhecimentos necessários para desenvolver as atividades.

O referencial sobre a trajetória dos cientistas tem a intenção de fornecer subsídios para que o professor possa conhecer mais sobre o percurso de Dalton e Thomson até a proposição do modelo para o átomo, discutindo aspectos intrínsecos da natureza da ciência, com base na literatura da história da ciência (VIANA, 2007; FILGUEIRAS, 2004; CHAVES, 2011; LOPES; MARQUES, 2010; LOPES, 2009).

O referencial sobre modelos no âmbito da ciência e no ensino de ciências busca discutir aspectos dos *modelos mentais*, *consensuais* e *curriculares* (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000; BOULTER; BUCKLEY, 2000) visando a apresentação desse recurso tão utilizado pelos cientistas – algo essencial na proposta pensando-se na discussão com os estudantes sobre a finalidade dos modelos propostos por Dalton e Thomson.

A discussão sobre argumentação e analogias no ensino de ciências (GLYNN; BRITTON; SEMRUD-CLIKEMAN; MUTH, 1989; MOZZER; JUSTI, 2015; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010) tem a intenção de apresentar aspectos conceituais sobre essas temáticas incentivando o professor, de acordo com o objetivo da UD, no emprego desses recursos no contexto de sala de aula. Além disso, nesse tópico é discutido sobre a relevância da utilização desses referenciais (analogias e argumentação) no ensino, apresentando-se o potencial desses recursos para a aprendizagem dos estudantes.

---

<sup>1</sup> Os autores denominaram cenários análogos as máquinas simples (como por exemplo, alavanca, polias, planos inclinados e engrenagens) que foram utilizadas para trabalhar conceitos da física (como por exemplo, a força de resistência). As máquinas foram testadas pelos estudantes (por exemplo, para observar a força de resistência) e a partir daí foi observado que a comparação, entre dois cenários, buscando eleger aquele que melhor explicava o conceito foi favorável para ocorrer a argumentação.

Além disso, o material contém instruções de aplicação para o professor em cada atividade com a finalidade de orientá-lo sobre os questionamentos e as discussões que devem ser feitas durante a aplicação em sala de aula.

Devido a limitação de espaço deste trabalho, optamos por apresentar a sequência e os objetivos dos eventos da UD através de esquemas que expressam as ideias gerais presentes na proposta. Na figura 1 é apresentado o esquema sobre a sequência de eventos da UD. Com o objetivo de promover refutação, reelaboração e revisão de ideias a partir da comunicação entre os estudantes as atividades devem ser realizadas em grupos.

A ordem dos eventos deve seguir a direção das setas, pois a sistematização foi planejada levando-se em consideração os episódios históricos e a evolução das ideias científicas. Isso foi feito na tentativa de desenvolver visões mais autênticas sobre a ciência, buscando a construção progressiva do conhecimento pelo estudante. Dessa forma, como demonstrado no esquema (figura 1), um evento engloba o outro e a cor se intensifica a cada evento, o que significa que, como proposto no objetivo da UD, a cada etapa há uma intensificação de chances do estudante desenvolver visões mais coerentes do conhecimento científico, pois cada evento envolve a discussão de um aspecto diferente sobre a natureza desse conhecimento. Além disso, a cada evento há um aumento do tamanho da elipse, o que significa que a cada atividade aumentam-se as chances de ocorrerem situações argumentativas, visto que há um aumento da familiaridade dos estudantes com o tipo de atividade. Isso é consistente com a literatura (por exemplo, Jiménez-Aleixandre, 2010) que ressalta que as habilidades argumentativas são desenvolvidas se praticadas. Além disso, as últimas atividades vislumbram discussões mais aprimoradas através do *confronto de cenários análogos* pelos grupos de estudantes. Isso porque, como destacado no trabalho de Emig et al (2014), esse tipo de atividade pode potencializar a ocorrência de situações argumentativas.

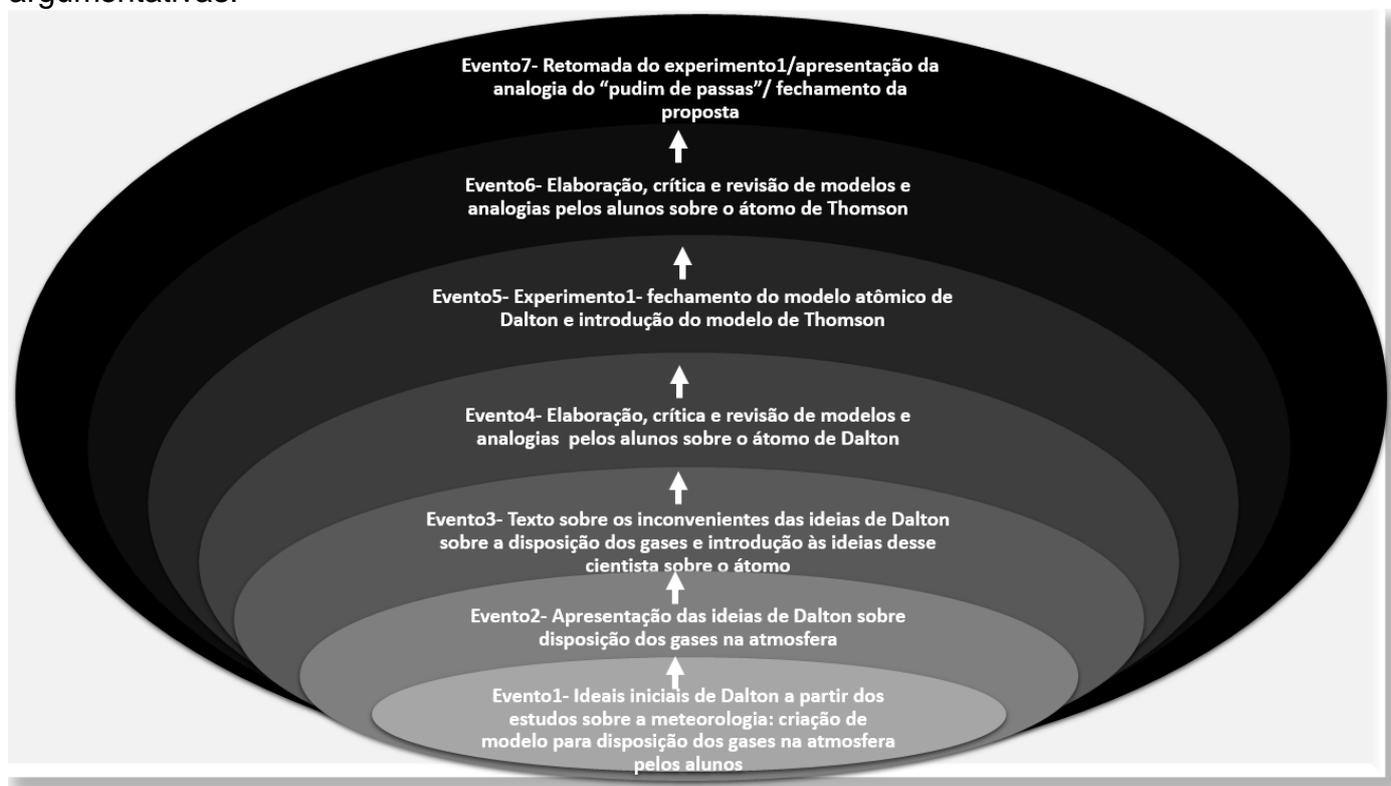


Figura 1- Esquema sobre a sequência de eventos da Unidade Didática.

Cada um dos evento da proposta possui um objetivo específico. No segundo esquema (figura 2) apresentamos, de forma simplificada, esses objetivos.

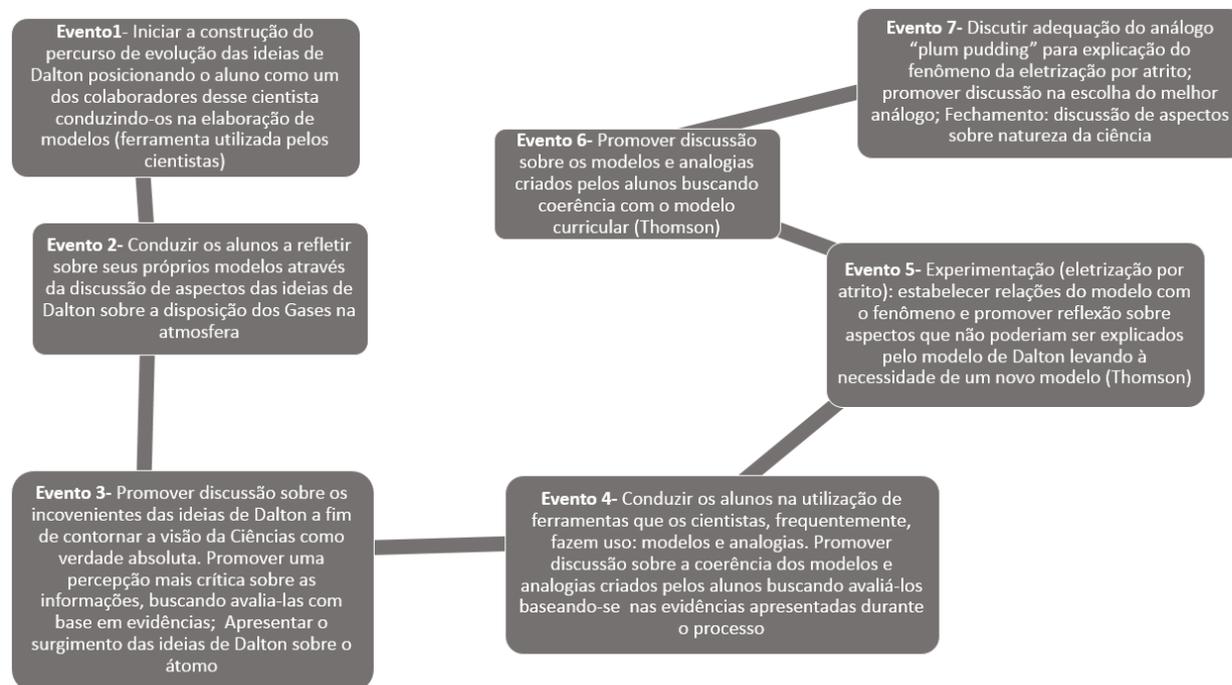


Figura 2- Apresentação simplificada dos objetivos dos eventos.

Por fim, na intenção de ilustrar os aspectos discutidos sobre a UD, apresentamos a seguir uma das atividades propostas no evento 7, relacionada à discussão da analogia do “pudim de passas”. Um dos objetivos desse evento, como visto na figura 2, é retomar o experimento proposto no evento 5 a fim de discutir a explicação do fenômeno da eletrização por atrito através do modelo de Thomson.

O experimento consiste em dois balões cheios de ar que serão eletrizados a partir do atrito com lã. Posteriormente, duas pessoas devem aproximar os balões de uma lata de refrigerante, de modo que os balões fiquem de lados opostos para que exerçam uma força sobre a lata de refrigerante como em um “cabo de guerra”. O professor deve promover discussões buscando estabelecer relações entre o modelo e o fenômeno, para que os estudantes compreendam que aquele fenômeno pode ser explicado com base no modelo de Thomson. A partir daí, os estudantes são solicitados a optarem pela melhor analogia (aquela que eles mesmos criaram no evento 6 ou a analogia do “pudim de passas”) para explicar o fenômeno observado. A intenção é que os estudantes analisem, à luz das evidências disponibilizadas para eles, o melhor análogo para o modelo atômico de Thomson.

No ensino do modelo atômico de Thomson comumente é apresentada a analogia entre ele e o “pudim de passas” para a discussão desse modelo. A analogia com o “pudim de passas” foi popularizada como um modelo de ensino para facilitar a compreensão do átomo de Thomson. Nessa analogia, o análogo (domínio familiar) é o “pudim de passas” de origem inglesa, ou *“plum pudding”*, e o alvo (domínio desconhecido ou pouco familiar) é o modelo atômico de Thomson. Tal analogia consegue explicar somente um único aspecto do modelo atômico de Thomson: a distribuição homogênea de cargas. Portanto, a aprendizagem deste tema, somente a partir da analogia com o “pudim de passas” é bastante limitada.

Além disso, pelos fatos de o análogo proposto diferir-se visivelmente de um pudim brasileiro e de que no Brasil não é comum a confecção de pudim de passas, pesquisas da área têm constatado que os estudantes apresentam dificuldades de compreender até mesmo o aspecto da distribuição homogênea de cargas que a comparação visa facilitar (MUNARIN; MUNARIN, 2008; SOUZA; JUSTI; FERREIRA 2006). Assim, é importante ressaltar que, neste caso, a analogia estabelecida não cumpre o seu papel de modelo de ensino<sup>2</sup>, uma vez que, para isso, a necessidade primordial é de que o análogo seja familiar aos estudantes (MOZZER; JUSTI, 2015).

Levando-se em consideração esses aspectos, compartilhamos com as ideias de Mozzer e Justi (2015), de que uma das possíveis formas de superar o problema da não familiaridade dos estudantes com um análogo – como o “pudim de passas” – e de promover uma aprendizagem mais significativa de conceitos químicos – como o modelo de Thomson – é possibilitar que os próprios estudantes elaborem suas comparações, processo no qual eles podem ser incentivados a se engajar em situações argumentativas.

Desse modo, a atividade relacionada ao experimento (quadro 1) tem a finalidade de promover a discussão e, possivelmente a argumentação dos estudantes, quando eles tentam eleger o análogo que melhor explica o fenômeno da eletrização por atrito, o criado por eles ou o “pudim de passas”, comumente apresentado pelos livros didáticos. Esse contexto pode favorecer a ocorrência de situações argumentativas, pois no momento da escolha os estudantes devem avaliar, com base nas evidências sobre o átomo apresentadas no texto (quadro 2) sobre o modelo atômico de Thomson, qual daqueles análogos consegue explicar mais adequadamente o fenômeno da eletrização por atrito e, conseqüentemente, o modelo de Thomson. Desse modo, como apontado pela literatura (BRITO; SÁ, 2010; JIMINÉZ-ALEIXANDRE, 2010; MENDONÇA; JUSTI, 2013), esse tipo de situação em que os estudantes têm oportunidade de examinar, opinar e escolher entre modelos distintos, é oportuno para ocorrência da argumentação.

Além disso, Emig et al. (2014) observaram em seu trabalho que o confronto de cenários análogos pode estimular a argumentação e explorar novos conceitos em sala de aula. Esses autores desenvolveram situações nos quais grupos de estudantes foram motivados a analisar cenários análogos buscando identificar, através do mapeamento<sup>3</sup>, aquele que melhor explicava o conceito estudado.

Nesse sentido, um dos propósitos do evento 7 é de que os estudantes analisem, à luz das evidências disponibilizadas para eles, o melhor análogo para o modelo atômico de Thomson. Vale ressaltar que a correspondência entre as passas e os elétrons estabelecida na analogia do “pudim de passas”, não se encontra de acordo com a dinamicidade proposta por Thomson em seu modelo, segundo o qual existe movimentação dos elementos que o compõem (LOPES; MARTINS, 2009). Portanto, poderá ser observado se e como os estudantes argumentam nesta situação que envolve um argumento de autoridade<sup>4</sup>: a analogia do “pudim de passas” comumente apresentada nos livros didáticos.

<sup>2</sup> Modelos de ensino são representações produzidas – por professores ou autores de materiais instrucionais – com o objetivo específico de ajudar os estudantes a entenderem algum aspecto do conteúdo que se deseja ensinar-lhes (JUSTI, 2010).

<sup>3</sup> Processo de correspondência de características similares entre o análogo e alvo (GLYNN, 2007).

<sup>4</sup> Casos em que informações advindas de fontes consideradas de confiança (como por exemplo, o livro didático), são aceitas sem apresentação das evidências, devido à credibilidade dada ao informante. Nesses casos, essas informações são consideradas ‘argumentos de autoridade’, já que, somente devido o fato de serem apresentadas através daquele meio de comunicação (ou informante) são aceitas sem questionamentos (JIMENÉZ-ALEIXANDRE, 2010).

**Quadro 1- Atividade sobre experimento da eletrização por atrito.**

1. Ao aproximarmos o balão da lata de refrigerante, antes de atritarmos ele com a lã, não há o deslocamento da lata. Você consegue me dizer por que isso acontece?
2. Qual o motivo do balão atrair a lata de refrigerante?
3. Explique, utilizando o modelo atômico de Thomson, o que foi observado no experimento.
4. Agora vocês precisam escolher entre a comparação que vocês criaram para o modelo atômico de Thomson e esta comparação do “pudim de passas” comumente apresentada nos livros didáticos. Dentre essas duas comparações, qual delas consegue explicar melhor o que está ocorrendo no experimento?
a. Como a comparação que você escolheu consegue explicar melhor o fenômeno do experimento?
b. Por que a comparação que você não escolheu não é capaz de explicar o fenômeno?

**Quadro 2- Texto sobre modelo atômico de Thomson para os alunos**

<p style="text-align: center;"><b>O modelo atômico de Thomson</b></p> <p>Por volta do século XIX um cientista chamado Willian Crookes realizou um experimento com um tubo contendo determinada quantidade de gás e nesse experimento foi verificada uma emissão de radiação quando esse tudo era submetido a uma descarga elétrica. Nessa época, houve uma grande polêmica, de nível internacional, para investigar o que seria essa radiação (REIS; OLIVEIRA; SILVA, 2013).</p> <p>Naquela época, Thomson, assim como outros cientistas, começou a investigar sobre esta radiação emitida durante o experimento descrito por Willian Crookes. John Thomson era um cientista nascido na cidade de Cheetham, mas, morava na cidade de Cambridge e estudava no Trinity College. Ele iniciou sua vida acadêmica aos 14 anos, quando ingressou para cursar engenharia. Nessa época, esse cientista desenvolveu um grande interesse pelas teorias atômicas que previam a constituição da matéria e, principalmente, pelas ideias de Dalton (LOPES, MARQUES, 2010).</p> <p>Para investigar sobre a radiação emitida no trabalho de Willian Crookes, Thomson repetiu o experimento feito por Crookes com algumas alterações. Esses experimentos realizados por Thomson o fizeram perceber que a radiação emitida possuía massa específica e carga negativa, pois, a radiação era atraída por um campo elétrico positivo (REIS; OLIVEIRA; SILVA, 2013).</p>
---

Diante desses resultados, Thomson percebeu que esta carga negativa, com massa específica (valor fixo), presente na radiação era um componente que estava presente em todos os materiais. A este componente foi dado o nome de elétron. Sendo o elétron, portanto, a carga negativa que possui massa específica e está presente em todos os materiais.

Deste modo, como Thomson percebeu que os elétrons estariam presentes em todos os materiais e naquela época já se sabia que todos os materiais eram constituídos por átomos, logo, os elétrons estariam presentes nos átomos. Deste modo, Thomson propôs um novo modelo atômico.

Thomson concordava com Dalton que o átomo seria esférico, porém, para Thomson esta esfera seria carregada positivamente e os elétrons com cargas negativas estariam distribuídos de maneira uniforme por toda a extensão do átomo.

Thomson descreveu o átomo da seguinte maneira: esférico, no qual toda a esfera está uniformemente eletrificada positivamente e, nessa esfera encontram-se distribuídos os elétrons. Os elétrons estão distribuídos em arcos invisíveis, cada arco contendo certo número de elétrons de modo que os arcos que se encontram mais próximos da superfície da esfera possuem o maior número de elétrons. Além disso, esses elétrons estão em constante movimento, girando em alta velocidade no arco dentro da esfera (LOPES; MARQUES, 2010).

Para Thomson, as cargas negativas (elétrons) também poderiam se locomover dentro da esfera positiva se entrassem em contato com outro átomo. Isso porque, todos os átomos possuiriam elétrons e quando entrassem em contato uns com os outros para que não houvesse repulsão entre os seus elétrons, estes se mudariam de lugar deixando a esfera (o átomo) carregada positiva ou negativamente. Assim, poderiam atrair ou repelir outro material. Mas, passado alguns instantes depois do contato com outro material, o átomo voltaria a ser neutro (não iria atrair, nem repelir qualquer material).

Para o desenvolvimento de ambientes que favoreçam a argumentação é importante que o professor dê aos estudantes oportunidades de considerar a relevância das evidências disponibilizadas, afim de desenvolver seus próprios argumentos. Além disso, para que os estudantes possam fundamentar conclusões coerentes sobre os problemas, o professor deve realizar questionamentos no sentido de compreender o que os estudantes estão refletindo e incentivando-os a (re)formularem respostas com base em raciocínios elaborados. O objetivo geral da interação é ajudar os estudantes a refletirem sobre o raciocínio por trás de uma questão particular e incentivá-los a pensarem de forma mais autônoma (NEWTON; DRIVER; OSBORNE, 1999).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordagens de ensino em que o estudante não tem oportunidade de interagir e apresentar suas ideias podem ser incapazes de produzir uma visão adequada da ciência. Essas mesmas abordagens, em geral, favorecem a memorização passiva de informações pelos estudantes. Num sentido oposto, propomos uma UD na tentativa de contribuir para uma aprendizagem mais fundamentada dos conceitos, a partir da participação ativa dos estudantes na construção progressiva dos conhecimentos *de e sobre* ciência.

Compartilhamos das ideias de Jimenez-Aleixandre (2010), de que a participação dos estudantes em atividades que envolvam a argumentação pode

colaborar para o desenvolvimento de ideias sobre o caráter provisório da ciência na medida em que se discute que de acordo com as evidências disponíveis em cada momento os modelos (ou ideias) podem ser substituídos por outros e que os mesmos dados são interpretados de diferentes formas. Nesse sentido, consideramos que a UD possa contribuir para o desenvolvimento de uma imagem coerente do trabalho científico visto que tem a intenção de proporcionar momentos favoráveis para comunicação, argumentação e discussão das ideias dos estudantes.

Além disso, acreditamos que a UD pode proporcionar um ensino mais coerente com os aspectos previstos no PCN+ (BRASIL,2002) na medida em que estimula a criatividade, a comunicação, a refutação de ideias e a argumentação dos estudantes. Isso porque, ao proporcionar oportunidade do estudante criar, revisar e reformular suas próprias analogias favorece-se a comunicação, a argumentação e a refutação de ideias entre eles. Dessa forma, como aponta o PCN+ (BRASIL,2002), planejamentos que possibilitam esse processo dialógico, entre os próprios estudantes e entre eles e os professores, podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos.

Ademais, a UD proposta pode auxiliar professores inexperientes com o tipo de abordagem prevista, já que o material apresenta instruções detalhadas para cada atividade e sobre analogia e argumentação, além de explorar referenciais os conceitos necessários para os professores.

Por fim, é importante ressaltar que a proposta já foi aplicada em duas turmas do ensino médio no contexto real de sala de aula e os dados estão sendo analisados visando investigar o potencial da UD para a promoção de situações argumentativas. Nesse sentido, mais aplicações são necessárias buscando avaliar as potencialidades e limitações da proposta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL; *Ministério da educação secretaria de educação média e tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.* 2002.

BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. *REEC: Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias*, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

CHAVES, L. M. M. P. *História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de Química.* 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

EMIG, R. B.; MCDONALD, S.; ZEMBAL-SAUL C.; STRAUSS S. G. Analogical-Mapping-Based Comparison Activities as a Scaffold for Small-Group Argumentation. *Science Education*. v. 98, n. 2, p. 243-268, 2014.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de John Dalton. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 38-44, 2004.

GILBERT, J.; BOULTER, C.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: Gilbert, J.; Boulter, C. (Orgs.), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, p.3-17, 2000.

GLYNN, S. M. Conceptual bridges: Using analogies to explain scientific concepts. *The Science Teacher*, v. 62, n. 9, p. 25-27, 1995.

GLYNN, S. M. The Teaching-With- Analogies Model: Build conceptual bridges with mental models. *Science and Children*, p. 52-55, 2007.

GLYNN, S. M.; BRITTON, B. K.; SEMRUD-CLIKEMAN, M.; MUTH, K. D. Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. *Handbook of Creativity: Assessment, research and theory*. New York: Plenum Press. p. 383-398. 1989.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 ideas clave*. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Vol. 12. *Barcelona: Graó*, 2010.

LOPES, C. V. M.; MARQUES, D. M. Modelos atômicos de J. J. Thomson e Ernest Rutherford. *História da ciência: tópicos atuais 2*. Pinto Trindade, São Paulo, p. 131-158, 2010.

LOPES, C. V. M.; MARTINS, R. A. J. J. Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: o 'pudim de passas' nos livros texto. *VII Enpec*, novembro, 2009. ISSN: 21766940

LOPES, C. V. M.; *Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução a teoria quântica*. 2009. 161 f. Tese (Doutorado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009

MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Questões e Debates Atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, p. 187-216, 2013.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova Escola*, n. 1, p. 23-26, 1995.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. S. "Nem Tudo que Reluz é Ouro": Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*. v. 15, n. 1 p. 11-147, 2015.

MUNARIN, K. O.; MUNARIN, E. E. O. Uma análise crítica das analogias "bola de bilhar", "pudim de passas" e "sistema solar" utilizadas para o ensino de química em modelos atômicos. Encontro Nacional de Ensino de Química, XIV, Curitiba. *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba – Paraná, 2008.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 5, p. 553–576, 1999.

ROMANELLI, Lilavate I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. *Química nova na escola*, v. 3, p. 27-31, 1996.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. C.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: Uma análise crítica sobre o que os estudantes pensam a partir delas. *Investigação em ciência*, v. 11, n. 1, p. 7-28, 2006.

VIANA, H. E. B. *A Construção de teoria atômica de Dalton como estudo de caso – e algumas reflexões para o ensino de química*. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.