

## Problematizando o ensino de modelos atômicos: estudo das representações e o uso de um jogo didático

### RESUMO

O presente trabalho busca discutir sobre o ensino de modelos atômicos no ensino médio a partir do uso de diversificados recursos didáticos, buscando superar algumas das dificuldades atreladas ao processo ensino-aprendizagem deste conteúdo. Para tal, planejou-se uma sequência de aulas em que se explorou o uso de representações mentais, modelos e um jogo didático. O planejamento foi realizado por licenciandas em Química e aplicado com alunos do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola estadual de Joinville/SC. A exploração e discussão sobre as representações mentais do átomo, a partir de desenhos feitos pelos alunos, mostraram-se importantes para problematizar a ideia da criação de modelos para algo que não se vê, refletindo sobre o papel dos atomistas. O uso dos modelos auxiliou diretamente nessa (re)construção da compreensão acerca de cada modelo atômico estudado. Os jogos didáticos promoveram a participação e a curiosidade da turma, proporcionaram melhoras no aprendizado dos alunos a partir da interação estabelecida entre eles, revelando ser uma importante ferramenta de avaliação para a aprendizagem. As ferramentas utilizadas mostraram alto potencial para o ensino de modelos atômicos, mas precisam de uma mediação consciente do professor. Conclui-se ser fundamental que o ensino de modelos atômicos seja precedido, ou problematizado concomitantemente, por discussões que tenham por base o uso da linguagem, a exploração da ideia de representação e uso de modelos e analogias, para dar coerência ao aprendizado dos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química. Recurso didático. Modelos representacionais.

**Luana Carol de Camargo**[luanacamargo1328@gmail.com](mailto:luanacamargo1328@gmail.com)[orcid.org/0000-0002-1918-1345](https://orcid.org/0000-0002-1918-1345)

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Santa Catarina, Brasil

**Sara de Simas Asquel**[sara\\_asquel@hotmail.com](mailto:sara_asquel@hotmail.com)[orcid.org/0000-0002-0354-6565](https://orcid.org/0000-0002-0354-6565)

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Santa Catarina, Brasil

**Brenno Ralf Maciel Oliveira**[brenno.oliveira@udesc.br](mailto:brenno.oliveira@udesc.br)[orcid.org/0000-0002-4103-4739](https://orcid.org/0000-0002-4103-4739)

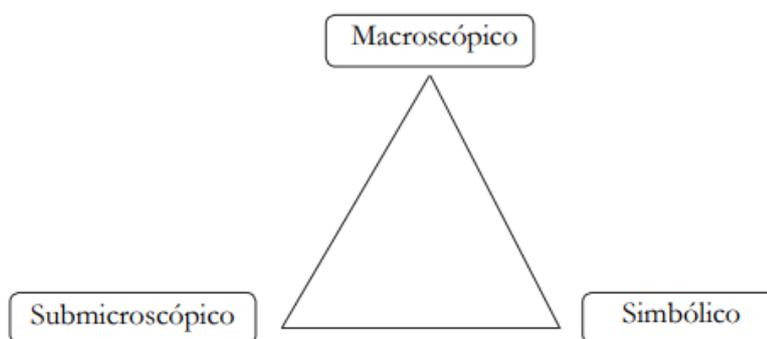
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Santa Catarina, Brasil

## INTRODUÇÃO

A dificuldade na compreensão dos conteúdos químicos por parte dos alunos, de um modo geral, deve-se ao fato de a Química ser estudada de maneira fragmentada, envolvendo conceitos abstratos e linguagem simbólica bastante específica.

Os estudos de Johnstone (2000) discutem acerca da ideia de representação do conhecimento químico em três níveis: um deles denominado macroscópico, que considera aquilo que é essencialmente sensorial ou perceptivo; um nível chamado de submicroscópico, de característica exploratória ou molecular do fenômeno em estudo; e o nível representacional, que consiste no aspecto simbólico inerente ao assunto estudado. A figura 1 apresenta o triângulo proposto por Johnstone (2000), que estabelece a relação entre estes três níveis de maneira a articular as diferentes dimensões do conhecimento químico.

Figura 1 – Níveis do conhecimento químico propostos no triângulo de Johnstone



Fonte: adaptado de Johnstone (2000).

Nesse sentido, o conhecimento químico se torna mais significativo para os estudantes quando esses três níveis se relacionam durante o ensino dos conteúdos. Por isso, é importante que os professores explorem diferentes estratégias e ferramentas didáticas que busquem relacionar os níveis propostos no triângulo de Johnstone, a fim de dar maior sentido àquilo que se ensina.

Muitas vezes, ao ensinar alguns conceitos químicos considerados abstratos, ou que não permitem uma exploração mais fenomenológica, os professores utilizam analogias, a fim de auxiliar na compreensão do conteúdo e/ou dos fenômenos estudados (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2016). Para estes autores, as analogias são um tipo específico de modelo de ensino que pode ser entendida “como comparações entre dois domínios diferentes. Em outras palavras, dizer que “A” é análogo de “B” implica que “A” é como se fosse “B”, ou que “A” e “B” compartilham algumas características” (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2016, p.9).

As analogias possuem muitas características positivas no processo de ensino-aprendizagem, já que elas podem estabelecer uma relação entre o que é familiar e o que é desconhecido pelos alunos. Contudo, possuem também aspectos limitantes no ensino, como as possíveis más interpretações ou generalizações que podem levar a formas equivocadas de raciocínio.

O uso de analogias no ensino de Química é bastante comum (LIMA et al, 2016), entretanto esse uso precisa ser mais problematizado entre os professores, para que sua utilização seja feita de maneira consciente, com base em uma reflexão

sobre as limitações e potencialidades da mesma no ensino de cada conteúdo. Um exemplo comum do uso de analogias no ensino de Química está presente no ensino de modelos atômicos.

O conteúdo curricular de modelos atômicos é abordado normalmente no ensino médio a partir de diversas representações do átomo e os pensadores desses modelos. O pensamento acerca da constituição da matéria teve origem na Grécia antiga e desde então variados modelos atômicos surgiram. Entretanto, muitas vezes a abordagem desse conteúdo se limita a mera apresentação dos modelos e de seus atomistas, ou ainda, uma simplificação dos modelos às analogias, gerando grande confusão no aprendizado dos estudantes.

Consideramos que seja fundamental uma discussão sobre as evidências que cada atomista teve para propor seu modelo, bem como da exploração das representações mentais dos estudantes, de modo que a compreensão dos alunos não se limite apenas ao uso das analogias, mas que seja mais ampla no sentido de compreender o modelo análogo a partir de um pensamento mais elaborado.

Dentre as dificuldades relacionadas ao ensino de modelos atômicos ressalta-se a difícil abstração e assimilação por parte dos alunos. Essa dificuldade se dá pelo fato do estudo sobre o átomo envolver o nível submicroscópico, ou seja, o átomo é algo que não se pode tocar, nem visualizar. Por isso, Santos e Schnetzler (1997) ressaltam que esse nível deveria ser ensinado através do uso de modelos simplificados que são mais acessíveis a compreensão dos alunos, e esse estudo, por sua vez, seria precedido por uma discussão acerca dos aspectos macroscópicos das propriedades dos materiais e das transformações envolvidas.

Os modelos são entendidos, segundo Santana, Sarmiento e Wartha (2011) como imagens que são construídas para ajudar a entender a realidade, ou seja, é necessário que haja relação dele com o que se quer ressaltar, bem como se deve enfatizar que o modelo não é a cópia da realidade e sim apenas uma representação, uma analogia. Portanto, essas representações são explicações provisórias, cujas capacidades explicativas são maiores do que apenas com o uso de analogias (SANTANA; SARMENTO; WARTHA, 2011).

As representações dos modelos atômicos podem contribuir para a construção de uma imagem do que se quer estudar sobre o átomo, na imaginação dos alunos. Por isso, considera-se que o uso de representações dos modelos atômicos pode ter um grande potencial enquanto recurso didático, desde que sejam tomados alguns cuidados que reafirmem a ideia do que significa um modelo e uma representação para os alunos.

Além disso, consideramos também que a inserção de jogos didáticos em aulas de Química pode estimular a participação e interesse dos estudantes, devido a seu aspecto lúdico e de dinamização da aula, podendo auxiliá-los no aprendizado. Segundo Kishimoto (1994), o jogo é considerado um tipo de atividade lúdica e possui duas funções: a lúdica e a educativa, que devem estar em harmonia. Segundo Moreira e colaboradores (2013, p.1389):

Os jogos educativos ou didáticos fornecem um meio para que a aula se torne mais dinâmica. Com eles, os estudantes podem ir além da aprendizagem convencional, centrado na teoria, interagindo com o contexto trabalhado. Assim, seus pensamentos serão muito mais organizados, fundamentados e amplos, aumentando a curiosidade e vontade de aprender.

Além disso, os jogos didáticos possibilitam o rompimento da fronteira existente entre trabalho e divertimento, ou seja, o jogo possibilita uma intersecção entre o obrigatório e o que proporciona alegria, a fim de que o aluno aprenda com satisfação e prazer, proporcionando uma maior socialização, do que as aulas tradicionais.

Segundo Borsa (2007) a socialização é um processo interativo e necessário para o desenvolvimento do ser humano, pois tem o objetivo de aprender o correto e o que se julga incorreto, ou seja, a compreensão das regras morais que regem a sociedade na qual vive. Além da socialização o jogo também estimula a interação aluno/aluno e aluno/professor.

Conforme Fialho:

A exploração do aspecto lúdico, pode se tornar uma técnica facilitadora na elaboração de conceitos, no reforço de conteúdos, na sociabilidade entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação, tornando esse processo transparente, ao ponto que o domínio sobre os objetivos propostos na obra seja assegurado (FIALHO, 2008, p.16).

O jogo didático também pode ser utilizado como forma de avaliação. Segundo Rezende e Soares (2011) o aluno poderá interagir com o jogo de forma a colocar em prática os conteúdos estudados previamente, e dessa forma ser avaliado. Sobre isso, Silva e Amaral ressaltam que:

Durante a aplicação do jogo como um instrumento avaliativo, o aluno pode perceber se os conteúdos foram realmente assimilados, se sua aprendizagem obteve o êxito pretendido, se é necessário um reestudo de determinado conteúdo e se ele está satisfeito com o que aprendeu durante sua aprendizagem (SILVA; AMARAL, 2011, p.2).

Perante o exposto, o objetivo do presente trabalho é o de refletir acerca dos resultados obtidos pela aplicação de uma sequência de aulas que preconizaram o uso de recursos didáticos, tais como modelos, analogias e um jogo didático para o ensino de modelos atômicos, em especial a reflexão será direcionada para o potencial desses recursos para auxiliar na aprendizagem dos estudantes e para avaliar seu processo de aprendizado. Nesse sentido, o primeiro intuito em utilizar essas estratégias no ensino de modelo atômico é o de melhorar o processo de ensino e de aprendizagem desse conteúdo.

### **PERCURSO METODOLÓGICO: UMA APRESENTAÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS ELABORADOS E DO CONTEXTO DE SEU PLANEJAMENTO E UTILIZAÇÃO**

O planejamento das aulas descritas neste trabalho, bem como o processo de elaboração dos seus recursos didáticos utilizados, se deu em uma disciplina de um curso de licenciatura em Química de uma universidade catarinense, em que foram estudadas as características, limitações e potencialidades de diversos recursos didáticos e após esse estudo foram planejadas as aulas, com o intuito de incorporar o uso de alguns dos recursos estudados em aulas de Química.

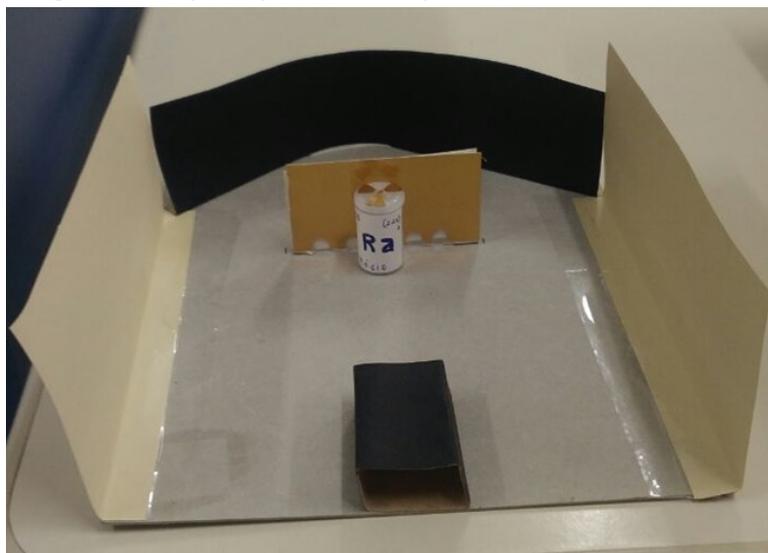
Após o período de elaboração e planejamento das aulas, foi realizada uma parceria com algumas escolas, a fim de aplicar as aulas e validar a proposta avaliando os resultados obtidos. Nesse trabalho, será discutido acerca das aulas

sobre modelos atômicos, que foram realizadas com vinte e dois alunos do primeiro ano do ensino médio em uma escola estadual localizada na região norte da cidade de Joinville. O planejamento consistiu na aplicação de três aulas, ministradas por duas acadêmicas, que serão descritas a seguir.

Na aula 1, foi realizada uma aula expositiva dialogada sobre o átomo e alguns modelos atômicos, com o auxílio de slides. Os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, foram explorados nas aulas por serem os principais modelos abordados nas coleções dos livros didáticos de Química do atual Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). No entanto, cabe salientar que existem outros modelos, como o de Sommerfeld, e que a evolução da ideia sobre o átomo teve continuidade após o modelo de Bohr, com o modelo quântico.

O conteúdo foi abordado de forma a estimular os estudantes na exploração das possíveis representações de alguns modelos atômicos, sem apresentá-los logo de início. Ou seja, no início das discussões foram apresentadas as características e/ou as evidências experimentais que cada atomista teve ao longo da história, bem como as ideias que faziam parte de seu raciocínio acerca da constituição da matéria. Em seguida, em cada discussão foram feitas pequenas pausas para que os estudantes desenhassem um modelo que representasse as características e aspectos discutidos. Para discutir sobre o experimento realizado por Rutherford, utilizou-se de uma maquete, representada na Figura 2.

Figura 2 – Maquete que simula o experimento de Rutherford

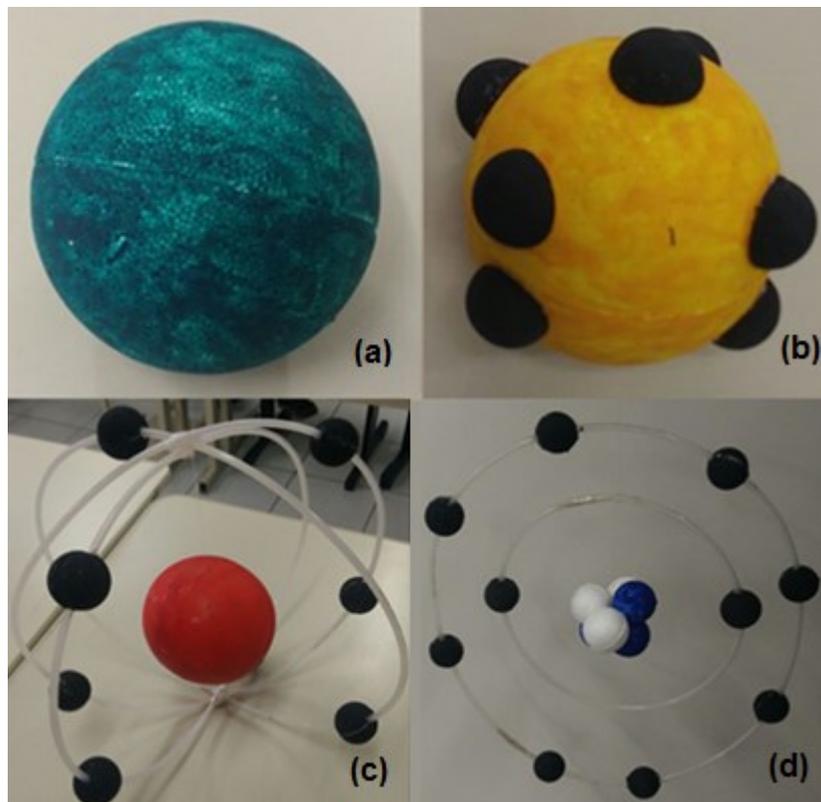


Fonte: autoria própria (2017).

Após os alunos fazerem seus desenhos, foi solicitado que alguns deles desenhassem suas ideias no quadro para a turma. Então, a discussão foi retomada, explorando as várias representações possíveis para cada modelo atômico. Nesse momento, foram apresentadas algumas imagens de possíveis representações do átomo, conforme normalmente são apresentadas nos livros didáticos. Além de utilizar tais figuras para refletir sobre as representações dos modelos atômicos, foram utilizados também modelos físicos em tamanhos grandes para facilitar a compreensão por parte dos alunos e explorar a ideia de representação. Esses modelos foram elaborados anteriormente pelas acadêmicas, utilizando-se de

bolas de isopor de tamanhos diferentes e mangueiras transparentes, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Representações dos modelos atômicos de Dalton (a), de Thomson (b), de Rutherford (c) e de Bohr (d)



Fonte: autoria própria (2017).

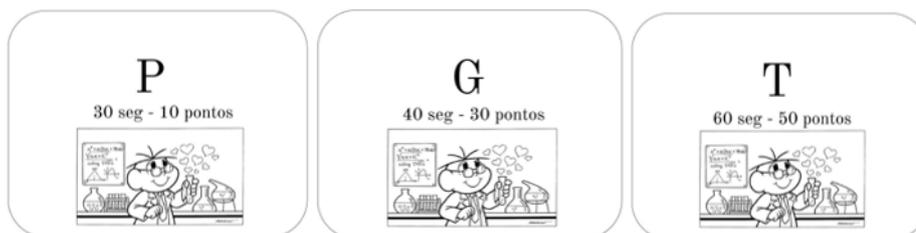
Após essas discussões foram feitas comparações dos modelos propostos pelos atomistas e alguns exemplos análogos utilizados por alguns professores e livros didáticos, como por exemplo, a bola de bilhar, o pudim de passas, o sistema solar, entre outros. Nesse momento, buscou-se enfatizar a limitação das analogias na tentativa de explicar um modelo atômico.

Nessa perspectiva, durante as discussões os estudantes puderam refletir e discutir sobre a ideia de representar ou propor um modelo para algo que não é possível visualizar, como o átomo. Os estudantes pensaram, assim, sobre suas próprias representações e os modelos apresentados nos livros didáticos.

Na aula 2, os alunos participaram de um jogo didático intitulado Quiz Atômico, o qual foi elaborado pelos próprios autores. A turma de 22 alunos foi dividida em quatro grupos, os quais deveriam escolher um aluno de cada grupo para ser o peão da sua equipe. No chão da sala de aula, foram colocadas as casas do jogo, de forma circular (ficando infinito), sendo que existiam três tipos de casas, sendo elas a casa P (peão), G (grupo) e T (todos), que indicavam quem deveria responder a pergunta, conforme a Figura 4.

O jogo consistia em perguntas de diferentes níveis de dificuldade: perguntas para o peão, perguntas para o grupo e perguntas para a turma, sendo estas de nível fácil, médio e difícil, respectivamente.

Figura 4 – Tipos de casas utilizadas no jogo didático Quiz Atômico



Fonte: autoria própria (2017).

O peão deveria jogar o dado e andar o número de casas indicadas pelo mesmo, sendo que se o peão da equipe andasse e parasse sobre a casa com a letra P, ele deveria retirar uma pergunta, identificada como sendo para o peão e respondê-la dentro de 30 segundos, porém não poderia receber ajuda de seu grupo, deveria responder sozinho à questão. Caso o peão acertasse a resposta, a equipe dele ganharia 10 pontos. Como exemplo de pergunta realizada para o peão, considerada de nível fácil, ressalta-se: “Qual foi o primeiro modelo que não considerava o átomo como maciço?”.

Se o peão parasse na casa com a letra G, ele retirava uma pergunta de nível médio e seu grupo teria até 40 segundos para responder a questão, sendo que então o peão deveria receber a ajuda de sua equipe. Caso acertassem, o grupo ganharia 30 pontos. Como exemplo de pergunta realizada para o grupo, considerada de nível médio, salienta-se: “O que Rutherford pôde concluir a partir de seu experimento de bombardeio com partículas alfa em lâminas de ouro?”.

Por fim, se algum peão parasse na casa com a letra T, ele retiraria uma pergunta de nível difícil e todas as equipes poderiam responder em um papel e entregar para as professoras (acadêmicas), dentro do tempo de 60 segundos. Ganharia 50 pontos a equipe que entregasse a resposta primeiro e que estivesse correta. Como exemplo de pergunta realizada para toda a turma, considerada de nível difícil, evidencia-se: “Sobre o modelo de Rutherford, julgue os itens a seguir como verdadeiros ou falsos: I - O modelo de Rutherford apresenta um núcleo com carga negativa; II - O modelo foi elaborado a partir de experimentos em que uma fina lâmina de ouro era bombardeada com outro elemento químico; III - O modelo atômico de Rutherford afirmava que o átomo era uma esfera indivisível positiva, com cargas negativas ao redor”.

Na aula 3, foi entregue um teste para os alunos responderem, o qual consistia em ilustrações que representavam cada modelo atômico estudado e os alunos deveriam explicar como compreendiam cada uma daquelas representações. Além disso, os estudantes responderam algumas perguntas sobre o que acharam das aulas e se os recursos didáticos utilizados auxiliaram de alguma forma na compreensão do conteúdo químico de modelos atômicos.

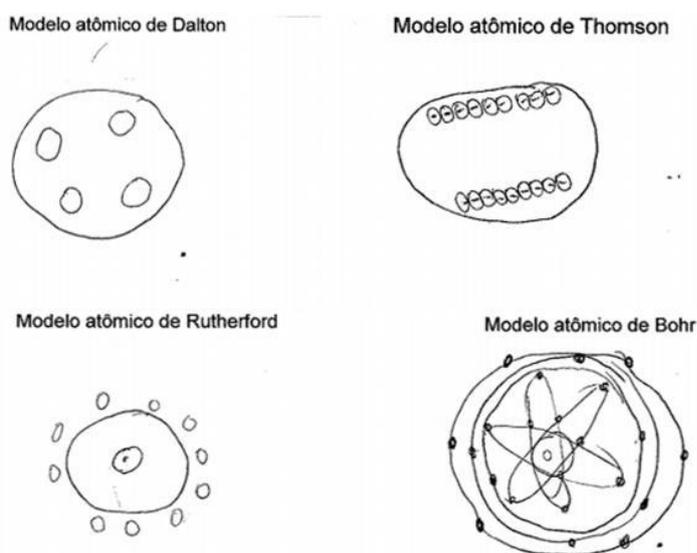
## RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS DIDÁTICOS ELABORADOS PARA O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS

Na aula 1, a participação dos estudantes foi bastante intensa, em especial nas discussões propostas ao final da aula, em que realizou-se uma reflexão sobre a ideia de representar um modelo a partir de algo que não se vê. Os estudantes aparentemente não haviam parado para pensar sobre a difícil tarefa de criar um modelo de algo abstrato como, por exemplo, o átomo. Esse aspecto fez com que as aulas contribuíssem diretamente para tornar o pensamento dos estudantes mais elaborado, principalmente ao se colocarem no papel dos atomistas, tentando representar seus próprios modelos atômicos apenas com algumas evidências experimentais ou outras características discutidas na aula.

De modo geral, os estudantes fizeram desenhos bem diversos e criativos, como por exemplo, sobre o modelo de Dalton, um deles desenhou uma bola de bilhar (com o número 8), outro aluno desenhou o modelo de Rutherford como sendo o de Dalton, outro desenhou um quadrado, enquanto que outro desenhou uma esfera com outras esferas menores dentro. Alguns dos desenhos feitos pelos alunos sobre cada modelo atômico tiveram influências das aulas que introduziram o referido assunto durante o nono ano do ensino fundamental, ou seja, embora os modelos atômicos não tivessem sido discutidos no primeiro ano do ensino médio até a execução das aulas descritas aqui neste trabalho, os alunos já haviam tido uma base sobre o assunto no ano anterior.

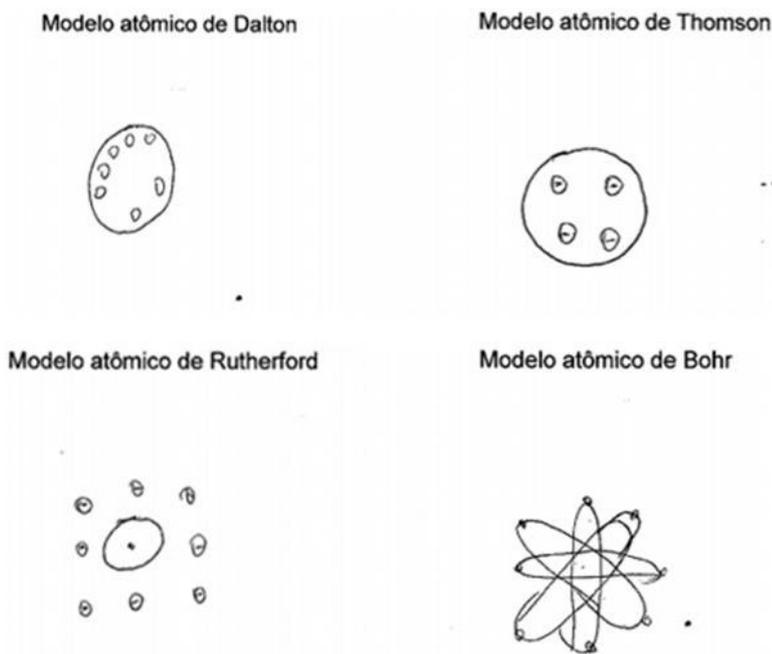
A Figura 5 e a Figura 6 apresentam os desenhos feitos pelo Aluno 1 e Aluno 2, respectivamente.

Figura 5 – Representações do Aluno 1 para os modelos atômicos



Fonte: autoria própria (2017).

Figura 6 – Representações do Aluno 2 para os modelos atômicos



Fonte: autoria própria (2017).

Observa-se que o modelo de Dalton, tanto para o Aluno 1 quanto para o Aluno 2, é representado com a presença de algumas subpartículas no interior do átomo, o que pode sugerir uma característica oposta à ideia de uma esfera maciça e indivisível.

O modelo de Thomson é representado por ambos os alunos como uma esfera onde estão dispersas cargas negativas; sendo que para o Aluno 1, essas cargas aparentemente possuem certa organização. Possivelmente a compreensão do Aluno 1 advém de seu entendimento sobre a palavra “uniformemente”, uma vez que durante a aula comentou-se que o modelo atômico de Thomson propunha que o átomo era uma esfera maciça, de carga elétrica positiva, onde os elétrons (com cargas negativas) estariam uniformemente distribuídos. Vale ressaltar que nenhum dos alunos explicitou em seu desenho a ideia da neutralidade elétrica do átomo, uma vez que apenas enfatizaram as cargas negativas.

Já para o modelo de Rutherford, em um dos desenhos (Aluno 1) verifica-se a representação de esferas pequenas ao redor de uma esfera maior central, enquanto que no outro desenho (Aluno 2), podem-se notar as esferas menores com cargas negativas, ou seja, representando os elétrons ao redor de uma esfera central, a qual faz alusão ao núcleo atômico. Nenhum dos desenhos traz relação explícita quanto ao movimento de elétrons, mas nos dois desenhos parece haver a indicação de uma camada intermediária entre o núcleo e os elétrons que não fica muito claro o significado de tal representação.

Nos estudos de França e colaboradores (2009) e Santana, Sarmento e Wartha (2011) verificou-se que a maioria dos estudantes propuseram modelos de átomo que se assemelham ao modelo de Rutherford. Segundo os autores esse modelo parece ser mais consistente aos alunos devido a comparação analógica estabelecida com o sistema solar, ou então pelo fato dos professores

apresentarem os modelos de maneira cronológica como se o mais recente substituísse os modelos anteriores.

Para o modelo atômico de Bohr, em ambos os desenhos é notável a representação de órbitas, as quais circundam uma pequena esfera central, possivelmente representando o núcleo. Nessas órbitas, pode-se observar a presença de esferas menores, que apesar de não mostrarem nenhum tipo de carga, deduz-se que representem os elétrons. Apesar disso, as representações do modelo de Bohr, mostram as órbitas todas em um mesmo nível atômico, e não divididas em níveis diferentes de energia, como havia sido discutido em um primeiro momento com os alunos.

A exploração da representação mental dos modelos e da produção dos desenhos não teve o intuito de verificar se o pensamento dos alunos está certo ou errado, mas levá-los tornar esse pensamento mais elaborado, a partir da reflexão em quais aspectos sua própria representação se assemelha ou difere das representações apresentadas posteriormente pelas professoras.

Após a discussão inicial e a dinâmica de representação mental e por desenhos sobre os modelos atômicos, discutiu-se com os estudantes os modelos confeccionados pelas professoras, bem como as limitações dos mesmos.

A confecção desses modelos também foi um importante momento formativo para as licenciandas que preparam as aulas discutidas nesse trabalho, uma vez que diferentes aspectos relacionados à aprendizagem dos estudantes precisaram ser levados em conta, bem como os aspectos inerentes a ideia de cada atomista. Nesse sentido, embora os modelos apresentem limitações que foram discutidas com os estudantes, os mesmos podem auxiliar na compreensão dos estudantes, desde que utilizado de uma maneira coerente que não reforce uma compreensão equivocada nos estudantes de que aquele modelo é um átomo, ou que seja uma imagem era o átomo “visto” pelos atomistas.

Além disso, buscar materiais alternativos e de baixo custo é uma saída necessária em muitos momentos da docência em Química. Daí a importância de se oportunizar aos licenciandos refletirem sobre esses aspectos confeccionando materiais para o ensino de Química.

A partir das atividades realizadas com os alunos sobre as representações mentais a partir de seus desenhos, o uso das analogias e os modelos atômicos, bem como os modelos confeccionados pelas professoras, percebeu-se que a discussão acerca desses modelos facilitou a compreensão sobre as representações, além de ter sido algo atrativo para os alunos, pois eles podiam “pegar/tocar” e questionar, caso não tivessem compreendido bem. Dessa forma a aula se tornou mais dinâmica.

Durante a aula 2, quando ocorreu a aplicação do jogo didático, inicialmente percebeu-se que os alunos não se lembravam muito de como era cada modelo atômico. Isso pode ser justificado pelo fato de que entre a aula 1 e a aula 2 houve um espaço de duas semanas sem aulas de Química na escola em que essas aulas foram aplicadas. Tal fato foi decorrente de atividades internas da escola. Por isso, foi necessário discutir novamente com os alunos sobre o que havia sido estudado na primeira aula, realizando uma breve retomada antes de a turma participar do jogo.

Durante a realização do jogo didático Quiz Atômico, notou-se que os alunos ficaram bastante empolgados, interessados e participativos. Em alguns momentos do jogo os alunos tiveram dificuldades em responder as perguntas do quiz, tanto aquelas destinadas exclusivamente ao peão de cada equipe, quanto às demais que envolviam a ajuda da equipe ou a possibilidade de toda a turma responder. Nesses momentos, optou-se por estimular as lembranças dos alunos, auxiliando-os na resolução das questões.

É preciso ter cuidado ao utilizar jogos didáticos para que o aspecto lúdico não fique evidente demais em detrimento de sua função pedagógica. Nesse sentido, o jogo Quiz Atômico cumpriu adequadamente seu papel, pois além de servir como uma ferramenta de avaliação para a aprendizagem, uma vez que os alunos se ajudaram mutuamente para resolverem as questões propostas no jogo, pôde ajudar os estudantes na assimilação e exercício dos conceitos estudados anteriormente.

Além disso, notou-se também que os integrantes dos grupos interagiram de maneira cooperativa, ocorrendo momentos em que quando alguém respondia a questão do jogo de forma incorreta, a turma unia-se e se ajudava para responder a questão de forma correta, mesmo tendo consciência de que não ganhariam pontos a mais por isso. A Figura 7 ilustra alguns momentos da realização do jogo Quiz Atômico.

Figura 7 – Momentos da realização do jogo Quiz Atômico



Fonte: autoria própria (2017).

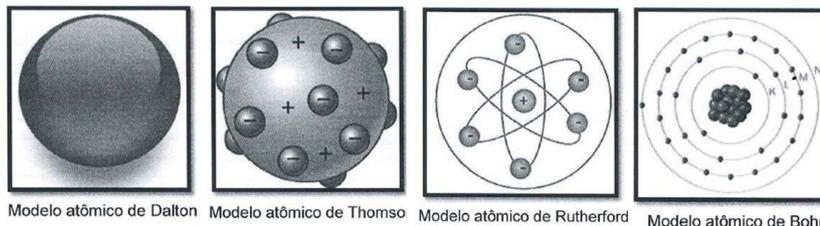
Moreira e colaboradores (2013) também verificaram resultados semelhantes ao trabalhar com um jogo didático denominado Trilha atômica, em que os estudantes tiveram melhoras significativas em suas notas depois de participarem de um jogo sobre o que aprenderam acerca dos modelos atômicos. Os autores ressaltam a grande motivação dos estudantes em aprenderem o conteúdo a partir da aula descontraída e dinâmica possibilitada pelo uso do jogo didático.

Na aula 3, os alunos responderam, individualmente e por escrito, a uma questão (Figura 8) que explorava o processo inverso ao que havia sido feito na aula 1: ao invés de representar um desenho sobre cada modelo atômico a partir de suas características e sua própria representação mental, os alunos deveriam explicar os modelos atômicos apresentados a eles a partir de representações que normalmente são apresentadas nos livros textos, evidenciando as características de cada um deles e os principais aspectos discutidos em aula sobre cada um dos

modelos atômicos. Com isso foi possível verificar, em partes, a compreensão dos estudantes sobre os modelos atômicos estudados.

Figura 8 – Questão final respondida pelos alunos acerca de suas compreensões sobre a representação dos modelos atômicos

1 – Explique como você compreende cada uma das representações de modelos atômicos apresentadas a seguir, trazendo os aspectos discutidos na aula:



Fonte: autoria própria (2017).

Notou-se que uma significativa parcela da turma conseguiu discutir sobre as características dos modelos atômicos. Os alunos, de modo geral, redigiram respostas corretas sobre como eram cada um dos modelos atômicos a partir de suas representações. Parte disso deve-se ao fato de terem participado do jogo didático e exercitado seus aprendizados durante a aula 2, bem como da reflexão e discussão realizada sobre as representações dos modelos atômicos a partir de suas características. O Quadro 1 apresenta algumas das respostas dos alunos.

Quadro 1 – Algumas explicações dos alunos sobre cada modelo atômico estudado

Sobre o modelo atômico de Dalton
<p>“Esfera maciça e indivisível sem cargas”                      “Esfera maciça, sem carga e indivisível”                      “Um núcleo maciço, indivisível e com a analogia de uma bola de bilhar. (Uma esfera)”                      “É representado como uma bola de bilhar indivisível e maciça”.</p>
Sobre o modelo atômico de Thomson
<p>“Esfera positiva com elétrons negativos encrustados. Associado a pudim de passas”                      “Núcleo positivo com elétrons encrustados”                      “Um núcleo positivo com elétrons negativos e a analogia de um pudim de passas”. “É representado pelo pudim de passas, onde seu centro são cargas positivas com várias cargas, acima do centro estas cargas são negativas”</p>
Sobre o modelo atômico de Rutherford
<p>“Núcleo positivo, com elétrons negativos na mesma camada”                      “Núcleo neutro e positivo com elétrons ao seu redor”                      “Um núcleo positivo e vários elétrons negativos em órbitas diferentes com a analogia do sistema solar”                      “Representado pelo sistema solar onde o núcleo é positivo e em volta dele uma eletrosfera”.</p>
Sobre o modelo atômico de Bohr
<p>“Núcleo com várias partículas e elétrons em camadas diferentes”                      “Sistema solar com elétrons ao seu redor”                      “Núcleo com vários átomos em órbitas que podem chegar até 7”                      “Ele tem o núcleo positivo e várias camadas ao redor com cargas negativas”.</p>

Fonte: autoria própria (2017).

Embora várias respostas demonstrem certa compreensão dos estudantes sobre os modelos atômicos estudados e algumas de suas principais características,

verifica-se que o uso de analogias em suas explicações para os modelos é bastante recorrente.

Durante as aulas descritas neste trabalho foram tomados diversos cuidados em relação ao uso das analogias, para que os estudantes não as tomassem como explicação por si só para os modelos. Nesse sentido, vale destacar o quão significativo é o uso das analogias no aprendizado dos alunos. Possivelmente, ao discutir esse assunto no nono ano, o professor deve ter explorado as analogias dos modelos atômicos de uma maneira mais incisiva.

Algumas das analogias podem não servir para o contexto dos estudantes brasileiros e quando usadas podem gerar construções equivocadas. Sobre isso, Souza, Justi e Ferreira (2006) discutem a inadequação do domínio dessa analogia, uma vez que os estudantes brasileiros conhecem pudim como uma massa clara de formato circular com um furo no meio, que raramente é acompanhada de passas. Dessa forma, é importante refletir sobre os significados construídos pelos alunos a partir do uso de tais analogias.

Ao final da aula 3, os estudantes responderam por escrito a duas questões que investigava a opinião deles a respeito das aulas e dos recursos didáticos utilizados. De forma geral, os alunos afirmaram que o jogo contribuiu para facilitar a compreensão do conteúdo e que de todas as aulas o que eles mais gostaram foi do jogo didático. O Quadro 2 apresenta algumas respostas sobre a opinião dos alunos.

Quadro 2 – Opinião dos alunos sobre o jogo didático e as aulas de modo geral

<b>Pergunta 1: O jogo ajudou na compreensão do conteúdo? Explique.</b>
<i>“Ajudou. Consegui tirar minhas dúvidas e aprender o que não sabia”</i>
<i>“Sim, fez com que os grupos interagissem e levassem a sério o conteúdo, lembrando de seus conhecimentos”</i>
<i>“Sim, eu não sabia nada sobre átomos, agora pelo menos entendi o assunto”</i>
<i>“Na minha opinião não ajudou, porque o tempo era limitado”</i>
<i>“Sim, foi mais fácil de compreender pelo fato da dinâmica”</i>
<i>“Sim, porque como era uma competição, nós ficamos mais concentrados no assunto”</i>
<b>Pergunta 2: Do que você mais gostou nas aulas e do que menos gostou?</b>
<i>“Gostei de tudo, principalmente das perguntas em grupo. Não tem nada que não tenha gostado”</i>
<i>“Gostei mais do jogo, porque compreendi melhor o conteúdo e menos gostei da primeira aula, pois foi uma parte mais teórica”</i>
<i>“Gostei bastante do jogo, não gostei de responder o questionário”</i>
<i>“Gostei muito dos simuladores, das explicações, dos exemplos enfim, acho que não teve nada que não gostei, foi realmente muito bom e divertido”</i>
<i>“Eu gostei dos diversos modelos atômicos e como são formados”</i>
<i>“Gostei mais do jogo e dos modelos”</i>

Fonte: autoria própria (2017).

As respostas dos alunos denotam que o jogo didático mobilizou a participação dos estudantes, proporcionando maior interesse e aprendizado. Apenas um aluno afirmou que o jogo não o auxiliou no aprendizado, devido ao pouco tempo em que o mesmo foi explorado.

Além disso, a avaliação final dos estudantes sobre as aulas realizadas foi bastante positiva, pois, de modo geral, todos declararam gostar das atividades e consideraram as mesmas proveitosas em termos de aprendizagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização das aulas sobre modelos atômicos foi permeada pelo significativo interesse dos alunos nos assuntos estudados, pois os mesmos interagiram ativamente tanto nas discussões quanto na realização do jogo. Tal fato denota a importância de se utilizar recursos didáticos adequados para as aulas de Química.

Observou-se que a reflexão acerca das representações dos modelos atômicos auxiliou na construção da compreensão dos estudantes sobre o átomo. Dessa forma, a maioria dos alunos conseguiu descrever corretamente cada modelo atômico estudado e suas características a partir de uma ilustração que representava cada modelo. Vale ressaltar a importância de se discutir e refletir sobre a ideia de representar algo que não se vê, explorando a representação mental, os desenhos e o uso de modelos e analogias de uma forma crítica. Por isso, o uso desses recursos deve ser feito com bastante cautela e amparado por uma reflexão consciente.

O jogo didático permitiu acompanhar e avaliar a compreensão dos alunos sobre os modelos atômicos e, por meio das respostas dadas ao final das aulas, pôde-se analisar se os conceitos foram compreendidos corretamente.

Portanto, o uso das representações e modelos, bem como o jogo didático, se mostraram eficazes no processo de ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno reelaborar sua maneira de pensar e construir novos conhecimentos. Além disso, o jogo didático também se apresentou como um bom instrumento de avaliação, já que os alunos se sentiram mais tranquilos para responder as perguntas e o professor pôde acompanhar a evolução e as lacunas no aprendizado dos estudantes.

Por fim, ressalta-se a fundamental importância do processo de elaboração dessa sequência de aulas para a formação docente das acadêmicas envolvidas, pois através dele é possível refletir sobre os potenciais e as limitações dos recursos didáticos utilizados, problematizar questões inerentes ao ensino de Química, bem como repensar na prática docente a partir dos resultados obtidos em um contexto real de sala de aula.

---

## Problematizing the teaching of atomic models: an exploration about representations and the use of a didactic game

### ABSTRACT

The present study aims to discuss the teaching of atomic models in high school from the use of diversified didactic resources, while trying to overcome some of the difficulties linked to the teaching-learning process of this content. To this end, a sequence of lessons was planned, in which the use of mental representations, models and a didactic game was explored. Planning was carried out by certified chemistry teachers and applied to first-year public high school students in Joinville (state of Santa Catarina, Brazil). The exploration and discussion about the mental representations of the atom from the students' drawings were important in problematizing the idea of the creation of models for something that is unseen, and reflected on the role of the atomists. The use of the models directly helped to (re)construct understanding about each atomic model studied. Didactic games promoted the participation and curiosity of the class and brought about improvements in learning due to student interaction, and were important learning evaluation tools. The tools that were used showed high potential for the teaching of atomic models, but they need conscious mediation from the teacher. It is fundamental that the teaching of atomic models be preceded, or problematized concomitantly, by discussions that are based on the use of language and the exploration of the idea of representation and use of models and analogies to give coherence to student learning.

**KEYWORDS:** Chemistry teaching. Didactic resources. Representational models.

## REFERÊNCIAS

BORSA, J. C. **O papel da escola no processo de socialização infantil**. Portal dos psicólogos, 28 jul 2007. Disponível em:  
<<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0351.pdf>>. Acesso em: 22 jun 2017.

FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. **Anais... VIII EDUCERE**, Curitiba, 2008. Disponível em:  
[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293\\_114.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf). Acesso em 18 de setembro de 2017.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. **Química Nova na Escola**, n.4, p.275-298, 1999.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, UK, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 1994.

LIMA, J. A. da C.; SILVA, J. de. F.; SILVA, P. S. G. da; FREITAS, J. C. de; FREITAS, L. P. da S. R. de. O uso de analogias no ensino de química: uma reflexão na formação inicial de professores química da UFCG por meio de uma sequência didática. **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**. Campina Grande-PB. Disponível em:  
<[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO\\_EVO58\\_MD1\\_SA87\\_ID237\\_16052016142817.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EVO58_MD1_SA87_ID237_16052016142817.pdf)>. Acesso em: 25 ago 2017.

MOREIRA, F. B. de F.; SOUSA, R. da C.; MENEZES, M. A. G. de; LIMA, J. E. de; MOREIRA, E. F.; FERNANDES, P. R. N. Trilha atômica: uma maneira diferente para melhorar o ensino-aprendizagem na disciplina de química. In: **IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN**, p.1388-1395, 2013.

REZENDE, M. P. D., SOARES, M. H. F. B. **A construção de jogos como forma de avaliar o aprendizado em ecologia com alunos de 3º ano do ensino médio**. 2011. Disponível em:  
<<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-marcia-pereira.pdf>>. Acesso em: 21 jun 2017.

SANTANA, K. V. R.; SARMENTO, V. H. V.; WARTHA, E. J. Modelos atômicos e estrutura celular: uma análise das ideias dos estudantes de química do ensino médio. **Revista de ensino de ciências e matemática**. v. 2, n.2, jul-dez, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Ed.Unijuí, 1997.

SILVA, T. C.; AMARAL, C. L. C. Jogos e avaliação no processo ensino-aprendizagem: uma relação possível. **Revista de ensino de ciências e matemática.** v. 2, n.1, jan-jun 2011.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em ensino de ciências,** v. 11, n.1, p.7-28, 2016.

**Recebido:** 08 mar. 2018

**Aprovado:** 04 jun. 2018

**DOI:** 10.3895/actio.v3n3.7998

**Como citar:**

CAMARGO, L. C. de; ASQUEL, S. de S.; BRENNO, R. M. O. Problematizando o ensino de modelos atômicos: uma exploração sobre as representações e o uso de um jogo didático. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 197 -213, set./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

**Correspondência:**

Brenno Ralf Maciel Oliveira

Rua Paulo Malschitzki, n. 200, sala 03-DQMC, Zona Industrial Norte, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

