

ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Uma abordagem interdisciplinar



Cleydson Breno Rodrigues dos Santos
Elvis de Jesus Monteiro de Oliveira

Oiama da Silva Almeida

Luanny Maria Almeida Vidal

Karina da Silva Lopes Costa

Josivan da Silva Costa



Cleydson Breno Rodrigues dos Santos
Elvis de Jesus Monteiro de Oliveira
Oiama da Silva Almeida
Luanny Maria Almeida Vidal
Karina da Silva Lopes Costa
Josivan da Silva Costa

ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

1ª Edição

Belém-PA
Home Editora
2023

© 2023 Edição brasileira
by Home Editora

© 2023 Texto
by Autor

Todos os direitos reservados

Home Editora
CNPJ: 39.242.488/0002-80
www.homeeditora.com
contato@homeeditora.com
91984735110
Belém - PA, 66635-110, n° 4120.

Editor-Chefe

Prof. Dr. Ednilson Ramalho

Revisão, diagramação e capa

Autor

Bibliotecária

Janaína Ramos

Produtor editorial

Laiane Borges

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)



A532

Analogias e metáforas no ensino de Química: uma abordagem interdisciplinar /
Cleydson Breno Rodrigues dos Santos et al. -Belém: Home, 2023.

Outros

Elvis de Jesus Monteiro de Oliveira

Oiama da Silva Almeida

Luanny Maria Almeida Vidal

Karina da Silva Lopes Costa

Josivan da Silva Costa

1600 KB

Livro em pdf.

ISBN 978-65-85712-39-2

DOI 10.46898/home.c0e049e5-e0a2-4c26-b0c4-c54abf859848

1. Educação. I. Santos, Cleydson Breno Rodrigues dos et al. II. Título.

CDD 370

Índice para catálogo sistemático

I. Educação.



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).
Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-SemDerivações 4.0 Internacional.

Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA
(Editor-Chefe)

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Me. Éfrem Colombo Vasconcelos Ribeiro-IFPA

Prof. Me. Jorge Carlos Silva-ULBRA

“Acreditamos que um mundo melhor se faz com a difusão do conhecimento científico”.

Equipe Home Editora

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO I: CONSTRUÇÃO DE IDEIAS E CONCEITOS FUNDAMENTAIS	11
1. O ensino da química com analogias e a aprendizagem significativa.....	11
2. Analogias e o conhecimento científico	20
3. A abordagem didática dos modelos atômicos	27
CAPÍTULO II: MÉTODOS DE COLETA E DE ANÁLISE DOS DE DADOS	31
1. Delineamento do estudo.....	31
2. Procedimentos metodológicos.....	33
CAPÍTULO III: ANALOGIAS EM QUÍMICA APLICADAS EM SALA DE AULA.....	36
1. Análise da observação em sala de aula	37
2. Análise do questionário aplicado aos alunos.....	39
CAPÍTULO IV: ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDO	55
APÊNDICES	58
REFERÊNCIAS	60

APRESENTAÇÃO

Os recentes desafios que a educação impõe são constantes temas de pesquisas no Brasil e no mundo. A questão da aprendizagem significativa é um desses desafios. Nesta obra, os autores apresentam uma metodologia como alternativa para oportunizar a aprendizagem significativa, que é o uso de analogias durante a abordagem do conteúdo modelos atômicos em sala de aula. As discussões giram em torno do uso de analogias como forma de aproximar o conceito científico do conhecimento que familiar por parte do aluno. Os resultados obtidos mostram que, quando usadas de forma sistematizada e organizada, as analogias e as comparações decorrentes delas aproximam o conteúdo abstrato e imaginário de objetos e associações considerados reais pelos alunos. As consequências dessas associações resultam numa apreensão do conteúdo por parte dos alunos, de forma mais potencializada, do que quando abordados em uma aula considerada tradicional.

INTRODUÇÃO

Uma forma de pensar e falar do mundo é através da química, podendo levar o cidadão a interagir numa sociedade globalizada, onde a ciência e tecnologia desempenham um papel cada dia mais importante. O ensino da química na escola brasileira está mudando a fim de atender a essa finalidade, e algumas mudanças estão contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Dessa forma, tem-se a necessidade de adequar o ensino da química acomodando-a a realidade do aluno com as mais diversas ferramentas didáticas que buscam um melhor entendimento do assunto trabalhado e sempre acompanhando toda essa evolução da ciência.

A vida dos alunos é influenciada de certa forma pela química, contudo, a maior parte dos conteúdos é de alto grau de dificuldade de compreensão devido aos conceitos e ao constante crescimento do conjunto de conhecimentos. É plenamente perceptível que o processo de ensinar química se distancia muito da realidade do aluno, logo se tornando pouco frutífero o dueto professor-aluno no desenvolvimento das atividades pedagógicas.

Dessa maneira, são difíceis para o professor fornecer aos alunos, em particular de química, elementos que permitam que estes tenham uma boa organização cognitiva do real significado do conhecimento mediado, promovendo desse modo, os processos de aprendizagem mecânica por meio da repetição sem alcançar a acomodação e assimilação do conteúdo por parte do aluno.

Segundo a pedagogia libertadora de Freire (FREIRE, 2018), "ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo", ou seja, a educação é livre, educadores e educandos, sendo mediados pelo mundo e compartilhando conhecimentos na construção do novo.

Tornar mais eficiente o aprender no ensino de química, a fim de obter bons resultados vindo dos alunos, necessita de modificações na forma de transmitir esses conceitos, sendo que tais modificações devem ser criadas a partir da realidade contextual do estudante, promovendo

uma relação de conceitos para que haja o alcance dos conhecimentos da química, com significado e despertando um maior interesse em desenvolver potencialidades, com diversos saberes para que haja interação entre vida social e científica.

A quebra dos paradigmas existentes no ensino da química pode ajudar na abordagem de conteúdos complexos, com a utilização técnicas pedagógicas significativas, como o uso de analogias, adequando-se ao conteúdo e ao mesmo tempo ao aluno, com o intuito de oferecer uma educação científica mais significativa.

Apesar de não existirem muitos estudos definindo como usar analogias em química, as analogias são fundamentais para o ensino em geral. As analogias podem sair das vivências do dia a dia dos alunos configurando-se no ensino da química de modo a favorecer assimilações com os conhecimentos já apreendidos do seu cotidiano.

A utilização desse recurso didático é útil nas aulas de química, contudo devido à existência de inúmeros conceitos que são vistos pelos alunos como abstratos, as analogias devem ser mediadas com um planejamento inicial de metas a serem atingidas com preocupações sobre possíveis problemas durante seu uso.

A rejeição pelos conhecimentos da química é evidente ainda por parte da maioria dos alunos em escolas. Muitos pesquisadores discutem sobre o problema do aprendizado e do ensino de química, principalmente do ponto de vista metodológico.

A química em geral não pode ser considerada como um tema trivial. Teoricamente somente um químico tem entendimento dos processos químicos. É necessário relacionar os conceitos fundamentais com a química que está mais aproximada com a realidade do aluno através de comparações não permitindo que esses métodos sejam relegados a um plano secundário do ensino, considerando que o professor pretende com isso, também, ajudar o aluno enfrentar e ultrapassar suas dificuldades.

No ensino de ciências, disciplina que constitui a grade curricular no Ensino Fundamental, os alunos têm seu primeiro contato com os conteúdos de química, onde é ensinada sem preocupações com a relação

com outras ciências como: física, matemática ou biologia, que por várias vezes nessa fase de ensino, acaba criando no processo e inclusive nos alunos algumas lacunas a serem preenchidas, tais como, o entendimento e a compreensão da química como ciência, que às vezes não são devidamente mediados antes de abordar outros conteúdos, o que interfere diretamente na linha de raciocínio do aluno.

Conceitos como os de substância pura e mistura, entre outros, são abordados sem a definição do que é um átomo ou um elemento químico, por exemplo, que são importantes para a melhor compreensão dos alunos. Esse exemplo ilustra um dos motivos que tornam o ensino de química pouco significativo para o aluno.

A partir dessas observações surge a proposta desse estudo: melhorar o ensino da química no ensino médio, por meio de analogias relacionadas a realidade do aluno e as ciências.

Quando um novo conteúdo é incorporado às redes de conhecimento do discente, a aprendizagem se torna mais significativa, dando sentido ao conceito a partir de uma relação simples com o conhecimento prévio que ele já possui. Assim, se os conteúdos forem relacionados a realidade e a vivência do aluno, a matéria não vai mais ser armazenado separadamente em suas memórias, estará ligada a fatos e lembranças que sempre acompanharam o educando.

Utilizando elementos interpretativos da Bíblia é comum perceber que a linguagem utilizada nos textos esta propositadamente mediada por parábolas ou micro histórias, o que pode ser considerado uma técnica com o objetivo de facilitar o entendimento do leitor a partir de associações e analogias com situações, até mesmo hipotéticas.

Dessa maneira, alcança-se o entendimento, a compreensão pelo raciocínio e uma definição conclusiva, permitindo que o ensinamento que está subtendido possa surgir gradativamente, despertando atenção e interesse pelo assunto em questão. Com o mesmo objetivo, as analogias podem ser utilizadas como forma mediar o conhecimento, proporcionando ao aluno condições de assimilação mais significativas sobre dado conteúdo.

Pesquisas foram feitas por diversos autores relatando a importância das analogias no ensino-aprendizagem. As analogias têm um papel significativo no processo de construção de conceitos científicos.

Segundo Santos e Cezar (2020), as várias contribuições da analogia na descoberta, desenvolvimento e avaliação de teorias científicas envolvem distintas formas e processos de representação, construção e uso de analogias. Dessa forma, analisar o conhecimento e, principalmente a maneira como este é apresentado acaba tendo prioridade com intuito de contribuir para o processo de ensinar e aprender.

Sobre o ensino de química, essas pesquisas vêm ajudando no crescimento em nível de informação sobre os processos cognitivos trabalhados por meio de comparações com o cotidiano, resultando em eficácia na aprendizagem.

As analogias se apresentam nesta pesquisa como modelos para conseguir explicar um fenômeno químico que não é observado na íntegra pelos alunos, uma atividade de comparação na mente do aluno, podendo ocorrer relação de saberes, sendo um conhecido pelo aluno e outro, novo ou parcialmente novo relativo ao mundo científico. Isso pode contribuir para que o aluno interprete conceitos, a ele estranhos, podendo fazer relações com o conhecimento do dia a dia.

O que se pode evidenciar no ensino de química é a explícita dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos, o que pode ser facilitado por analogias:

“Deveriam usar analogias, porque muitos estudantes, em cursos introdutórios, não estão preparados apropriadamente para uma apresentação convencional da temática, e dado que a química é uma ciência em crescimento, é aconselhável o uso de analogias até que uma apresentação matemática mais rigorosa possa ser absorvida pelos estudantes” (LEWIS, 1933, p. 627).

As analogias como ferramentas didáticas não são muito exploradas pelos professores, mesmo sendo importantes para estimular o desenvolvimento cognitivo. Ainda assim, ao mediar um determinado

assunto de química em sala de aula, os professores, muitas vezes, inconscientemente utilizam analogias agregadas aos conceitos abordados. O objetivo é explorar relações existentes entre o conteúdo exposto e uma situação conhecida pelos alunos.

O objetivo principal deste trabalho foi compreender como o processo de ensinar e aprender se desenvolve a partir da utilização de analogias entre a realidade do aluno e os conceitos de química para construção de conhecimentos mais significativos.

No capítulo I, apresentamos uma revisão da literatura com a exposição de ideias e teorias de vários autores. O capítulo I serve como base para a fundamentação da pesquisa, assim, trata sobre o ensino da química com analogias para alcance de uma aprendizagem significativa, a importância do ensino da química, também, aborda definições sobre analogias e a sua relação com as metáforas.

O capítulo II aborda a metodologia do estudo, quais os procedimentos investigativos da pesquisa. Já no capítulo III a atenção é voltada para os resultados e discussões, é onde abordamos, através de dados numéricos e através de gráficos, os resultados obtidos e comentários dos alunos. É nesse capítulo que discutimos a aplicação, em sala de aula, de analogias relacionadas aos conteúdos de química e a realidade dos alunos. Ao final, o capítulo IV, refere-se às últimas considerações sobre o estudo realizado, completando, assim, o fechamento da pesquisa.

CAPÍTULO I: CONSTRUÇÃO DE IDEIAS E CONCEITOS FUNDAMENTAIS

1. O ensino da química com analogias e a aprendizagem significativa

Segundo a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968), existem duas condições necessárias para que haja aprendizagem significativa. A primeira surge com a disposição do aluno para aprender e em segundo o conteúdo a ser assimilado tem que ser potencialmente

significativo, ou seja, precisa conter uma lógica e ser psicologicamente significativo para o aprendiz.

O significado lógico é forjado da natureza do conteúdo moldando sua coerência, enquanto o psicológico vem ser uma experiência que cada aluno traz em sua memória.

A finalidade da aprendizagem significativa é a aquisição de novos significados e estes, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa. O cerne do processo de aprendizagem significativa é que, uma determinada ideia ao ser aprendida é relacionada de forma não arbitrária e substantiva (não literal) ao que o aprendiz já sabe, ou seja, relacionada a alguns aspectos relevantes existentes na sua estrutura cognitiva (AUSUBEL et al, 1980).

Ao relacionar um conteúdo novo de maneira substancial e não facultativo com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia do discente que lhe é considerado importante, mais próximo se está da aprendizagem significativa.

A respeito da aprendizagem e sobre como alcançá-la, o teórico Ausubel e colaboradores (1980) relata "... se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos...".

Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, prevalece a tradicional aprendizagem repetitiva onde os conceitos são lançados sem a devida importância para a utilização na vida do estudante.

Dessa maneira, é evidente a importância da aprendizagem significativa para a aquisição do total conhecimento sobre os conceitos de química mediados ao aluno pelo professor e com o propósito de tornar essa aprendizagem uma realidade. O uso de analogias como recurso didático pode favorecer o enriquecimento e a evolução cognitiva do aluno, tornando a aprendizagem mais significativa.

Há anos que o uso de analogias no ensino e aprendizagem de ciências vem sendo alvo de diversas pesquisas (MOZZER; JUSTI, 2015),

destacando nesse contexto ensino de química, tanto sob o ponto de vista teórico quanto do ponto de vista empírico.

Isso mostra a eficácia desse método tanto na aprendizagem de química como em qualquer outro eixo de conhecimento. Dessa forma, há a necessidade de explorar novas metodologias de ensino com o propósito de adequar os conteúdos aos alunos da melhor maneira possível com objetivo de garantir bons resultados, considerando-se que a química é uma disciplina presente na vida escolar dos alunos desde o Ensino Fundamental.

De acordo com documentos da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), a aprendizagem de química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que estes possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas etc. A partir daí, o aluno tomará sua decisão e dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão.

Tem-se defendido o processo de significação dos conteúdos científicos ministrados em sala de aula através das representações familiares aos alunos (TORRES; PALHARES, 2015). Nesse sentido, todo o conhecimento que o educando possui será de alguma forma explorada como ferramenta necessária para transformar os conceitos de química em novos conhecimentos que fixarão na sua memória se relacionando com o seu conhecimento prévio, ou seja, as analogias que os professores mostram servirão como meio para a assimilação das novas informações que serão apresentadas aos alunos.

A Compreensão de certas teorias químicas depende de uma série de habilidades como um bom raciocínio do abstrato, conhecimentos típicos da matemática, dessa maneira, no ensino da química se faz necessário ter habilidades específicas, pois sem estas, seria difícil obter a assimilação de determinados conhecimentos científicos.

De forma geral, a matemática por si só não consegue contribuir para uma melhor interpretação de química, de modo contrário, o uso da matemática é em muito casos, alvo de crítica e aversão por parte dos

estudantes. Se faz necessário que conceitos de química sejam mediados de forma adequada para que antes de se deparar com um conteúdo o aluno saiba os conceitos e ferramentas matemáticas necessários para sua interpretação.

Outro fator, a inadequação na sequência dos conteúdos, passa uma visão bastante alterada da Química, dificultando a compreensão de conceitos, tornando mais difícil o entendimento das relações entre fatos, leis, hipóteses, teorias e modelos científicos. Isso resulta em uma memorização de símbolos, nomes, fórmulas, leis, teorias, equações e regras, e isso se torna a principal atividade dos alunos durante o ensino de química no ensino médio (FERRAREZI, 2021).

Promover a mediação através do ato de ensinar química é um ofício que necessita de dedicação e bons métodos. Em 1933, Lewis apresenta uma discussão das analogias utilizadas em suas aulas para os temas: estrutura da matéria, catálise, equilíbrio químico e produto de solubilidade, afirmando:

Deveríamos usar analogias, porque: muitos estudantes, em cursos introdutórios, não estão preparados apropriadamente para uma apresentação convencional da temática, e dado que a química é uma ciência em crescimento, é aconselhável o uso de analogias até que uma apresentação matemática mais rigorosa possa ser absorvida pelos estudantes (LEWIS, 1933, p. 627).

É importante se ter a noção, mesmo que superficial, do uso das analogias ao longo dos tempos, como alguns pensadores, filósofos, cientistas, enfim, homens e mulheres que utilizaram o raciocínio e a análise para defender ou refutar ideias, que mais tarde passaram a ser aceitas por toda a comunidade científica, como exposto na citação a seguir:

Em 1866, John Newlands apresentou à Sociedade Química Inglesa um artigo no qual ele comparou o arranjo dos elementos ao teclado de um piano com suas notas divididas em períodos ou oitavas. Ele disse que os elementos deveriam ser divididos em grupos de oito, porque cada oitavo elemento aparece, nesse arranjo, como uma espécie de repetição do primeiro,

como a oitava nota na escala musical. Essa conclusão é conhecida como a lei das oitavas da química. O uso dessa analogia foi recebido com escárnio, o que quase encerrou a carreira de Newlands como cientista (NAGEM, 2001, p. 105)

Observa-se que a utilização de uma nova metodologia como o uso de analogias defendido neste estudo, é de grande significância no ensino de química, mas para a produção de uma analogia adequada ao conceito, deve-se considerar a leitura de outros campos de estudo, assim, se torna clara a ideia sobre o que pode ser ou não relacionado à analogia.

Razões para o ensino da química de forma significativa

O ensino de química torna-se difícil tanto para alunos quanto para professores, onde é exigido tanto do aluno, quanto do professor, habilidades específicas desta área, que são importantes em todos os níveis de ensino.

No ensino fundamental, os conteúdos de física e biologia são abordados em conjunto com o conteúdo de química. É o ensino de ciências que acaba sendo o primeiro contato dos alunos com os conteúdos de química em sua vida estudantil. Conceitos, como por exemplo, de substância pura e mistura, quando trabalhados de forma incoerentes pelos professores, são poucos significativos, sendo que, para compreendê-los os alunos precisariam saber as definições de átomo, elemento químico e molécula.

Essas situações que criam, desde as séries iniciais, certa aversão, por parte dos alunos, aos conceitos de química, se intensificam no ensino médio. A compartimentalização da disciplina química acaba tornando o conteúdo incompreensível. Os alunos passam a ter preferência de um conteúdo em relação a outro, a exemplo, alguns preferem a química de minerais, é nesse tópico do conteúdo que são estudados os elementos químicos, a tabela periódica e as funções inorgânicas.

Outra parcela dos alunos preferem a química orgânica devido à facilidade em assimilar as regras de nomenclatura, classificação das cadeias carbônicas etc., mas são poucos que se identificam com a físico-

química, pois é a que se associa com conceitos matemáticos em quase todos os conteúdos.

Por esses e por outros motivos, é que ensinar química tem se tornando um dilema. No entanto, os professores que conseguem responder a três perguntas capitais, citados por Ceolin, Chassot e Nogaro (2016): como, o quê e por que ensinar química, adquirem uma motivação extra, transformando o ensino dessa disciplina em uma atividade prazerosa, enquanto os que não conseguem encontrar respostas acabam aumentando o número de estudantes insatisfeitos.

Não só o ensino de química, mas de qualquer disciplina, é algo que devemos encarar como um real desafio, e acima de tudo, uma grande responsabilidade, tendo em vista que tal proposta deve ser alicerçada em ideias de um ensino que deve seguir estratégias, que acreditamos poder ser as mais adequadas a nossa proposta de trabalho, ou seja, aquelas que estejam de acordo com as principais características de nosso aluno.

A química que apresenta soluções para alguns problemas diários da sociedade, nesse contexto é tida como “heroína”, por outro lado, se traz qualquer problema, em contexto antagônico, é imediatamente taxada de “vilã” e cabe aos professores de disciplina realizarem sua defesa.

No Brasil, o exemplo clássico é o caso da exposição ao Césio-137 em Goiânia, acidente radioativo que fez várias vítimas fatais e que deixou consequências que até hoje são lembradas. No entanto, quem ouviu falar pela primeira vez do acidente não conhece muito sobre a radioatividade do césio e de outros elementos. muito menos ainda como se deu a contaminação.

As vítimas do césio-137 não possuíam conhecimento mínimo sobre esse elemento radioativo, talvez nem tivessem noção do que é radioatividade. Ou seja, as vítimas se expuseram e expuseram outras pessoas a radioatividade de forma displicente e direta. Mas, e se as pessoas tivessem o conhecimento do que é uma substância radioativa, e o perigo da radioatividade, o acidente teria sido evitado? O fato é que quando se detém o conhecimento muitos acidentes podem ser evitados.

A situação educacional atual obriga os professores, a trabalharem com seus alunos questões tecnológicas, sempre relacionando essas tecnologias ao cotidiano. No caso do ensino de química, essa preocupação tem dado origem a algumas tendências nesta área de ensino como, por exemplo, o tema Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). Seu propósito é mostrar o porquê de um ensino de química voltado para a conscientização do aluno, de que a química, se bem administrada, pode ser uma grande alternativa de impulso para o desenvolvimento de um país, e não simplesmente uma disciplina escolar entediante ou uma ciência causadora de problemas.

Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que há muitas razões para o porquê do estudo da química, assim, afirmava que a química atua como um instrumento prático para o conhecimento e a resolução de problemas em muitas áreas de atuação da vida humana. Sobre o ensino da química, é na sala de aula que esses conceitos começam a ser discutidos e apresentados e podem ser relacionados aos conhecimentos que os alunos já possuem. Começa então, um processo de expansão dos saberes que o aluno já possui.

O que são analogias?

São comuns as comparações relacionadas às estratégias de ensino, a fim de que, este se torne mais agradável, tanto a quem ensina quanto a quem está sendo ensinado. No ensino de química, onde os conteúdos são ministrados por meio de uma simbologia ou um conjunto de códigos característico, é comum que o aluno tenha certa dificuldade na assimilação de cada um dos conteúdos, pois na maioria dos casos essa linguagem simbólica da química é algo desconhecido para o aluno. Isso é natural, pois, o aluno ainda está absorvendo tais conhecimentos. O esquema de comparação entre similaridades e diferenças recebe o nome de analogia (SANTANA, 2017).

Analogia é aquele pensamento utilizado com a intenção de relacionar sistematicamente duas situações, uma conhecida, compreendida e de inteiro domínio por parte do aluno e outra

completamente nova que busca desenvolver um processo de significação do que será ensinado.

A ideia de analogia pode ter conotação específica e simplificada, como afirma Nagem (2001):

Falou-se também de analogia como semelhança entre uma coisa e outra. Neste último caso, analogia consiste na atribuição dos mesmos predicados a adversos objetos, mas essa atribuição não deve ser entendida como uma determinação unívoca destes objetos e sim como a expressão de uma correspondência, semelhança ou correlação estabelecida entre eles. Justamente em virtude das dificuldades que oferece este último tipo de analogia, sublinhou-se frequentemente a referência exclusiva de analogia às relações entre termos, ou seja, à expressão de uma similaridade de relações (NAGEM, 2001, p. 96).

Analogias possibilitam a expansão cognitivo/afetiva, uma vez que dizem respeito ao estudante, sua dinâmica, conceitos ou situações familiares, em que possui maior maturidade nas manipulações de objetos e relações, bem como domínios desconhecidos, onde pode supor relações entre elementos, conscientemente ou não, a partir de conexões conhecidas, de seus análogos e de associações mais familiares.

Abrindo novas perspectivas, analogias podem favorecer o entendimento de conceitos abstratos por meio da similaridade com o mundo real, como por exemplo, na compreensão de ondas sonoras através de ondas de água, relação abordada pelo filósofo grego Chrysippus por volta do século II a.C. Esse tipo de abordagem possibilita a visualização do abstrato e gera maior motivação, bem como mais interesse nas teorias e em seus estudiosos (pesquisadores, cientistas, estudantes e educadores).

As analogias propiciam apegos e desapegos incessantes, que ganham temporariamente apoios espacialmente restritos e posteriormente esquecidos em situações mais familiares, para atingir suas metas e diversificação.

As analogias e metáforas

É comum ouvirmos falar de analogias. No entanto, é também muito comum relacioná-las diretamente às metáforas, porém, a definição de ambas deixa clara suas diferenças. Em se tratando de ensino-aprendizagem é importante a distinção, com definição de seus campos de ação, para que se possa explorar tanto uso de analogias quanto o de metáforas.

Uma analogia compara, explicitamente, as estruturas de dois domínios, indica a identidade e as partes das estruturas. Uma metáfora compara implicitamente, salientando características ou qualidades relativas que não são coincidentes em dois domínios (NAGEM et. al., 2001).

Considera-se analogia e metáfora como sendo interdependentes de modo que uma possa se transformar na outra em uma dada situação. Isso significa que é muito comum querer fazer uma analogia e acabar utilizando uma metáfora e vice-versa.

Dentre os aspectos mencionados, cabe ressaltar a capacidade da metáfora de fornecer informação intraduzível, não parafraseável ou comunicável por outros meios, de estabelecer semelhanças, bem como seu poder de, criando tensão, propiciar percepção da realidade, permitindo ao interlocutor maior aproximação do objeto de conhecimento, agora impregnado de significação (ARAÚJO; MALHEIRO; TEIXEIRA, 2015).

A ação pode ser infrutífera, se qualquer teoria sobre metáfora não considerar a imaginação e o sentimento, bem como outros fatores paralelos e intrínsecos ao âmbito informativo. Já as analogias objetivam, entre diferentes aspectos, sugerir cenários, imagens, outros tipos de linguagem não necessariamente verbais que pretendem introduzir o interlocutor a um maior estado de compreensão.

Talvez, essa forma de argumentação apresente-se relativamente subvalorizada, principalmente em áreas ditas exatas, por não se enquadrar e não se mostrar passível de compressão em óticas, onde a lógica-dedutiva mostra-se como única inferência permitida. As analogias

desempenham relevantes papéis enquanto agentes reveladores de relações ocultas na rede de significados, determinando em muitos casos, modificações em nível cognitivo e efetivo, ainda que analogias e metáforas suponham distintos domínios.

Analogias e Metáforas apresentam-se, portanto, como instrumentos que permitem revelar parte do significado de algo, dizendo aquilo que nos símbolos, pode ser traduzido à linguagem, responsável pela apreensão de conhecimentos

Estas ferramentas comparativas fazem parte de nosso cotidiano à medida que comparamos algo que é similar. A linguagem apresenta-se como forma de expressão individual de cada ser e é através dela que deciframos os códigos naturais de sobrevivência.

Segundo Vygotsky (1987), o significado das palavras encontra-se em uma estreita linha entre pensamento e linguagem, ficando difícil dizer se é um fenômeno da fala ou do pensamento. Mas, há de se ter claro a diferença entre pensamento e fala exterior. Os dois processos não são idênticos, sendo que cada um apresenta uma estrutura, e a transposição do pensamento para a fala não é tão simples. Ao contrário da fala, o pensamento não consiste em unidades separadas.

Considerando-se a importância da linguagem metafórica e analógica no desenvolvimento de ideias pelo indivíduo, vários autores têm se dedicado ao tema. Entre eles, são muitas as definições para o termo analogia. Para Descola (2015), a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita de duas "coisas", uma definição de informação nova em termos já familiares ou um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido (familiar) e o outro desconhecido.

2. Analogias e o conhecimento científico

A origem do termo analogia remonta, muito provavelmente, ao aparecimento da linguagem e alguns trabalhos revelam sua importância inerente ao pensamento humano (FRANÇA, 2017; ALMEIDA, 2020). Segundo Paludo e colaboradores (2018), o pensamento humano age

dentro de uma espécie de “automatismo” psíquico, onde uma imagem ou ideia quase sempre remete a outra por suas diferenças ou semelhanças, constituindo-se assim uma operação normal do raciocínio estabelecer analogias.

Matematicamente, pode-se apresentar a origem da estrutura básica da analogia, podendo ser considerada parte da equação de igualdade de relação de quatro termos: A está para M assim como N está para D ($A/M=N/D$). É possível concluir que esses termos são pertencentes ao mesmo conjunto de dados. Em relação ao cotidiano, o uso desta lógica está presente na ferramenta matemática conhecida como regra de três (FULGENCIO, 2006).

Quando tratada no campo da filosofia ou no campo das ciências, a analogia, expõe relações mais complexas, pois buscam desenvolver relações entre elementos não pertencentes a um mesmo campo, que podem ser de domínios e naturezas diferentes.

Observa-se o exemplo de bolas de bilhar (A) que se movimentam sobre uma mesa (M), da mesma forma que as moléculas de um gás (N) podem se movimentar num recipiente fechado (D). Essa relação permite comparar termos e fenômenos que não pertencem, necessariamente, a um mesmo conjunto de dados.

No caso acima, a partir de três termos de uma equação analógica, pode não ser possível chegar diretamente ao quarto termo. Isso implica dizer que a relação analógica indica apenas o tipo de relação que se espera que seja a mesma quando comparamos o que ocorre entre “A” e “M” como o que ocorre entre “N” e “D”. As analogias fazem parte de toda história da ciência, pois sempre que se pretende explicar determinado fenômeno, deve-se comparar ou relacionar com algo que já existe, e não é difícil encontrar exemplos de analogias utilizadas por cientistas em grandes descobertas ou como ferramentas na construção de conceitos.

A retribuída importância da contribuição do pensamento analógico à construção do conhecimento confere às analogias um valor expressivo quanto a sua utilização na educação em ciências, principalmente no que

se refere ao seu uso na utilização dessas ferramentas de linguagem como facilitadores ao desenvolvimento do pensamento científico.

Analogias e o ensino de ciências

Os saberes ditos científicos são todos aqueles aceitos por uma determinada comunidade, que os estabeleceu através de regras comuns a ela. Qualquer outra forma de conhecimento que não esteja de acordo com essas regras não é considerado científico.

No âmbito da sala de aula, os conteúdos ensinados, em tese, são baseados nos saberes científicos, porém isso não assegura que todo o conteúdo que é ensinado pelo professor vai ser apreendido pelo aluno. Existe uma grande diferença entre a linguagem que é empregada no texto científico e aquela que é empregada no texto escolar, e a questão da linguagem deve ser citada como problema quando da análise dos saberes escolares.

Por exemplo, para interpretar uma reação química, o aluno precisa conhecer os símbolos que representam os elementos, assim como as fórmulas que representam as substâncias e, além disso, deve ter a noção de estequiometria que indicará a proporção em massa entre cada um dos participantes da reação.

Essas informações, que nem sempre recebem a devida atenção, é que darão subsídios necessários para o cálculo das quantidades de produtos que devem ser formadas ou de reagentes que devem ser consumidos para a formação dos produtos da reação.

Assim, durante as aulas o professor de química precisa desprender atenção ao conteúdo que será ensinado, a maneira como este será ensinado, e enfatizar detalhes sobre a linguagem utilizada, também direcionando as ideias iniciais dos alunos sobre determinado conceito, com a finalidade de ao final da aula, o aluno consiga relacionar as informações adquiridas à suas utilizações no âmbito escolar para ter um aprendizado mais significativa.

Nagem e colaboradores (2002), expõem a importância da leitura de outros campos e diversos exemplos do uso de analogias e suas

influências no ensino de ciências e na história das ciências, como será abordado a seguir.

A equivalência da gravidade e da inércia, idealizada por Einstein, é exemplificada a partir da visualização de um edifício que possui um elevador em queda livre. No interior do elevador, alguns físicos presentes, realizam experimentos simples. Ao soltarem no ar moedas ou chaves, elas flutuam durante a queda, porque estão caindo junto com o elevador e com os físicos a mesma velocidade.

Os eventos podem ser explicados pela suposição simples de que os físicos, as chaves ou moedas, foram transportados para fora do campo gravitacional da terra e estão em algum lugar do espaço onde tudo obedece à lei da Inércia de Newton e continua em seu estado de repouso ou uniformemente em linha reta. O elevador é tratado como um sistema inercial. Assim, não possível que os físicos afirmem, que os corpos no interior do elevador, estão caindo em um campo gravitacional ou flutuando no espaço, livres de todas as forças externas.

Einstein alterou o perfil de sua observação: A partir de agora, o elevador está realmente no espaço e é puxado por um cabo na parte superior e a velocidade aumenta de maneira constante. Nesse momento, os físicos percebem que seus pés estão pressionando o chão, e este vem ao seu encontro. Se forem soltos objetos como moedas, eles parecem estar caindo. Se objetos são atirados através do elevador, não há movimento de maneira uniforme e em uma linha reta, porém, seguem uma curva parabólica em direção ao chão.

No caso em questão, os físicos não imaginam que o elevador está sendo puxado para cima através do espaço, então é possível concluir que estão no interior de objeto estacionário na Terra, e este objeto é afetado pela força da gravidade. Eles não podem afirmar que estão em repouso ou em um campo gravitacional ou que estão subindo com aceleração constante através do espaço onde não existe gravidade.

O exemplo ilustrado acima permite afirmar que as analogias são etapa importante do processo, para obtenção e construção de conhecimentos, o que permite a geração esquemas que se adaptam aos

conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Logo, as analogias geram um processo ativo de construção baseados em conhecimentos previamente adquiridos. A construção do conhecimento exige um pensar mais crítico. Nesse sentido, as analogias são eficientes no processo de relação e construção de similaridades entre o que o estudante já conhece e aquilo que ainda é desconhecido.

As analogias podem ter duas funções no campo científico, uma em relação ao próprio fazer científico, no auxílio ao cientista na pesquisa, construção de conhecimentos e elaboração de conceitos. Já a outra função, diz respeito a comunicação da produção científica dentro do próprio meio profissional ou para o público geral, em que é possível fazer a inclusão da comunidade escolar neste último grupo.

Existe, no saber científico, uma diferença entre a forma como as analogias são produzidas para divulgação ou ensino de ciências, pois as analogias são produzidas com efeitos didáticos e devem facilitar a compreensão de conhecimento científico por parte de um público leigo ou em formação.

O uso de analogias no ensino como objeto de estudo tem crescido no Brasil, cita-se em destaque o ensino de ciências. Segundo Santos e Santana (2018), isso ocorre devido as analogias oferecerem possibilidades de interrelação entre linguagem científica e linguagem comum, o que facilita a compreensão dos conhecimentos científicos.

No Brasil, os trabalhos sobre analogias no ensino de ciências estão aumentando gradativamente, e acabam por se tornar referência para todo o tipo de pesquisas relacionadas ao processo ensino-aprendizagem que envolvem analogias, principalmente se tratando de ensino de ciências. Essas pesquisas se dispõem a mostrar estratégias de ensino e da importância do uso de analogias no ensino de ciências (LACERDA, et al., 2019).

Recupera-se assim, o papel fundamental do professor no processo ensino-aprendizagem, desmistifica-se o uso da experimentação como preponderante no ensino de ciências, abrem-se possibilidades de trabalhar as relações com outras áreas do conhecimento dentro das

próprias aulas de ciências, permitisse pensar estratégias interdisciplinares mais globais com áreas tidas como pouco afins como a própria literatura e, por fim, propicia-se a autonomia do pensamento dos alunos como fator essencial à compreensão tanto dos fenômenos naturais e dos aparatos tecnológicos, como da evolução da própria produção científica (TERRAZAN, 1994).

O uso de analogias no ensino de ciências é relativamente frequente, e são recursos didáticos dos quais os professores fizeram uso para desenvolver o processo ensino-aprendizagem.

O modelo TWA

O modelo TWA – Teaching With Analogies (Ensinando com Analogias), foi proposto por S. M. Glynn (1991), inicialmente baseado em análises de livros didáticos de vários níveis escolares. Configura uma das possibilidades para evitar o uso inadequado de analogias no ensino de ciências. O autor também realizou observações de aulas de professores de ciências. A partir das análises das aulas desses professores e das análises dos livros didáticos, estabeleceu seis passos que podem ser levados em consideração durante o ensino com uso de analogias:

- 1 - Introduzir o assunto-alvo;
- 2 - Sugerir o análogo;
- 3 - Identificar as características relevantes do alvo e análogo;
- 4 - Mapear similaridades;
- 5 - Indicar onde a analogia falha;
- 6 - Esboçar conclusões

O modelo TWA foi modificado por Harrison e Treagust (1993), com a intenção de produzir um modelo sistematizado para o ensino com analogias que diminuísse a formação de concepções alternativas e aumentasse a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes. O modelo TWA modificado proposto pelos autores possui a seguinte forma:

Passo 1 - Introdução do assunto-alvo a ser trabalhado. Realizar uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada.

Passo 2 - Apresentar aos estudantes a situação análoga. Discutir e estimar a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 3 - Apontar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em relação a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 4 - Identificar as similaridades entre alvo e análogo. Os estudantes auxiliados pelo professor identificam as características relevantes do conceito-alvo e estabelecem as correspondências com as características relevantes do análogo.

Passo 5 - Identificar a falha da analogia. Acessar concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido. Apontar onde o análogo e o alvo não têm correspondência, apresentando aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o assunto-alvo.

Passo 6 - Apresentar conclusões sobre o assunto-alvo. Relatar, resumidamente, os aspectos importantes do assunto-alvo.

Podem ocorrer variações na ordem desses passos, no entanto, o importante é que todos sejam considerados durante o processo. Em estudo realizado por Glynn, Duit e Thiele (1995), é possível observar que a ocorrência de falhas na aprendizagem dos alunos quando alguns desses passos são negligenciados. Os autores afirmam que o uso de analogias no ensino de ciências dentro do modelo TWA é importante, possibilitando ao estudante compreender novos conceitos, que tem sentido e significado a partir do contexto particular do aluno e de coisas que lhe são familiares.

O efetivo uso de analogias no ensino

As analogias são vistas como importantes ferramentas didáticas no ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Elas oferecem possibilidades de construção, ilustração e compreensão de temas complexos, por meio do estabelecimento de relações com o que é familiar e compreensível pelo aluno. A afirmação de Bozelli (2005), consiste em dizer que a eficiência do discurso analógico como recurso didático, está

na forma como é explorado pelo professor. Já Bonfim, Cirino e Passos (2023), consideram que as analogias são eficientes no ensino, desde que o professor considere os conhecimentos prévios dos estudantes e use analogias que sejam familiares a eles, caso contrário, o uso será ineficaz.

3. A abordagem didática dos modelos atômicos

Diversas pesquisas que abordam ensino-aprendizagem em química apontam que um dos temas que mais causam certa aversão por parte dos alunos recém-chegados ao nível médio, são os modelos atômicos. Os alunos encontram certas dificuldades, primeiro é como entender e segundo é como relacionar os conceitos com o dia a dia.

Do ponto de vista didático, quando se inicia uma aula sobre modelos atômicos é necessário que os professores utilizem conhecimentos sobre a constituição da matéria. É preciso estimular o aluno a manifestar o que sabe a respeito de cada conceito mostrado, estabelece-se uma relação de interação entre o que deve ser ensinado e o que está sendo apreendido pelo aluno.

No entanto, no ensino tradicional, a maioria dos professores não utiliza analogias, nem expõem similaridades relativas ao tema. Para professores iniciantes no uso de analogias, é possível que se apresentem alguns questionamentos, tais como: Que analogias devo escolher para ensinar determinado conteúdo? O que os alunos sabem a respeito dos modelos atômicos? As respostas a essas perguntas podem auxiliar significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

Modelos atômicos e os livros didáticos

Sabe-se que os livros didáticos são importantes como mecanismos interpretativos de conceitos, conteúdos e abordagens de ensino e, em algumas ocasiões podem ser a única alternativa para a qual o professor recorre. É importante que este conheça como as analogias são tratadas em livros de química.

Com as novas políticas públicas federais destinadas ao Ensino Médio, sobretudo, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLEM), a

influência desse material será ainda maior, uma vez que está prevista a distribuição de Livros Didáticos aos alunos de escolas públicas.

Trabalhos que discutem analogias em livros didáticos (ROSA; CÓTICA; HENRIQUE, 2016; GONÇALVES; DA SILVA JULIÃO, 2016; MODEL; ROMERO, 2017.) sublinham que na maioria dos casos elas contribuem muito pouco para uma aprendizagem efetiva. Ademais, não há recomendações quanto ao uso das analogias propostas nos textos, fato que contribui ainda mais para aplicações de forma avulsa e sem contextualização com a realidade do aluno. O professor geralmente desconhece os fundamentos das analogias e pode não identificar as limitações. Por isso, é interessante que os autores de livros didáticos tenham uma estratégia claramente definida (conselhos, orientações, guias etc.) para apresentar as analogias por escrito, auxiliando os leitores (alunos e professores) a identificarem e a aplicarem a analogia adequadamente. Mas, infelizmente, são pouquíssimas as ocasiões nas quais isso ocorre.

Na aprendizagem dos modelos atômicos, Santana e dos Santos (2017) consideram fundamental que os alunos vivenciem situações em que tenham a oportunidade de observar fenômenos e elaborar explicações. Assim, percebem a abrangência e as limitações de um modelo. Não é algo sobre reconstruir todo o conhecimento químico, porém, é sobre a forma de vivenciar situações em que se fazem necessários raciocínios sobre a proposição de explicações e observações de um fenômeno com base em modelos.

Júnior e Neto (2015), em trabalho desenvolvido sobre modelos atômicos, centrado no professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem, demonstrou a complexidade dessa relação através das dificuldades dos alunos em representar a ideia abstrata de sobre como é um átomo.

Romanelli (1996), expõe em seu trabalho que as representações dos estudantes, sejam em desenhos ou em suas falas, é possível constatar, confusões nos conceitos que envolvem o átomo. O autor apresenta exemplos que ilustram tal confusão, como as seguintes afirmativas ou

desenhos: “o átomo é a menor partícula do núcleo”; “os elétrons estão entre as camadas” (pode ser visto na Fig. 1); “há um limite entre o núcleo e a eletrosfera” (verificar Fig. 2). Esses exemplos (com certo grau de confusão nos conceitos) demonstram que o ensino e a aprendizagem do conceito do átomo devem continuar como alvo de pesquisas.

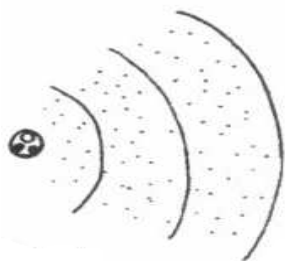


Figura 1. Ilustração do aluno que afirmou que “os elétrons estão entre as camadas” (Romanelli, 1996,).



Figura 2. Ilustração do aluno que afirmou que “há um limite entre o núcleo e a eletrosfera” (Romanelli, 1996).

O modelo atômico filosófico

De acordo com Usberco e Salvador (2014) na antiguidade surgiram os primeiros pensamentos sobre as propriedades da matéria, onde acreditava-se que ao dividir a matéria em partículas cada vez menores se chegaria a um ponto que se tornaria invisível e indivisível, segundo alguns pensadores da época. Assim, o termo atomismo surge pela primeira vez entre os filósofos gregos da época.

Os autores apontam ainda que Leucipo de Mileto (aproximadamente 500 a.C) forneceu a primeira noção de átomo que significa indivisível. Acreditava que o vácuo existia no mundo em que vivemos e, também, no infinito espaço do cosmos. Afirmava que existia infinitos mundos, compostos de uma quantidade infinita de átomos (USBERCO; SALVADOR, 2014).

Há aproximadamente 460 a.C, um discípulo de Leucipo, Demócrito, expôs que a matéria era constituída de partículas em movimento constante e perpétuo, com as seguintes características: indivisibilidade, invisibilidade, devido ao tamanho microscópico, solidez, eternidade, cercada por espaços vazios, devido a presença de movimento e diferentes densidades e de um infinito número de formas, explicando a diversidade na natureza.

Leucipo e Demócrito desenvolveram uma ideia filosófica que afirmava que no universo existem duas coisas: os átomos e o vácuo. Assim, o mundo é composto de vasta quantidade de matéria em grandes vazios. Os átomos são sólidos, infinitos em número e forma e, quase todos, muito pequenos para serem vistos a olho nu. Não podem ser cortados ou divididos e estão em perpétuo movimento no vácuo. O modelo atômico da matéria contínua de Aristóteles foi seguido pelos pensadores e cientistas até o século XVI d.C.

O modelo atômico de Dalton – “o modelo da bola de Bilhar”

Tendo como base a ideia filosófica de átomo estabelecida por Leucipo e Demócrito, John Dalton, em 1808, realizou experimentos fundamentais sobre as Leis ponderais. Após sua experimentação, propôs sua teoria atômica, atualmente conhecida como modelo da “bola de bilhar”. Em seu modelo, Dalton afirmou que o átomo é homogêneo, esférico, maciço, indestrutível e indivisível. A combinação de átomos de elementos diferentes, numa proporção de números inteiros, origina substâncias químicas diferentes.

Nas transformações químicas, os átomos são rearranjados, originando novas substâncias químicas, não são criados nem destruídos. Átomos com massas, formas e tamanhos diferentes são representados por elementos químicos diferentes. Um elemento químico corresponde a um conjunto de átomos com as mesmas massas, formas e tamanhos apresentando as mesmas propriedades (USBERCO; SALVADOR, 2014).

O modelo atômico de Thomson – “o modelo do pudim de passas”

Joseph John Thomson, sugeriu em 1874, um modelo de átomo em que o átomo fosse maciço, esférico, descontínuo, formado por uma matriz fluida com carga elétrica positiva, no qual estariam dispersos os elétrons com carga negativa, que neutralizam totalmente as cargas positivas do fluido. Para tais conclusões, Thomson se utilizou de experimentos de descargas elétricas em alto vácuo. O próprio Thomson associou o seu modelo a um “pudim de passas” (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

O modelo atômico de Rutherford – “o modelo planetário”

O cientista nascido na Nova Zelândia, Ernest Rutherford, realizou em 1911 um experimento cuja conclusão permitiu refutar o modelo atômico de esfera rígida de Dalton. Eis seu experimento:

Rutherford já conhecia a radioatividade e que o elemento químico polônio emitia partículas positivas, alfas ($2\alpha^+$). Rutherford introduziu o polônio em uma caixa de chumbo, e permitiu a emissão de partículas α por esse orifício. À frente desse feixe de partículas, colocou uma finíssima lâmina de ouro, de forma que essas partículas pudessem atravessá-la e, em frente colocou uma lâmina com um material fluorescente, o sulfeto de zinco (ZnS) que, quando atingido pela partícula, emitiria luz. Brilhos constantes e intensos na linha reta do orifício e outros pontos luminosos apareceram logo acima e abaixo da fonte emissora de partículas alfa (BROWN, et al, 2016).

Após observação de seu experimento Rutherford, concluiu que: O átomo apresenta imensos espaços vazios. A região central é a que possui maior parte da massa do átomo (núcleo). O núcleo possui cargas elétricas positivas, os prótons. Ao redor do núcleo estariam os elétrons, em uma região denominada eletrosfera. Os elétrons são muito mais leves que os prótons e realizam movimento circular acelerado ao redor do núcleo. O modelo planetário, foi como ficou conhecido o modelo de Rutherford devido à semelhança com a forma do sistema solar.

O modelo atômico de Bohr

A teoria orbital de Rutherford encontrou uma dificuldade teórica resolvida por Niels Bohr. Os físicos da época identificaram um problema no modelo de Rutherford: quando uma carga elétrica negativa (elétron) está orbitando o núcleo de carga positiva, este movimento propicia uma perda de energia que ocorre devido à emissão de radiação constante. Num dado momento, os elétrons vão se aproximar do núcleo num movimento em espiral e cair sobre ele. Algo que não ocorre de fato. Assim, um novo modelo atômico foi proposto por Bohr.

Bohr acabou desenvolvendo um modelo atômico que unificava a teoria atômica de Rutherford e a teoria da mecânica quântica de Max Planck. Sua teoria consistia na apresentação e explicação dos níveis de energia dos elétrons de um átomo: ao girar em torno de um núcleo central, os elétrons deveriam girar em órbitas específicas com níveis energizados, uma organização bem definida em orbitais. Revelou, também, que as propriedades químicas dos elementos eram determinadas pelo orbital mais externo (USBERCO; SALVADOR, 2014).

As contribuições de Erwin Schrödinger, Louis Victor de Broglie e Werner Heisenberg

A partir da compilação dos conhecimentos de predecessores e contemporâneos, Erwin Schrödinger, Louis Victor de Broglie e Werner Heisenberg, desenvolveram um novo modelo atômico. Eles também postularam a mecânica ondulatória. Essa teoria foi fundamentada na teoria proposta por De Broglie, a dualidade onda partícula: todo corpúsculo atômico pode comportar-se como onda e como partícula. Já a teoria de Heisenberg ficou conhecida como o princípio da incerteza: a determinação do momento e da posição do elétron, simultaneamente, possui elevado grau de incerteza. O modelo de elétron girando em órbitas ficou ultrapassado, sendo substituído pelo conceito de probabilidade de se encontrar num instante, um elétron numa determinada região do espaço (modelo do orbital atômico) (RUSSELL, 1994).

A visão filosófica do átomo foi sendo ultrapassada por novas teorias, pode se refletir que o átomo deixou de ser indivisível como acreditavam filósofos e John Dalton. Agora, o modelo atômico passou a se constituir na verdade, de uma estrutura mais complexa e divisível em diversos níveis (partículas subatômicas).

CAPÍTULO II: MÉTODOS DE COLETA E DE ANÁLISE DOS DE DADOS

O presente estudo consistiu na avaliação das analogias que professores da disciplina de química do Ensino Médio utilizam em seu

discurso pedagógico na abordagem dos conceitos sobre modelos atômicos para alunos da 1^a série.

Consideramos aqui, que este recurso e/ou estratégia didática é utilizada com objetivo de tornar o desenvolvimento dos conteúdos de química mais atrativos e compreensíveis, de forma a despertar um maior interesse nos alunos pelo conteúdo de Química.

1. Delineamento do estudo

O desenvolvimento deste estudo dar-se-á através da pesquisa realizada por uma abordagem com elementos quantitativos e qualitativos, centrada na identificação de fatores de motivação e a aplicação de uma metodologia de ensino diferenciada em aulas de química.

Sobre isso, Pereira e Ortigão (2016), expressam que, em uma pesquisa quantitativa, o ambiente natural é a fonte direta de dados, o investigador constitui-se do instrumento principal e realiza uma investigação descritiva. Para os investigadores qualitativos o processo é mais importante que os resultados e produtos da pesquisa. Eles tendem a analisar os seus dados de forma indutiva, pois o significado tem grande importância na abordagem qualitativa.

Na intenção de tentar alcançar os resultados esperados, optou-se por um estudo de caso, que englobasse abordagem do tipo qualitativa, a qual visa estudar e analisar questões através do ponto de vista dos sujeitos e abordagem quantitativa, na qual busca-se quantificar opiniões, dados a partir da coleta de informações e com o uso de recursos e técnicas estatísticas.

2. Procedimentos metodológicos

O cenário do estudo

O referido estudo foi realizado nos municípios de Santana e Macapá, localizados no Estado do Amapá, sendo que Macapá, assumindo a posição de capital do estado, concentra grande parte da população. A população de Macapá é de 442.933 pessoas, de acordo com o censo de 2022. Com este resultado o município é o mais povoado do estado do

Amapá, possuindo mais da metade da população. O Município de Santana, hoje possui a segunda maior população do Estado do Amapá, cerca de 107.373 pessoas (IBGE, 2023).

Local da pesquisa

Para a realização deste estudo foram escolhidas duas escolas da rede pública de ensino Estadual, uma no Município de Santana, denominada pelas iniciais BT e outra no Município de Macapá, com as iniciais CA. As duas escolas estão localizadas nos centros das cidades recebendo alunos de diferentes bairros.

Foram submetidas à pesquisa duas turmas da 1ª série do ensino médio, sendo uma turma em Santana e a outra em Macapá nos turnos manhã e noite, respectivamente. As escolas foram escolhidas devido suas localizações favoráveis.

Sujeitos da pesquisa

Este estudo valorizou, principalmente, a opinião dos professores de química e dos estudantes de ambas as escolas envolvidas, sobre a utilização de analogias na abordagem de conceitos de química. Considerando que este recurso metodológico pode ser utilizado com objetivo de tornar o processo de aprender química mais atrativo e significativo, despertando assim maior interesse e assimilação por parte do aluno. Todos os alunos e os professores envolvidos na pesquisa contribuíram efetivamente neste estudo investigativo, respondendo aos questionários aos quais foram submetidos.

Instrumentos de coleta e de análise dos dados

A coleta de dados se deu a partir de conversas e entrevistas para traçar aspectos sobre a realidade do ensino de química nas duas escolas. Nesse contexto, foi realizado um estudo descritivo, onde buscou-se observar e registrar situações que apresentassem utilização de analogias nas explicações de conceitos sobre modelos atômicos abordados pelos professores das duas turmas investigadas.

Formalmente, a obtenção dos dados se deu por meio de questionários com questões abertas, buscando-se obter dos alunos

respostas criativas e originais a respeito dos modelos atômicos, com o propósito de verificar as ações e reações dos professores e alunos quando submetidos ao uso de analogias em diversos aspectos. A amostra total constituiu-se de 80 alunos, sendo 40 provenientes da escola CA e 40 da escola BT. A distribuição desses alunos em faixas etárias distintas é apresentada na Tabela 01.

Tabela 1. Caracterização dos alunos em termos de faixa etária e segmento escolar

Faixa Etária (anos)	ESCOLA CA		ESCOLA BT – Intervenção	
	Nº alunos	% de alunos	Nº alunos	% de alunos
14-15	35	87,5	38	95,0
16-18	03	07,5	02	05,0
Acima de 18	02	05	-	-
Total	40	100	40	100

As coletas dos dados se deram em vários momentos. Na escola CA primeiramente foi realizada a observação em sala de aula, averiguando a utilização de analogias pelo professor na abordagem dos conceitos sobre o conteúdo modelos atômicos. Em seguida, os alunos foram submetidos aos questionários para a obtenção dos dados.

Na escola BT foram efetuados os mesmos procedimentos realizados na escola CA, mas com a intenção de contribuir na aula do professor da escola BT, foi realizada uma intervenção em aula com abordagem dos conceitos sobre modelos atômicos. Nessa intervenção, a aula foi pautada no uso intenso de analogias sobre o referido conteúdo, com adaptações a realidade do aluno. Os questionários foram aplicados depois da aula do professor na escola CA, e logo após a intervenção na BT.

Posteriormente, foi aplicado aos dois professores de química das escolas, um questionário aberto, com a finalidade de verificar quais suas visões sobre a utilização de analogias em conceitos de química e como essas analogias podem ser aplicadas para que os alunos não tomem conclusões erradas sobre a real definição do conceito de modelos atômicos.

Neste tipo de levantamento, existem características significativas, as quais são resumidas por Rodrigues, Oliveira e Santos (2021). Os

autores apontam que o contato direto e prolongado com pessoas ou grupos selecionados e situações propiciam boas coletas de dados. Além disso, também consideram que a obtenção de grandes quantidades de dados descritivos, construções de esquemas de trabalho, permitindo constante trânsito entre observação e análise e utilização de diferentes técnicas de coletas e de fontes variadas de dados, acabem por contribuir significativamente para a qualidade dos dados obtidos.

Um processo dinâmico de criação e aplicação de categorias e subcategorias foi aplicado para realização das análises das respostas dos alunos. Esse processo foi desenvolvido a partir dos objetivos definidos para cada questão. Para que houvesse a categorização de todas as ideias expressas pelos alunos, esse processo inicial de categorias foi modificado e aplicado a todos os questionários.

Foram construídas tabelas com os resultados do processo de análise dos dados. Essas tabelas apresentavam tanto a identificação de quais alunos expressaram uma determinada ideia quanto os percentuais em cada faixa etária. Por fim, a análise foi utilizada para fundamentar a discussão dos resultados.

CAPÍTULO III: ANALOGIAS EM QUÍMICA APLICADAS EM SALA DE AULA

Foi investigado nessa pesquisa, como os alunos da 1ª série do ensino médio compreendem os modelos atômicos a partir das analogias usadas para apresentá-los e explicá-los. Foram escolhidos, para este fim, os modelos atômicos propostos por Dalton, J. J. Thomson, Rutherford e Bohr. Tal escolha se justificou pelo fato de analogias que têm como domínios análogos a “bola de bilhar”; “pudim de passas”, “sistema solar” e outros, serem frequentemente utilizadas na explicação desses modelos.

Os resultados desta pesquisa foram separados e discutidos de acordo com suas etapas, assim, é destinado uma seção para cada resultado segundo os objetivos propostos. Ao final, avaliou-se de forma geral estes resultados encontrados.

1. Análise da observação em sala de aula

Os trabalhos desenvolvidos pelos professores de química das duas escolas foram diferentes. O professor da escola CA não utilizou as técnicas didáticas que envolvem analogias. Trabalhou os modelos atômicos utilizando como referência somente o livro didático. Não mostrou em suas abordagens clareza na hora de utilizar comparações por analogias fazendo com que os alunos tivessem distorções de ideias sobre os conceitos de modelos atômicos.

O professor da escola BT não adotava livros didáticos, mas havia mencionado as analogias que os livros didáticos apresentam e ainda mostrou aos alunos o que não pode ser levado em consideração quando aplicou algumas analogias. No entanto, o processo de utilização de analogias não foi o ideal.

Partindo do princípio de que na sala de aula os alunos se mostram mais interessados pelos conceitos quando eles têm alguma ligação com algo que eles conhecem ou vivenciam, a intervenção na aula do professor da escola BT, foi de grande repercussão, pois foi intensificado o uso das analogias em conjunto com o conteúdo modelos atômicos. A intenção foi fazer com que o aluno aprendesse que a analogia é empregada com o objetivo de aproximar o entendimento do real significado do conceito sem substituí-lo, tirando do aluno a possibilidade de assimilar um conceito errôneo por associações inadequadas.

Da análise das aulas do professor da escola CA e com auxílio de achados da literatura, observou-se que ao trabalhar, por exemplo, o modelo atômico de Rutherford o professor, precisa realizar comparações com algo conhecido pelos alunos como auxílio quanto a transferência de informações. Portanto, a analogia que mostra as semelhanças entre o sistema solar e o modelo de Rutherford se enquadra, segundo Sabatine (2021), como uma relação de comparação estrutural, pois a analogia mostra a relação em termos de estrutura entre a ideia de átomo e de sistema solar.

As relações de similaridade observadas estão baseadas apenas na organização dos elétrons na eletrosfera do átomo, assim, se não levarmos

em consideração a energia que cada nível energético possui, a estrutura do átomo realmente se assemelha à disposição dos planetas, em suas orbitas em relação ao sol, no sistema solar.

No caso em questão, o professor precisa se preocupar com a organização prévia de suas atividades, como por exemplo, enfatizar a diferença entre os dois modelos análogos (sistema solar e modelo atômico de Rutherford, nesse caso), precisa deixar evidente que a comparação tem apenas o caráter estrutural.

A semelhança mais evidente é que os elétrons se movem ao redor do núcleo em uma espécie de órbita, semelhante aos planetas ao redor do sol. A abordagem nesses moldes não foi realizada pelo professor da escola CA. O que fez com que os alunos chegassem a ter conclusões equivocadas com essa analogia.

O fato de o professor não fazer os esclarecimentos sobre as comparações, provoca no aluno o entendimento errado sobre a analogia, este confunde a analogia com a própria teoria, e quando perguntado sobre átomos, pode responder apontando características do sistema solar ou até do movimento dos planetas. Além disso, os planetas podem apresentar em suas órbitas planetóides ou satélites, o que não ocorre com os elétrons.

Nas aulas do professor da escola BT foi observado que ele busca associar os conceitos com a realidade do aluno, com a utilização de comparações e analogias. No entanto, também houve dificuldades no uso das analogias em relação aos modelos atômicos, ausência de abordagem que mostrasse aos alunos o que não se podia levar em consideração na analogia.

Na escola BT foi realizada uma intervenção com o objetivo de aplicar a teoria sobre analogias e comparações ao conteúdo de modelos atômicos. Assim, com essa intervenção, buscou-se minimizar situações em que o aluno possa tirar conclusões distorcidas devido a analogias mal empregadas ou pouco trabalhadas.

A intervenção foi feita na forma de aula expositiva, com auxílio de projetor de imagem digital (data show), para ilustrar e melhorar o

entendimento dos alunos em relação aos modelos atômicos e modelos análogos antes da aplicação de questionários de aferição.

2. Análise do questionário aplicado aos alunos

As aplicações dos questionários aos alunos serviram para conhecer seus desempenhos quando submetidos ao ensino com analogias, assim como, verificar os possíveis erros que podem ocorrer na utilização desse método. Os questionários foram aplicados a 80 alunos e identificados com números de 1 a 40, para cada escola, assim preservando a identidade dos alunos entrevistados.

O questionário aplicado aos alunos foi constituído de 6 questões, as questões abordam conceitos sobre modelos atômicos por meio de analogias, pretendeu-se saber dos alunos o entendimento do conteúdo. Uma vez que o rendimento das respostas depende do tipo de aula, sobre os modelos atômicos, ministrada pelo professor.

De forma a obter informações sobre as aulas com e sem o uso de analogias, na escola CA foi aplicado os questionários logo após a aula do professor. Já na escola BT, uma intervenção foi realizada durante a aula com participação do professor. A intervenção objetivou a explicação de cada analogia utilizada na explicação do conteúdo modelos atômicos, o que tornou o conteúdo ministrado mais próximo da realidade dos alunos.

Os resultados serão apresentados em blocos distintos, relacionados à analogia da “bola de bilhar” a analogia do “pudim de passas”, à analogia do “sistema solar” e depois a análise seguirá com a abordagem do modelo de Bohr.

Analogia da “Bola de Bilhar”

Em relação ao questionário aplicado, a primeira questão tratava sobre o modelo de Dalton. A pergunta buscava obter informações de como os alunos imaginavam o átomo de Dalton, que o comparava com uma bola de bilhar e como os alunos interpretaram essa comparação, a pergunta foi a seguinte: Primeiro modelo atômico com base experimental. O átomo é uma partícula maciça e indivisível. O modelo vingou até 1897. Modelo atômico de Dalton: “Bola de Bilhar”. (a) De acordo com seus

conhecimentos, desenhe a “Bola de Bilhar” que serve de comparação com o átomo de acordo com o 1º modelo atômico. (b) Dalton dizia que o átomo era como uma bola de bilhar, o que isso significa para você?

Assim, no que se refere ao conceito de Dalton, o átomo é interpretado como menor partícula da matéria, homogêneo e formado de uma estrutura compacta, maciça e sólida, sendo assim indivisível e indestrutível (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018). Foram obtidas respostas satisfatórias da maioria dos alunos da escola BT, já na escola CA o rendimento foi inferior ao da escola BT. Na figura 3 pode ser vista resposta de um dos alunos da escola CA para a primeira questão. A maioria das respostas dos alunos da mesma turma sobre essa questão foram semelhantes.

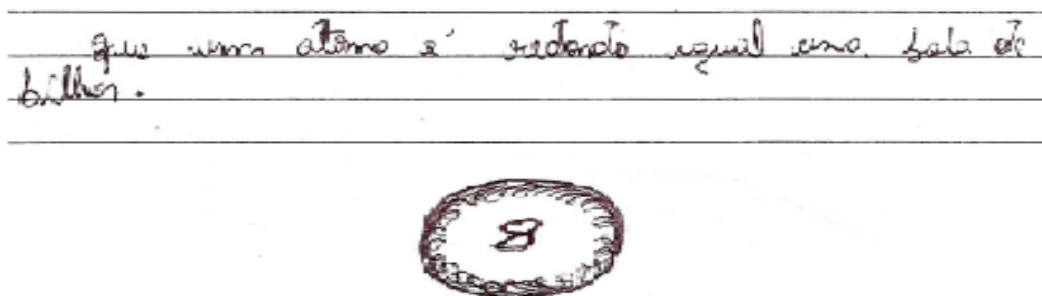


Figura 3. Resposta do aluno 08 do CA referente à questão 01 sobre modelo atômico de Dalton.

O referido aluno citou apenas a característica redondo, atribuída à bola de bilhar, onde afirma na resposta “que um átomo é redondo igual uma bola de bilhar” Alguns alunos da mesma escola citaram mais características da bola de bilhar, evidentemente, concluíram que são as mesmas características que um átomo pode ter.

Outro aluno (aluno 23 da escola CA) afirma em sua resposta que “um átomo pode ser pesado e com algum tipo de mancha”. Na resposta do aluno 23 a bola de bilhar vem com um número em sua face, e em muitas das respostas era atribuída uma cor.

Ao analisar as respostas dos alunos da escola BT, diferenças significativas foram observadas em relação as respostas dos alunos da escola CA. A escola BT apresentou um rendimento relativamente satisfatório, o qual foi evidenciando na resposta da questão 1 pelo aluno

14 da escola BT, mostrada na figura 4: “que o átomo era uma esfera rígida e massiça” abaixo:

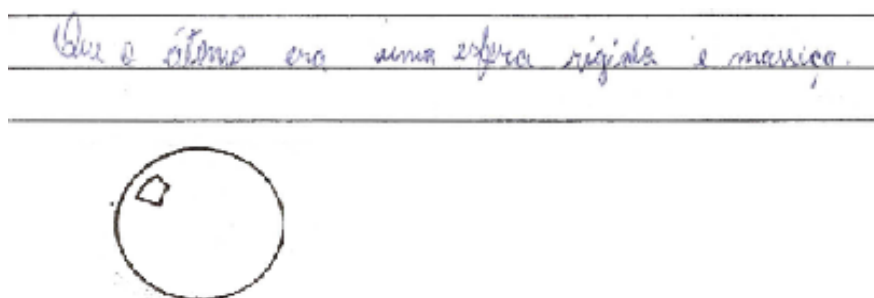


Figura 4. Reposta do aluno 14 do BT referente à questão 1 sobre modelo atômico de Dalton.

Na resposta do aluno 14 da escola BT, observou-se que houve a compreensão da ideia do átomo proposto no modelo de Dalton, onde o desenho da bola de bilhar é simples e objetivo. Os alunos mostraram compreender que o átomo se compara visivelmente com a bola de bilhar, pelo fato de ser indivisível e indestrutível, sendo uma estrutura maciça de acordo com o pensamento da época em que o modelo foi proposto.

O aluno 35 da escola BT respondeu que “isso significa que o átomo é um só corpo, que é indivisível em partes menores”. Assim, de acordo com a concepção do átomo pelo modelo de Dalton, a analogia da bola de bilhar se torna eficaz no aspecto de demonstrar que um átomo seria indivisível e rígido. Os erros de interpretação dos alunos da escola CA se deram pela atribuição aos átomos, de cores e números como nas bolas de bilhar. O resultado pode ser observado na tabela 2 e o gráfico 1 demonstra o rendimento dos alunos da escola BT e da escola CA para a questão de número 1.

Os alunos das duas escolas tiveram aulas diferenciadas para que fosse possível analisar os pontos positivos que as analogias no ensino da química disponibilizam e os pontos negativos causados pelo não uso ou pelo uso equivocado. Assim, os dados da tabela 1, mostram que o desempenho dos alunos da escola BT foi mais satisfatório devido à intervenção didática com o uso de analogias de forma sistematizada e

organizada. Com a correção de conceitos mal interpretados ou analogias mal concebidas.

Tabela 2. Rendimentos dos alunos das escolas campos em relação à questão 1 sobre a analogia do modelo de Dalton.

Escola Campo	Alunos que alcançaram o real significado da analogia	Rendimento (%)	Alunos que NÃO alcançaram o real significado da analogia	Rendimento (%)
Escola CA	10	25	30	75
Escola BT	32	80	08	20

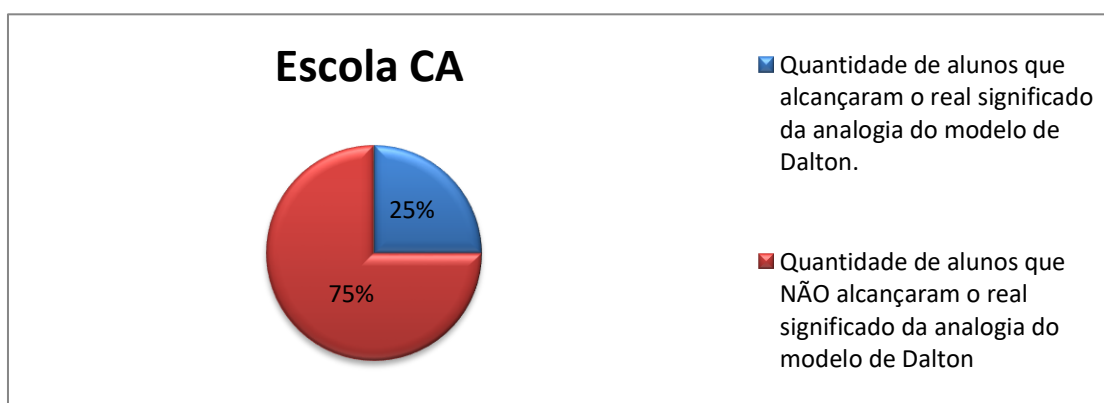


Gráfico 1. Rendimento dos alunos da escola CA na primeira questão sobre modelos atômicos.

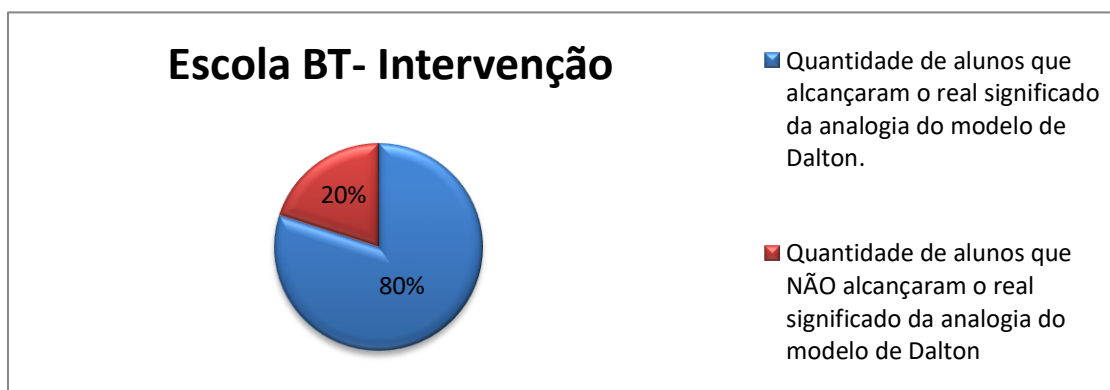


Gráfico 2. Rendimento dos alunos do BT na primeira questão sobre modelos atômicos.

Os gráficos 1 e 2 mostram o rendimento das turmas para a questão 1, considerando que as respostas corretas se baseavam na aproximação do conceito teórico do modelo de Dalton, e a correta interpretação da

analogia utilizada em todos os modelos. Assim, esse critério de avaliação foi utilizado em todas as questões do questionário.

Analogia em relação ao “Pudim de Passas”

A questão 2 refere-se ao modelo atômico de Thomson. Neste caso, o conceito atômico proposto por Thomson é que o átomo seria uma esfera de carga positiva (prótons), onde estariam imersas as partículas negativas (elétrons), logo, evidenciando a analogia com o pudim de passas (USBERCO; SALVADOR, 2014). A pergunta da questão 2 é apresentada a seguir: O Modelo atômico de Thomson é uma teoria sobre a estrutura atômica proposta por Joseph John Thomson, descobridor do elétron e da relação entre a carga e a massa do elétron, antes do descobrimento do próton ou do nêutron. Neste modelo, o átomo é composto de elétrons embebidos numa sopa de carga positiva, como as passas num pudim. Modelo do “Pudim de Passas”. (a) Desenhe como você imagina um Pudim de Passas. (b) Desenhe a parte interna de um Panetone. Obs.: panetone é um alimento tradicional da época de Natal de origem milanesa. (c) Observe seu desenho do Panetone e escreva se ele pode também ser comparado com o átomo do modelo atômico de Thomson e diga o que são os elétrons no desenho.

Nos livros didáticos de química brasileiros, o uso de analogias em relação ao modelo de Thomson, é de certa forma, inadequado. Os alunos brasileiros conhecem como “pudim”, uma massa clara com formato circular e contendo um furo no meio. E é muito raro um pudim conter passas no Brasil. Assim, se faz necessária a identificação do significado para o que os alunos atribuíam à expressão “pudim de passas”. Isso foi obtido a partir das respostas à questão 2.

Na questão foi solicitado o desenho do panetone como uma comparação com o átomo do modelo atômico de Thomson, uma alternativa para substituição da analogia com o pudim de passas, considerando que este não é familiar aos alunos, e eles não conseguem associar a um pudim de passas, pois nunca foi visto por eles antes.

Para essa questão, a maioria dos alunos tanto da escola CA quanto da escola BT não souberam, exatamente, como era um pudim de passas, o que é evidenciado na figura 5 e 6 abaixo:

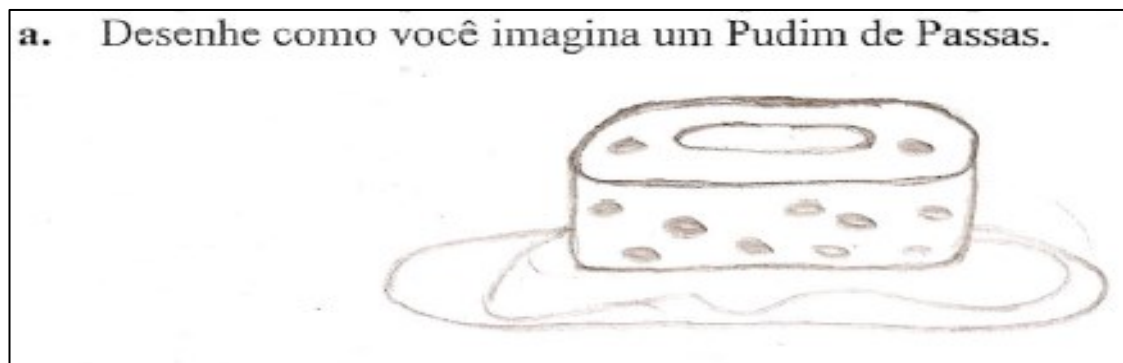


Figura 5. Reposta do aluno 37 do BT referente à questão 02 sobre modelo atômico de Thomson.

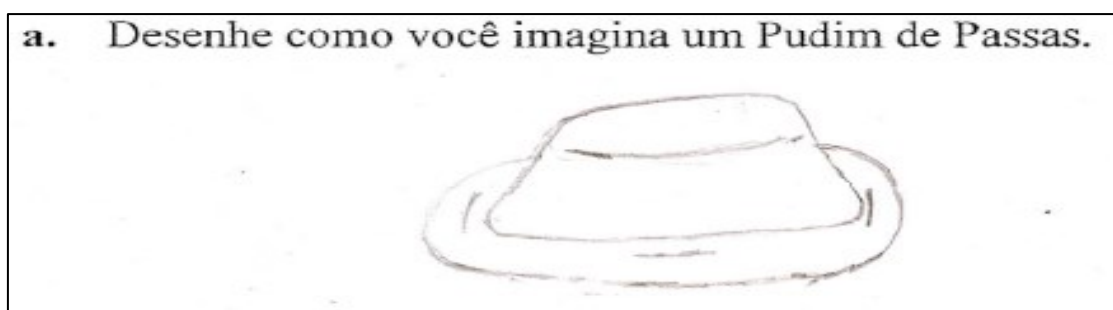


Figura 6. Reposta do aluno 29 do CA referente à questão 2 sobre modelo atômico de Thomson.

A maioria dos alunos das duas escolas fizeram uma interpretação errônea sobre como é definido fisicamente um pudim de passas, fato que pode ser explicado pela não familiarização com esse tipo de pudim. Para que fosse comprovada que a analogia do pudim de passas não é viável a realidade dos alunos de ambas as escolas, não foi mostrado o pudim de passas durante intervenção para os alunos da escola BT. Essa informação foi fornecida apenas depois da aplicação dos questionários. Devido ao desconhecimento dos alunos sobre o pudim de passas, foi sugerido também o desenho do panetone, assim, acessou-se a opinião dos alunos sobre a comparação do panetone com o átomo do modelo de Thomson.

O rendimento dos alunos sobre a analogia do panetone ao modelo de Thomson, foi satisfatório tanto na escola CA quanto na escola BT, no entanto, os alunos do BT tiveram um rendimento superior aos do CA (ver gráfico 6) em decorrência da intervenção com uso de analogias utilizada para abordar o conceito do modelo atômico de Thomson. Observou-se que o panetone que é familiar aos alunos, o facilitou o entendimento da teoria e do modelo de Thomson.

Na questão 2 também foi perguntado ao aluno se era viável a comparação do panetone com o modelo de Thomson e o que seriam os elétrons no panetone. Um exemplo das respostas obtidas é a resposta do aluno 18 da escola BT: “Um panetone poderia sim ser comparado a um átomo por que no caso do panetone os elétrons seriam as bolinhas de chocolate ou pedaços de frutas”.

Dos alunos da escola CA apenas 4% conseguiram desenhar o pudim de passas com suas características físicas perfeitas, na escola BT foram 5%. Na mesma questão, no subitem que pergunta sobre a relação do panetone com o átomo, 90% dos alunos do CA e 98% dos alunos do BT responderam de forma satisfatória, confirmando que o panetone poderia substituir o pudim de passas como uma analogia eficaz para a melhor interpretação do átomo proposto no modelo atômico de Thomson.

Os alunos que não aceitaram o panetone como uma comparação do átomo do modelo de Thomson, também deixaram claro que não tinham ideia do que se tratava uma comparação por analogia, tanto com o panetone quanto com o pudim de passas, por exemplo: “Eu acho que o panetone e o pudim não é como o átomo, porque são coisas diferente, não podem ser igual ao átomo” (aluno 13 da escola BT)

Os gráficos 3, 4, 5 e 6 abaixo mostram os rendimentos dos alunos para a questão 2, sendo que a questão foi dividida em 3 subitens (a, b e c) onde foram analisados graficamente apenas os subitens a e c.

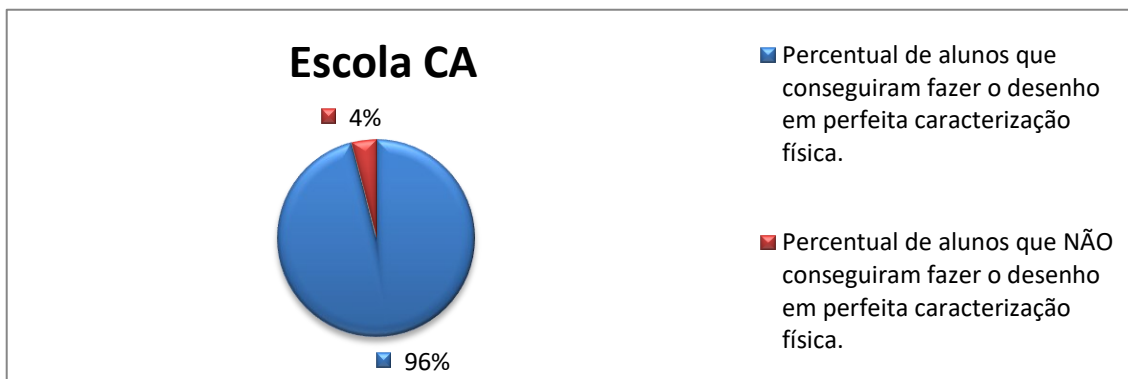


Gráfico 3. Rendimento dos alunos das escolas CA na questão 2 sobre o desenho do pudim de passas.

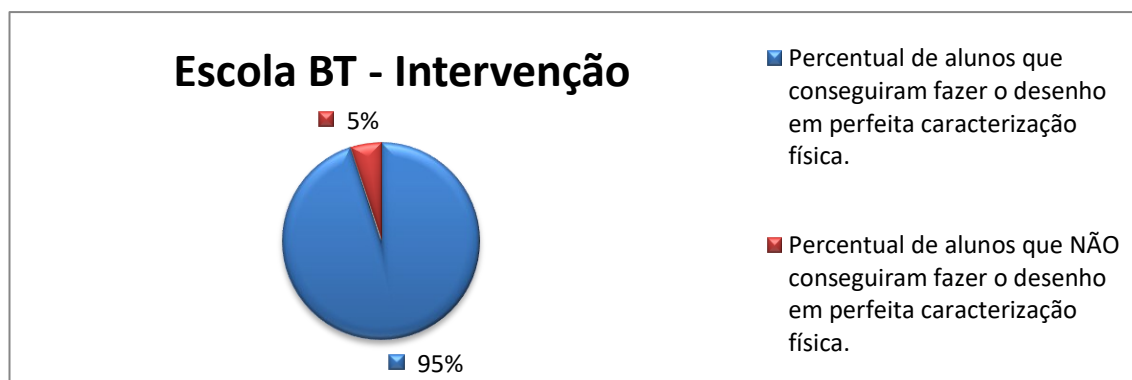


Gráfico 4. Rendimento dos alunos das escolas BT na questão 2 sobre o desenho do pudim de passas.

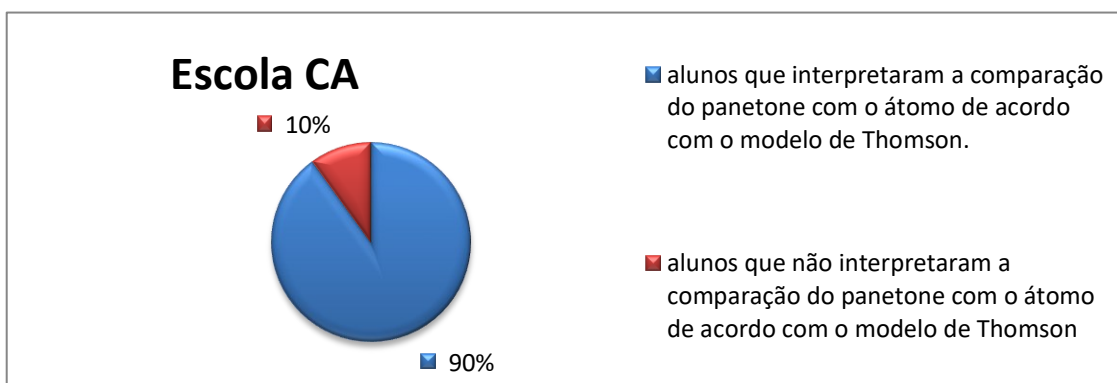


Gráfico 5. Rendimento dos alunos das escolas CA na questão 2 sobre o panetone e o modelo atômico de Thomson.

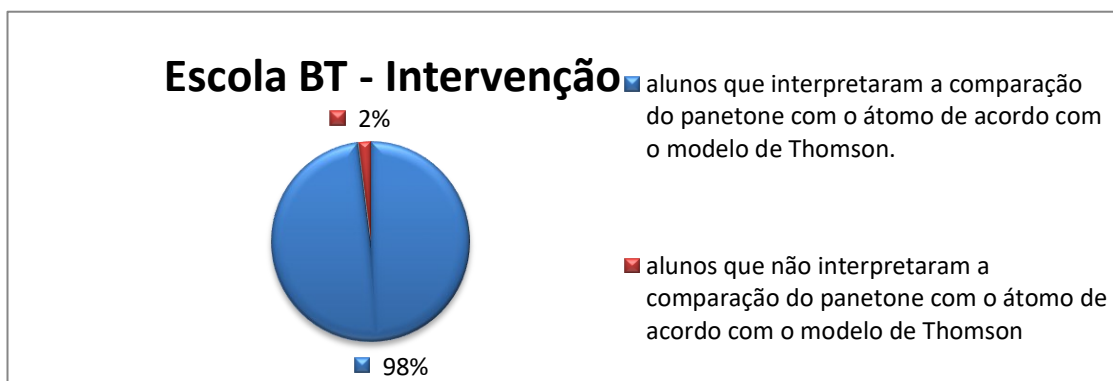


Gráfico 6. Rendimento dos alunos das escolas BT na questão 2 sobre o panetone e o modelo atômico de Thomson.

Analogia do “Sistema Solar”

O modelo atômico proposto por Rutherford refere-se ao átomo como formado por um núcleo muito pequeno, com carga positiva, onde estaria praticamente toda a sua massa. Ao redor do núcleo ficariam os elétrons girando em sua volta, neutralizando sua carga, na eletrosfera, como os planetas ao redor do sol (BROWN, et al., 2016).

Considerando que o sistema solar é familiar aos alunos (pelo menos em termos de ele ser constituído do sol e de planetas que giram em órbitas definidas ao seu redor), por intermédio das mídias, revistas, livros, entre outros. A questão 3 foi elaborada com o seguinte comando: O átomo não é maciço nem indivisível. O átomo seria formado por um núcleo muito pequeno, com carga positiva, onde estaria concentrada praticamente toda a sua massa. Ao redor do núcleo ficariam os elétrons, neutralizando sua carga. Este é o modelo atômico de Rutherford ficou conhecido como modelo planetário, pela sua semelhança com a formação do Sistema Solar. (a) De acordo com o que o professor falou em sala de aula e observando as figuras acima explique o que você entende quando lê a seguinte frase: “O átomo é como se fosse o sistema solar”. (b) Para você existe algo errado em fazer essa comparação do átomo e sistema solar?

Alguns problemas de interpretação foram encontrados nas respostas de alguns alunos quando perguntados sobre o modelo de Rutherford e sua semelhança com o sistema solar, como por exemplo a

resposta do aluno 09 da escola CA: “sim por que o átomo tem diversas cargas e o sistema solar tem”.

Mesmo sendo o sistema solar familiar aos alunos, ao serem questionados com as comparações do átomo como um sistema solar, 30% dos alunos da escola CA expressaram uma relação incorreta com o átomo do modelo de Rutherford enquanto na escola BT foram 8% dos alunos. Mas o restante 70% dos alunos do CA e 92% dos alunos da escola BT identificaram corretamente a relação analógica entre os planetas e os elétrons expressando ideias como mostram as figuras 7 e 8 abaixo:

O NÚCLEO DO ÁTOMO SERIA O SOL E OS ELÉTRONS OS PLANETAS, QUE FICAM ANDANDO-SE O TEMPO INTEIRO.

Figura 7. Resposta do aluno 31 do CA referente à questão 3 sobre modelo atômico de Rutherford.

Sim, por que o núcleo (sol) e elétrons (planetas) mas também não só por causa disso também por que no sistema solar os planetas giram em torno do sol e também não se colidem com o sol, assim também é o átomo.

Figura 8. Resposta do aluno 40 do BT referente à questão 03 sobre modelo atômico de Rutherford.

O aluno 40 do BT faz a relação correta do domínio familiar que é o sistema solar com o átomo do modelo Rutherford, e afirma que o núcleo do átomo não colide com os elétrons, fato que não pode ser explicado no modelo de Rutherford. Isso ocorreu por causa do conhecimento que o aluno já havia obtido sobre os conceitos posteriores do modelo de Bohr que explicava o motivo dos elétrons não colidirem com o núcleo.

Os dados da questão 3 sobre o modelo de Rutherford, onde no subitem “a” perguntava-se aos alunos a relação do sistema solar com o átomo, são ilustrados nos gráficos 7 e 8 abaixo:

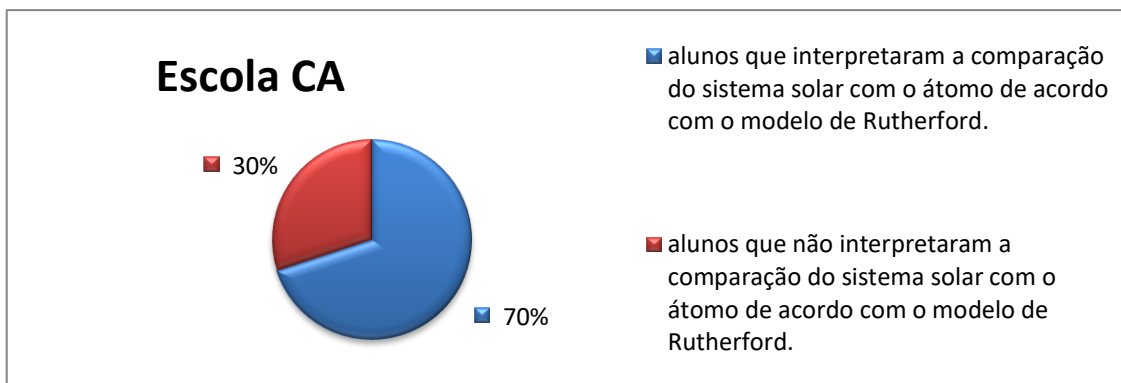


Gráfico 7. Rendimento dos alunos das escolas CA na questão 3 sobre a analogia do sistema solar do modelo atômico de Rutherford.

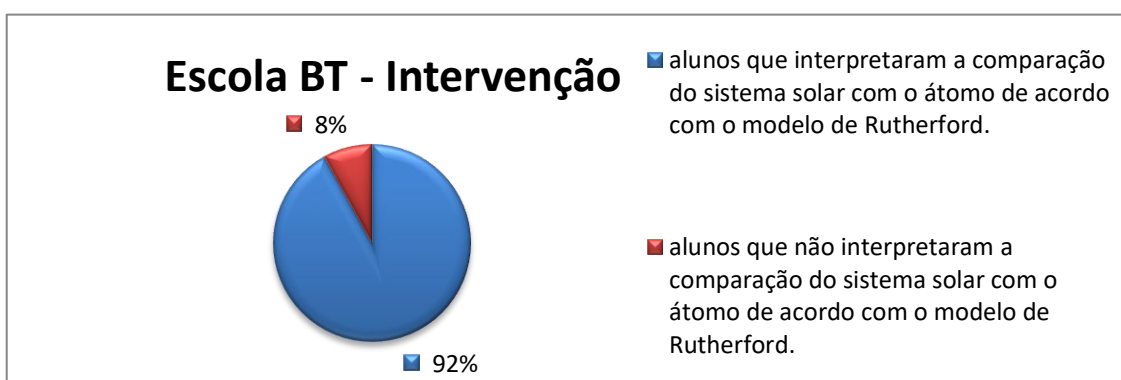


Gráfico 8. Rendimento dos alunos das escolas BT na questão 3 sobre a analogia do sistema solar do modelo atômico de Rutherford.

Na mesma questão no subitem “b” foi perguntado aos alunos se na opinião deles era correto comparar o átomo com o sistema solar, todos os alunos não manifestaram qualquer tipo de oposição sobre a comparação estabelecida.

O modelo atômico de Bohr e os fogos de artificios luminosos

Na questão 4, sobre o modelo atômico de Bohr, busca explorar o porquê dos elétrons não se chocarem com o núcleo. O enunciado da questão foi: Os físicos impuseram um problema ao modelo de Rutherford. Cargas elétricas em movimento tendem a perder energia, levando os elétrons a se chocarem com o núcleo, destruindo o átomo, no entanto, isso não ocorre. Em 1913, o dinamarquês Niels Bohr explicou o porquê dos elétrons não se chocarem com o núcleo com as seguintes afirmações: “Os elétrons giram ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas

bem definidas, que são denominadas de órbitas estacionárias, com determinados níveis de energia. Quando um elétron absorve uma determinada quantidade de energia do exterior (luz, calor ou eletricidade) ele salta para uma órbita (nível) mais energética (estado excitado). Ao retornar para a órbita original, o elétron perde energia na forma de ondas eletromagnéticas (luz de cor bem definida que varia de átomo para átomo)”. Com isso, você acha que o comportamento do elétron, explicado por Bohr, pode ter alguma relação com o que acontece com os fogos de artificios luminosos? Por quê?

Nessa questão, a intenção foi saber qual a interpretação dos alunos ao se comparar o comportamento do elétron no átomo do modelo de Bohr com a coloração dos fogos de artificios luminosos. Devido à complexidade da interpretação dos conceitos para o entendimento dos fenômenos e da não utilização de analogias na abordagem do conteúdo na sala de aula, o rendimento dos alunos da escola CA foram baixos. Cerca de 30% dos conseguiram realizar a relação correta entre os fogos de artificios e o átomo no modelo de Bohr. Já para escola BT, onde ocorreu a intervenção com uso de analogias, cerca de 74% dos alunos conseguiram associar as cores dos fogos de artificios com o modelo de Bohr (ver gráficos 9 e 10).

É evidente o baixo nível de interpretação dos alunos da escola CA na questão em consequência de o professor não demonstrar para os alunos o processo de ação dos fogos de artificios, assim tornando o domínio da analogia distante da realidade dos alunos, fazendo com tomem conclusões errôneas na interpretação da comparação. Cita-se como exemplo, a resposta do aluno 11 da escola CA: “pois os fogos são aquecidos e estouram, assim como os elétrons quando são energizados”. E a resposta do aluno 21 da mesma escola: “OBS. Só sei a introdução de química, não sei responder essa pergunta”

Na resposta do aluno 21 da escola CA a questão 4, é notório que o aluno não tem conhecimento para a interpretação da questão, isso pode ter ocorrido, principalmente, porque os métodos de aula utilizados pelo professor não foram satisfatórios para que o aluno tenha conhecimentos

dos significados dos conceitos. Os dados dos rendimentos dos alunos para essa questão são ilustrados nos gráficos 9 e 10 abaixo:

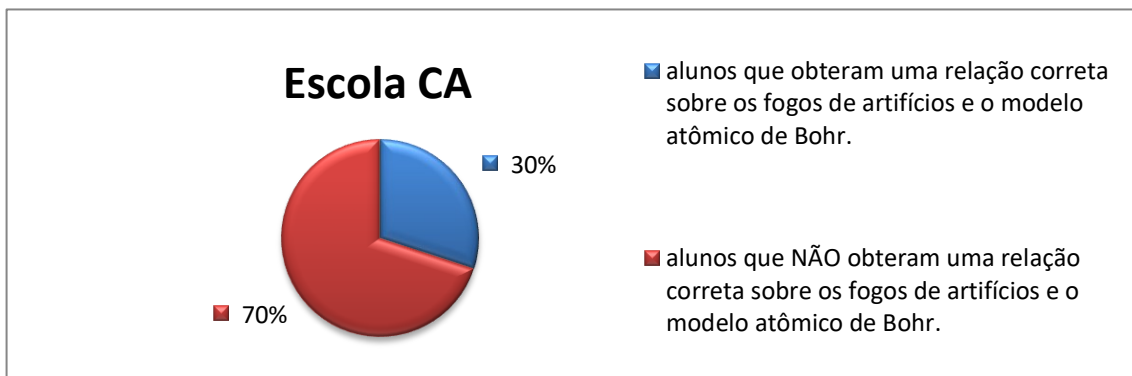


Gráfico 9. Rendimento dos alunos das escolas CA na questão 4 sobre o modelo atômico de Bohr.

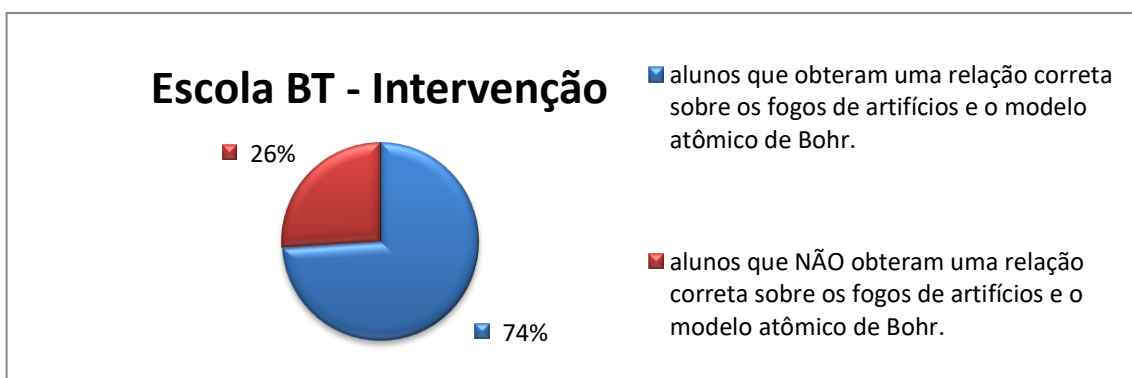


Gráfico 10. Rendimento dos alunos das escolas BT na questão 4 sobre o modelo atômico de Bohr.

Para explicar o modelo de Bohr com uma visão mais concreta dos fenômenos, foi feito o uso de analogias com os fogos de artifícios para os alunos da escola BT durante a intervenção. Assim, foi definido que um fogo de artifício é composto basicamente por pólvora (mistura de enxofre, carvão e salitre e nitrato de potássio) e por um sal de um elemento específico (o que irá determinar a cor da luz produzida na explosão). As cores produzidas pelos fogos são obtidas por dois fenômenos, a incandescência e a luminescência.

A incandescência é a luz produzida pelo aquecimento de substâncias. Quando o metal é aquecido ele passa a emitir radiação infravermelha, está se torna radiação visível na cor branca. Esse fenômeno depende da temperatura. A lâmpada incandescente é em

funcionamento é um exemplo de incandescência. Nessas lâmpadas, existe um filamento de Tungstênio que é aquecido e passa a produzir luz, a partir da incandescência. Isso também ocorre nos fogos de artifício, em metais como o Alumínio e Magnésio, que ao queimarem produzem alta luminosidade.

A luminescência foi mais importante para a comparação dos fogos de artifícios com o modelo de Bohr. Nela, a luz é produzida a partir emissão de energia, por um elétron excitado, que volta para o nível de energia menos energético de um átomo.

Ao saberem desses conceitos, os alunos da escola BT passaram a idealizar os fenômenos químicos que ocorriam em um vídeo sobre a queima de fogos de artifícios, concordando que esses fenômenos eram os mesmos que o modelo de Bohr tentava explicar em relação ao comportamento do elétron de um átomo qualquer. Então, esses conceitos quando apreendidos pelos alunos da escola BT, foram determinantes para que seus rendimentos na questão fossem maiores que os rendimentos dos alunos da escola CA, onde o professor não havia feito qualquer relação analógica para exemplificar e tentar aproximar o conceito científico do conteúdo que é familiar ao aluno.

Produção de uma analogia com o átomo pelos alunos

Na questão 5 do questionário, foi solicitado aos alunos que fizessem uma analogia com o átomo de acordo com o modelo atual: De acordo com os conhecimentos que você obteve em sala de aula ou em livros sobre o atual modelo atômico. Com que você pode comparar o átomo para que seja compreendido melhor como ele é formado?

O resultado para essa questão foi satisfatório, pois 95 % dos alunos da escola BT fizeram algum tipo de comparação correta com o átomo e 75% dos alunos do CA também relacionaram o átomo com algo familiar a eles, o restante não responderam à questão.

Para essa questão, foi exigido apenas a criatividade e originalidade dos alunos nas respostas, considerando que qualquer analogia feita com o átomo não será totalmente idêntica, sempre haverá distinções, mas que

as semelhanças podem servir para ajudar no entendimento real do conceito. Assim, grande parte das analogias feitas pelos alunos evidenciava o núcleo e a eletrosfera do átomo sendo comparado com um ovo. Por exemplo, o aluno 3 da escola CA respondeu que: “O átomo é igual o ovo, a gema é o núcleo e a clara é a eletrosfera onde estão localizados os elétrons muito pequenos”. Já o aluno 14 da escola BT apontou que: “É igual ao ovo de pássaro, pequeno onde a gema é o núcleo”.

Alguns alunos compararam o átomo com algum tipo de fruta, objeto ou comida, sendo que em todas as analogias eles identificavam as características presentes no átomo. Ausubel (1980) também afirma que o ensino para ser realmente significativo, deve contar com fatores como a motivação. É fácil perceber que a aprendizagem significativa não depende apenas do material a ser utilizado pelo professor, mas depende também, da vontade que o aluno tem em estudar, ou seja, se o aluno não apresenta essa condição, fatalmente as informações a ele repassadas não serão incorporadas a sua estrutura cognitiva.

Apenas um aluno (aluno 40 da escola BT) fez uma analogia diferenciada de todos os demais, na tentativa de comparar o átomo com algo familiar ele respondeu da seguinte forma: “pode ser comparado com nuvens os elétrons que giram em torno do núcleo que seria a terra, em sentidos diferentes de acordo com o vento, ex. quando um elétron absorve energia do exterior ele salta para uma órbita mais energética se afastando do núcleo, como as nuvens quando absorvem vapor externo elas saem de órbita e quando perdem através da chuva ela volta a órbita original, o átomo é quase assim”.

Na analogia feita pelo aluno, ele demonstrou conhecimentos sobre os conceitos em relação ao átomo, mostrando habilidade em descrever o comportamento do elétron e os níveis de energia.

É nesse ponto que as analogias apresentam um papel fundamental, pois, acabam proporcionando essa motivação o que pode facilitar consideravelmente a aprendizagem significativa de conceitos científicos. Assim, as analogias acabam por contribuir com a apreensão do conhecimento científico quando relacionado ao conhecimento cotidiano,

isso ocorre forma efetiva, pois oportuniza um aumento da motivação através da utilização de conceitos conhecidos.

A opinião dos alunos sobre o uso de analogias

O uso da analogia no ensino da química foi considerado pelos alunos como uma excelente metodologia de ensino que torna o conceito fácil para a compreensão, pois na questão 6 do questionário, foi acessada a opinião dos alunos, em relação ao uso das analogias pelo professor em sala de aula. Como essa ferramenta didática pode aproximar o conceito científico do familiar, a partir de relações que façam o aluno entender o que está sendo exposto a ele.

A questão 6 apresentou o seguinte enunciado: Em sua opinião, comparar conceitos de química com situações e objetos que você conhece do seu dia a dia torna o ensino da química mais fácil? Justifique sua resposta?

Dessa forma, cerca de 97% dos alunos da escola BT responderam à questão afirmando que as analogias são importantes para serem utilizadas no ensino da química e 92% dos alunos da escola CA também consideraram que as analogias são fundamentais no processo de ensino-aprendizagem. Os demais alunos de ambas as escolas não responderam, pois é provável que não tenham conhecimento sobre o que é uma analogia.

Comparativo geral dos rendimentos das escolas

A partir das respostas do questionário, foi realizado um comparativo dos rendimentos entre os alunos da escola CA e da escola BT, dessa maneira, podemos analisar graficamente e detalhadamente as diferenças de rendimento entre a escola BT e a escola CA nas respostas das quatro questões referentes os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, respectivamente. Nessas questões foram explorados os entendimentos dos alunos sobre as analogias que os modelos apresentam.

Os dados podem ser observados na tabela 3 e no gráfico 11 que segue abaixo:

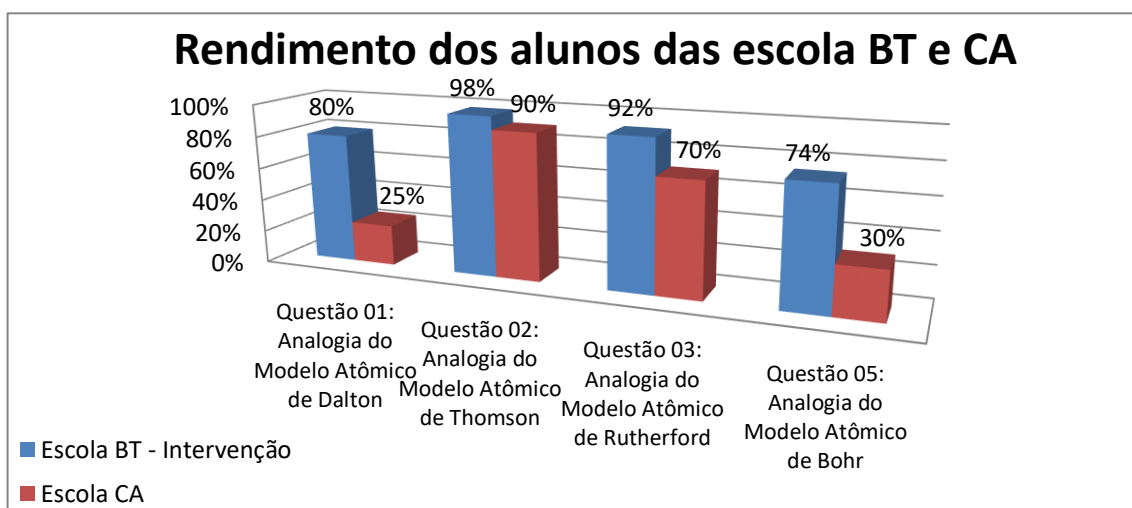
Tabela 3. Rendimento comparativo dos alunos das duas escolas sobre os quatro modelos atômicos abordados

	Questão 1:	Questão 2:	Questão 3:	Questão 4:
Escola Campo	Analogia do Modelo Atômico de Dalton	Analogia do Modelo Atômico de Thomson	Analogia do Modelo Atômico de Rutherford	Analogia do Modelo Atômico de Bohr
Escola CA	25%	90%	70%	30%
Escola BT *	80%	98%	92%	74%

* Foi realizada a intervenção

A tabela 3 mostra o percentual alcançado nas escolas para as questões sobre os quatro modelos atômicos abordados, a numeração das questões acima estão de acordo com o questionário aplicado. A questão 2 foi utilizada para análise comparativa a resposta do subitem “c” e da questão 3 foi o subitem “a”, pois as questões foram divididas em 3 e 2 subitens, respectivamente, como já foi mencionado anteriormente.

É notória a diferença no desempenho dos alunos da escola CA e da escola BT, comprovando que os usos de analogias nas explicações dos conceitos de química são uma forma eficaz de ajudar os alunos a compreenderem o conteúdo, quando as analogias são bem elaboradas e aplicadas.

**Gráfico 11.** Rendimento dos alunos das escolas CA e BT nas questões 1, 2, 3 e 4 sobre os quatro modelos atômicos.

Os dados foram analisados e plotados obtendo os seguintes resultados de acordo com o gráfico 11 abaixo. A partir desse gráfico,

verifica-se a diferença nos rendimentos de cada escola para cada questão sobre os modelos atômicos. O rendimento inferior na escola CA é justificado pela não utilização das analogias, por parte do professor, nas abordagens dos conteúdos. O rendimento maior foi obtido na escola BT, onde foi realizada por nós a intervenção durante a aula da professora sobre os modelos atômicos.

A intervenção teve como objetivo aproximar as analogias do conhecimento familiar dos alunos, com a devida preocupação de não fornecer uma ideia errônea aos alunos, sugerindo outras analogias como a do panetone que pode servir também para substituir o pudim de passas que não é familiar aos alunos no Brasil. Assim, os usos das analogias se fizeram eficazes, sendo que as mesmas devem ser utilizadas com certo cuidado para que o aluno não venha ter uma interpretação distante do que se espera.

CAPÍTULO IV: ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDO

Há um crescimento das pesquisas sobre o emprego de analogias no ensino. Uso dessa ferramenta no ensino da química se torna de grande importância para a solução de problemas que englobam a aprendizagem nessa disciplina, por ser uma ciência considerada abstrata e longe da linha de raciocínio dos alunos.

O presente estudo forneceu dados que revelaram a importância do uso adequado das analogias no ensino da química, onde, com a contribuição de relatos e pesquisas de vários teóricos, verificou-se que a utilização de analogias no ensino, é sim, cada vez mais, recorrida por professores. No entanto, os professores demonstram que não têm a dimensão exata da importância da aplicação adequada das analogias no ensino dos conteúdos de química, seja pelo próprio desconhecimento sobre as formas adequadas de emprego de tais analogias, ou ainda, pelo seu uso demasiado.

A partir da análise dos resultados obtidos nos questionários, ficou evidente que os alunos sentem dificuldades na interpretação e distinção entre os modelos atômicos e que a utilização de analogias foi favorável

para oportunizar aos alunos uma aprendizagem significativa dos conceitos. Os resultados mais significativos foram observados em maior abrangência na turma da escola BT, onde as analogias receberam uma dedicação maior devido a realização de uma intervenção com o auxílio do professor. A intervenção objetivou reduzir as limitações das analogias que constam no conteúdo exposto, diminuindo a possibilidade de o aluno construir um entendimento distorcido da realidade que o conceito apresenta.

Na escola CA o rendimento dos alunos foi inferior devido à metodologia utilizada pelo professor não abranger o uso de analogias. Isso pode ter feito com que os alunos não notassem a importante função das analogias para o seu entendimento e para construção do conhecimento mais significativo. É necessário que o professor tenha consciência e estratégia ao utilizar as analogias, pois é possível que ao invés de serem facilitadores da aprendizagem podem confundir e dificultar a compreensão.

A expectativa sobre isso é de que os professores devem ter o cuidado em não aplicar um modelo pronto e fixo, deve criar juntamente com os alunos um ambiente para que eles comecem a formar conceitos. O professor deve ter certeza da familiaridade, instrumento fundamental para a eficiência da analogia e defina com clareza as relações analógicas. O educador deve estar sempre atendo as assimilações feitas pelos alunos, pois cada aluno tem um “universo diferente”.

Um problema que ocorre no conteúdo sobre modelos atômicos, é quando há o uso anterior a explicação da hipótese ou teoria, pois o aluno pode não encontrar relações para adquirir o entendimento do conceito exposto. Explicitar diferentes modelos é de suma importância, mas com cuidado para que se construa uma linha de raciocínio que leve a real aprendizagem.

A ideia de átomo que é ensinada aos alunos nas séries iniciais do ensino médio, e que tem influência na continuidade dos estudos ou quem sabe até de sua vida acadêmica, deve ter bases sólidas para que outros conceitos que dependem efetivamente das ideias que se tem sobre

modelos atômicos possam ser compreendidos. Daí a importância de se fazer uma boa explanação com a utilização adequada de analogias a respeito dos conceitos que serão ensinados.

É possível dizer que as analogias acabam revelando aquilo que os professores sabem a respeito do conteúdo e o que os alunos conhecem, o que permite gerar conceitos para uma boa aprendizagem. Afirma-se também que as estratégias didáticas proporcionam aos professores um grande rol de opções, o que teoricamente é bom, pois a quantidade e diversidade de caminhos a seguir na abordagem de determinado tema, é de extrema importância para que se faça uma abordagem adequada que explore as diversas possibilidades de entendimento, e não só uma abordagem superficial, que poderá levar a resultados pouco interessantes.

Assim, conclui-se essa pesquisa foi de grande importância para a melhoria do entendimento dos alunos sobre o conteúdo de modelos atômicos. O presente trabalho também pode ser utilizado como fonte de literatura para outras pesquisas com outras temas de química e de ciências, uma vez que descreve e expõe resultados sobre o uso de analogias e sua contribuição para a aprendizagem de química de forma mais significativa.

APÊNDICES

APENDICE A: QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO PARA O ALUNO

Caro aluno, este questionário tem um caráter meramente investigativo sobre questões vivenciadas do cotidiano escolar. Sua colaboração é de extrema importância para que nenhuma das questões aqui levantadas fique sem respostas e em consequência sem análise efetiva para que posteriormente venha servir em prol de uma educação melhor favorecendo em particular uma forma melhorada de ensinar química. Desde já, agradecemos sua colaboração.

Não é necessário que você se identifique. Solicitamos apenas que indique a sua idade.

Idade: _____

- 1)** Primeiro modelo atômico com base experimental. O átomo é uma partícula maciça e indivisível. O modelo vingou até 1897. Modelo atômico de Dalton: “Bola de Bilhar”.
 - a.** De acordo com seus conhecimentos, desenhe a “Bola de Bilhar” que serve de comparação com o átomo de acordo com o 1º modelo atômico.
 - b.** Dalton dizia que o átomo era como uma bola de bilhar, o que isso significa para você?

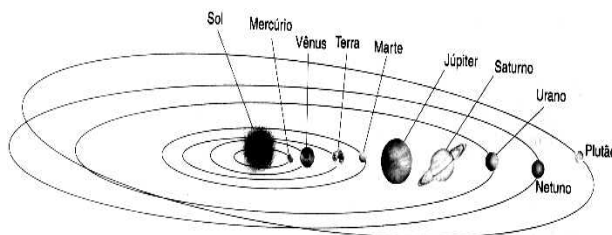
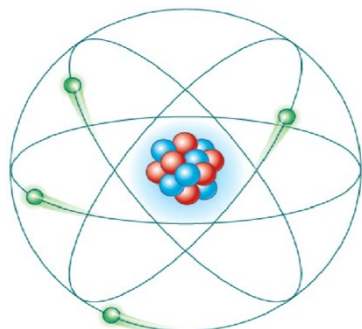
- 2)** Modelo atômico de Thomson é uma teoria sobre a estrutura atômica proposta por Joseph John Thomson, descobridor do elétron e da relação entre a carga e a massa do elétron, antes do descobrimento do próton ou do nêutron. Neste modelo, o átomo é composto de elétrons embebidos numa sopa de carga positiva, como as passas num pudim. Modelo do “Pudim de Passas”.
 - a.** Desenhe como você imagina um Pudim de Passas.
 - b.** Desenhe a parte interna de um Panetone.

Obs.: panetone é um alimento tradicional da época de Natal de origem milanesa.

- c.** Observe seu desenho do Panetone e escreva se ele pode também ser comparado com o átomo do modelo atômico de Thomson e diga o que são os elétrons do desenho.

- 3)** O átomo não é maciço nem indivisível. O átomo seria formado por um núcleo muito pequeno, com carga positiva, onde estaria concentrada praticamente toda a sua massa. Ao redor do núcleo ficariam os

elétrons, neutralizando sua carga. Este é o modelo atômico de Rutherford ficou conhecido como modelo planetário, pela sua semelhança com a formação do Sistema Solar.



- a. De acordo com o que o professor falou em sala de aula e observando as figuras acima explique o que você entende quando lê a seguinte frase: “O átomo é como se fosse o sistema solar”.
 - b. Para você existe algo errado em fazer essa comparação átomo e sistema solar?
- 4) Os físicos impuseram um problema ao modelo de Rutherford. Cargas elétricas em movimento tendem a perder energia, levando os elétrons a chocarem com o núcleo, destruindo o átomo, que é algo que não ocorre. Em 1913, o dinamarquês Niel Bohr explicou o porquê dos elétrons não se chocarem com o núcleo com as seguintes afirmações: “Os elétrons giram ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas bem definidas, que são denominadas de órbitas estacionárias, com determinados níveis de energia. Quando um elétron absorve uma determinada quantidade de energia do exterior (luz, calor ou eletricidade) ele salta para uma órbita (nível) mais energética (estado excitado). Ao retornar para a órbita original, o elétron perde energia na forma de ondas eletromagnéticas (luz de cor bem definida que varia de átomo para átomo)”. Com isso, você acha que o comportamento do elétron, explicado por Bohr, pode ter alguma relação com o que acontecem com os fogos de artifícios luminosos? Por quê?
- 5) De acordo com os conhecimentos que você obteve em sala de aula ou em livros sobre o atual modelo atômico. Com que você pode comparar o átomo para que seja compreendido melhor como ele é formado?
 - 6) Em sua opinião, comparar conceitos de química com situações e objetos que você conhece do seu dia a dia torna o ensino da química mais fácil? Justifique sua resposta?

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. A. **Planejamento para o uso de analogias no ensino**: reflexões de professores de ciências e biologia em um contexto de formação continuada colaborativa. 2020.
- ARAÚJO, R. S.; MALHEIRO, J. M. S; TEIXEIRA, O. P. B. Uma análise das analogias e metáforas utilizadas por um professor de química durante uma aula de isomeria óptica. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 19-26, 2015.
- ATKINS, P; JONES, L. LAVERMAN, L. **Princípios de química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educacional**: uma perspectiva cognitiva. Nova Iorque, Holt Rinehart e Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BONFIM, D. V. M.; CIRINO, M. M.; PASSOS, M. M. Percepções de estudantes em relação a potencialidades e dificuldades no uso de memes como recurso didático analógico no ensino de Química. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 7, n. 2, p. 664-676, 2023.
- BROWN, T. L., et al. **Química**: A ciência central. 13 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CEOLIN, I.; CHASSOT, A. I.; NOGARO, A. Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primevos. **Revista Fórum Identidades**, 2016.
- ROSA, C. T. W.; CÓTICA, R. P.; HENRIQUE, L. Analogias no estudo de eletricidade nos livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 363-379, 2016.
- DESCOLA, P. Além de natureza e cultura. **Tessituras: Revista de Antropologia e Arqueologia**, v. 3, n. 1, p. 7-7, 2015.
- FERRAREZI, L. QUÍMICA, DE UM PESADELO PARA UM ENCANTO. **Almanaque de formação continuada do professor**. Volume 2, coleção ciência aberta, Vol. 20, 2021.
- FRANÇA, C. C. Sopa de letrinhas: notações analógicas (des) construindo a forma musical. **Música na educação básica**, v. 2, n. 2, 2017.
- FREIRE, P. **Pedagogia da libertação em Paulo Freire**. Editora Paz e Terra, 2018.
- FULGENCIO, L. O método analógico em Freud. **Estilos Clínicos**, v. 11, n. 21, 2006.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In: **The psychology of learning science** (p. 219-240). Hillsdale/NJ: Erlbaum. 1991.

GLYNN, S. M., DUIT, R., THIELE, R. B. **Teaching science with Analogies: A strategy for constructing knowledge**. Mahwah, NJ: Erlbaum. 1995.

GONÇALVES, J. M.; DA SILVA JULIÃO, M. S. Analogias em livros didáticos destinados ao ensino superior: Química orgânica versus Físico-Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 92-108, 2016.

HARRISON, A. & TREAGUST, D. Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, 1291-1307, 1993.

IBGE – **Instituto Brasileiro Geográfico Estatístico**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/macapa/panorama>. Acesso em: 2 out. 2023.

JÚNIOR, M. S. L. P.; NETO, J. E. S. Situações-problema como estratégia didática para o Ensino dos Modelos Atômicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, 2015.

LACERDA, A. G., et al. Análise de livros didáticos de ciências a partir do uso de analogias: obstáculos e abordagens sobre o conteúdo célula. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 2019.

LEWIS, J. Analogias no ensino de química do calouro. **Jornal da Educação Química**, v. 10, 627-630, 1933.

MODEL, A. N. L.; ROMERO, A. L. Analogias em livros didáticos de química: análise de uma das obras aprovada pelo PNLD/2015. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 387-392, 2017.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “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 Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

NAGEM, R. L., CARVALHAES, D. O.; DIAS, J. A. Y. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**. v. 2, n.14, 2001.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. **Analogias e metáforas no cotidiano do professor**. CEFET. Belo Horizonte. MG. 2002.

PALUDO, K. I. et al. COMO O CÉREBRO CONSTRÓI O ALTRUÍSMO: RELAÇÕES ENTRE EMPATIA AFETIVA, EMPATIA COGNITIVA E AUTOMATISMO PSÍQUICO. **Caderno PAIC**, v. 19, n. 1, p. 579-592, 2018.

PEREIRA, G.; ORTIGÃO, M. I. R. Pesquisa quantitativa em educação: algumas considerações. **Periferia**, v. 8, n. 1, p. 66-79, 2016.

RODRIGUES, T. D. F. F.; DE OLIVEIRA, G. S.; DOS SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. *Química Nova na Escola*, 3, 27-31, 1996.

SABATINE, M. L. **Análise de analogias em livros didáticos de química envolvendo o conceito de modelos atômicos**. UFSCAR, São Paulo, 2021.

SANTANA, F. B.; DOS SANTOS, P. J. S. Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de Física Moderna no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 555-589, 2017.

SANTANA, I. C. H. et al. Analogias, concepções e uso na sala de aula: um estudo de caso acerca do tema. **XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS–XI ENPEC**. Anais. Florianópolis, 2017.

SANTOS, F. A.; SANTANA, I. C. H. Investigando as pesquisas sobre analogias: o que mostram os anais dos encontros de ensino de ciências?. **Educação**, v. 43, n. 4, p. 757-772, 2018.

SANTOS, S.; CEZAR, S. UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O DESDOBRAMENTO MULTIMODAL DA REALIDADE: O EXEMPLO DE TÓPICOS DA TEORIA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

TERRAZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média**. 241 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, 1994.

TORRES, L. L.; PALHARES, J. A. Cultura, liderança e resultados escolares: uma abordagem a partir das representações dos alunos do ensino secundário. **Revista Lusófona de Educação**, v. 30, n. 30, 2015.

USBERCO, J.; SALVADOR, E.; **Química**, Volume 1, São Paulo: Saraiva, 2014.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo/BRA, Martins Fontes. Tradução de Jeferson Luiz Camargo, 1987.

SOBRE OS AUTORES

Cleydson Breno Rodrigues dos Santos é bacharel em química (UFPA), mestre em Físico-Química (UFPA) e doutor em Biotecnologia (UFAM). Atualmente é professor associado da Universidade Federal do Amapá.

Elvis de Jesus Monteiro de Oliveira é Licenciado em química (UEAP), especialista em Educação Ambiental e professor da rede pública do Estado do Amapá – SEED.

Oiama da Silva Almeida é licenciado em química (UEAP).

Luanny Maria Almeida Vidal é Licenciada em Letras (UVA), Especialista em Práticas Pedagógicas com ênfase em Libras (Atual), mestra em Linguística (UNIFRAN) e doutora em Língua Portuguesa (PUC – SP).

Karina da Silva Lopes Costa é bacharela em Farmácia (UNIFAP)

Josivan da Silva Costa é Licenciado em química (UEAP), especialista em Ensino de química (UCAM-RJ), doutor em Biotecnologia (UFPA) e professor da rede pública do Estado do Amapá – SEED.

ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

O processo de ensino e aprendizagem exige cada vez mais de professores e alunos. No entanto, cabe ao professor organizar os métodos e abordagens para aplicação em sala de aula, pois é a partir daí que os resultados poderão ser satisfatórios ou não. Nesta obra, os autores apresentam a problemática do uso das analogias como ferramenta metodológica para o ensino de modelos atômicos em aulas de química. A pesquisa consistiu de intervenção junto aos alunos para o desenvolvimento de conceitos, a partir da comparação (analogia) com situações do cotidiano do estudante. Esta aproximação permitiu a obtenção de excelentes resultados para a construção conceitual dos modelos atômico por parte dos alunos, o que você pode conferir com a leitura deste livro.

Autor

Home Editora
CNPJ: 39.242.488/0002-80
www.homeeditora.com
contato@homeeditora.com
91984735110
Av. Augusto Montenegro, 4120 - Parque
Verde, Belém - PA, 66635-110

