

Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS ATRAVÉS DA ABORDAGEM STEAM: RELATO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

*Clara Ayume Ito de Lima*¹; *Edmundo Rodrigues Júnior*²; *Fabielle Castellan Marques*³; *Paulo José Pereira de Oliveira*⁴; *Tércio da Silva de Souza*⁵

^{1,2,3,4} Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, Brasil

claraayume@gmail.com

edmundor@ifes.edu.br

fabiellec@ifes.edu.br

paulojoseo@ifes.edu.br

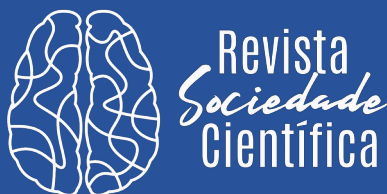
⁵Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, Brasil

tssouza@ifes.edu.br

RESUMO

O conteúdo conceitual de Química apresenta teorias abstratas, símbolos, equações e cálculos que muitas vezes podem ser tornar um obstáculo no aprendizado por falta de imersões práticas e aulas experimentais, aulas descontextualizadas e fragmentação do conteúdo. O uso de atividades diferenciadas pode auxiliar o professor na contextualização do conteúdo conceitual, além de permitir que habilidades matemáticas, científicas e criativas dos alunos também sejam desenvolvidas. No presente trabalho apresentamos um relato da aplicação de uma sequência didática utilizando a abordagem *STEAM* e os três momentos pedagógicos para a aprendizagem de modelos atômicos para duas turmas do 1º ano do ensino médio. Nossos resultados indicaram que a sequência didática contribui para um maior compreensão e importância dos modelos atômicos, para o desenvolvimento da dimensão socioemocional dos estudantes e para o protagonismo estudantil.

Palavras-chave: STEAM, contextualização, ensino de química, ciências.



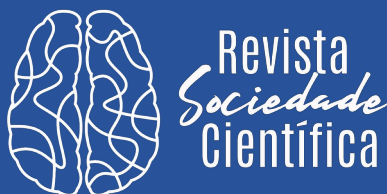
1. INTRODUÇÃO

É bem conhecida na literatura científica as dificuldades dos alunos em apreender conceitos e fenômenos químicos e estas se acentuam quando a execução do processo de ensino-aprendizagem é realizada de forma inadequada, enfatizando somente os conteúdos e a memorização de símbolos, nomes e fórmulas [1]. Além de distanciar o aluno da concepção empírica da Química, provoca o desinteresse dos mesmos pela Ciência, já que não conseguem relacionar ou aplicar os conceitos abordados com seu cotidiano [2].

As abordagens no ensino de Química sob a óptica conteudista, com enfoque predominante na dimensão simbólica, maximizam a dificuldade do aluno em enxergar a química e seus princípios no mundo vivencial, no cotidiano. Isso reduz as oportunidades de compreender alguns fenômenos que estão ao seu redor, já que estes são apresentados como modelos simbólicos e matemáticos [3, 4, 5, 6].

Dessa forma, buscar estratégias, metodologias e técnicas de ensino que relacione de forma equiparativa a relação observacional (macroscópica), a composição (microscópica) e a simbólica (modelos) podem permitir uma aproximação e a apropriação da Química na sua vida. A proposição de ações que favorecem a criatividade e permitem o aluno a ser um agente ativo na pesquisa, na investigação e criação de artefatos, pode estimular a sua participação e interesse nos eventos históricos, nos conceitos de Química [7] e na sua relação com o contexto vivencial em que estão inseridos.

A importância do uso de dinâmicas baseadas em atividades diferenciadas na escola tem relação com a possibilidade de contextualização, além de aplicar habilidades matemáticas, científicas e criativas dos alunos, estimulando os alunos e aproximando-os do conteúdo conceitual [8]. Dentre as diversas propostas metodológicas que visam dinamizar o ensino de Ciências destaca-se a *STEAM*, resultado da junção das iniciais *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) que objetiva a realização de projetos que integram



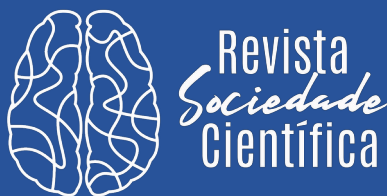
habilidades artísticas, tecnológicas, matemáticas e científicas nos alunos. Com o uso de atividades que compreendem a interdisciplinaridade em diferentes áreas, favorecendo ações pedagógicas para uma aprendizagem criativa e de forma ativa, dando aos alunos o poder de tomar decisões, e de avaliarem os resultados através da confecção de projetos [9].

Segundo De Moraes Martines [10], ensinar conectando áreas é uma das grandes saídas para o século XXI, permitindo a conexão entre a realidade ao conhecimento teórico, colaborando para uma aprendizagem significativa. Em países como a China, a educação STEAM tem sido considerada uma forma de oferecer maiores oportunidades para os estudantes se prepararem para os desafios do futuro, envolvendo a investigação, o pensamento crítico, a inovação [7]. Dessa forma, esta metodologia tem relação com o mundo moderno e seus desafios, pois tem como principal objetivo desenvolver conhecimentos e habilidades para preparar os alunos para as complexidades do mundo atual e para assumirem um protagonismo e liderança nesse cenário.

Uma das principais características dos projetos *STEAM* é o incentivo da abordagem interdisciplinar, seja de conceitos abstratos para a criação real de algo que resolva um problema ou a construção de maquetes e outras propostas criativas [11]. Segundo D`Ambrósio [12], a experiência desenvolvida por um projeto baseado na metodologia *STEAM* promove a aproximação de conhecimentos abstratos e sua transformação em objetos mais concretos.

O átomo é um tema central e fundamental na Química, mas a literatura científica aponta que é importante relacionar os conceitos do átomo, suas aplicações e todo o conhecimento histórico com o cotidiano dos estudantes. Desta forma, faz-se necessário a elaboração de novas abordagens para o seu ensino [13].

O ensino da história dos modelos atômicos nos livros didáticos de Química apresenta uma abordagem onde são selecionados alguns personagens, as analogias dos modelos e biografias. De acordo com Camargo [14], a abstração dos alunos em relação aos modelos atômicos, e as dificuldades de aprendizagem, também pode estar



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

relacionada ao fato de que o estudo sobre o átomo envolve o nível submicroscópico, ou seja, o átomo é algo que não se pode tocar, nem visualizar sendo então difícil de se imaginar [15, 16].

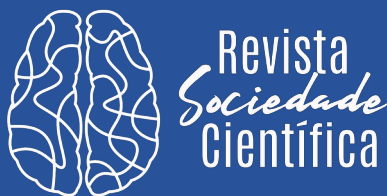
A utilização modelos que auxiliem na visualização e melhor compreensão da realidade é um importante, essencial, recurso didático [14]. Soares *et al.* [17] afirmam que os alunos não compreendem que o corpo é formado por átomos, pois aos seus olhos o corpo é contínuo e não particulado. Assim, é importante que o professor desenvolva ferramentas para tornar possível a ampliação da ideia de átomos, para que esta seja construída na mente mesmo que não esteja visível aos olhos.

É importante lembrar que o conteúdo dos modelos atômicos tem relação com o entendimento sobre a construção do conhecimento científico e sua relação com o desenvolvimento histórico e tecnológico. Dessa forma, deve-se enfatizar que as teorias e leis são frutos de um longo e árduo trabalho de observação, coleta de dados, ensaios ou testes e a proposição de modelos e leis, que são testadas e estão em constante evolução [18]. A Química se baseia em muitos modelos, todos construídos cientificamente e sujeitos a aperfeiçoamento, demonstrando que a ciência é dinâmica,

Tendo em vista essas questões, o presente trabalho teve como objetivo construir um mutoscópio (aparelho cinematográfico) com materiais alternativos e apresentar com ele aspectos históricos da construção de modelos atômicos e os personagens que fizeram parte de seu aperfeiçoamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de átomo é um dos temas mais discutidos em Química no início do Ensino Médio é neste momento que também se abordam muitos episódios da História da Ciência. Ao longo do ensino desse tema é possível utilizar não só os episódios históricos, mas também apresentar a evolução das teorias atômicas desde a Antiguidade, sempre ressaltando a contextualização dos modelos e as transformações científicas presentes em cada período. Nesse tipo de abordagem, o aluno pode compreender a



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

evolução do conhecimento científico de forma progressiva e por vários cientistas, além de utilizar os diferentes modelos criados para os átomos de forma a permitir o entendimento de como se constrói ciência e que esta está em constante modificação [19].

Melo e Lima [18] afirmam que:

“a ciência não é algo neutro e acabado, mas construída socialmente e em constante evolução, já que alguns modelos teóricos se apresentam com determinadas limitações na explicação do observado macroscopicamente, exigindo que novos modelos e leis sejam elaborados para explicar além das limitações” (MELO e LIMA [18], p.112).

Ao trabalhar tópicos de História da Ciência deve-se destacar o caráter da ciência como processo de construção humana, como consequência de parte da cultura humana que foi construída e acumulada ao longo dos séculos. Segundo Reis [20], ainda é pequeno o número de professores que acha relevante abordar a História da Ciência em suas aulas, mesmo cientes que esses conceitos têm uma grande relevância na construção do conhecimento dos alunos, na sua formação como cidadãos e no entendimento de outros conteúdos científicos. A Química está baseada em modelos, não só os atômicos, mas também os moleculares, de reações e muitos outros e os cientistas têm mostrado a importância de se aprofundar a discussão de como são construídos e seu papel na compreensão da construção do conhecimento [18].

Embora seja um tema importante para as Ciências, abordar a História da Ciência de forma tradicional (apenas por exercícios e aula expositiva) pode ser cansativo e pouco atrativo para os estudantes. Sendo assim, é necessário que os professores diversifiquem suas aulas, utilizando práticas diferenciadas e contextualizadas permitem intensificar o processo ensino-aprendizagem, tornando-a motivadora e contextualizada com o cotidiano dos alunos. De acordo com Melo e Lima [18], algumas das dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem de modelos atômicos estão relacionadas a alguns elementos como a abordagem superficial adotada por alguns livros didáticos no ensino

da história dos modelos atômicos e o uso de analogias como tentativa de aproximar um modelo abstrato da realidade do aluno, que muitas vezes não traz as concepções adequadas do modelo atômico.

Outros estudos abordam a importância do uso de práticas pedagógicas diversificadas que podem auxiliar o ensino-aprendizagem de modelos atômicos, de forma dinâmica e que faz com que o aluno participe do processo de construção do conhecimento, como: o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs – com a criação de *Stop Motion*, construção artesanal de modelos atômicos, uso de vídeos e jogos [21, 22].

A abordagem *STEAM* – do inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) é pautada na metodologia a aprendizagem baseada em projetos - *Project Based Learning* [23]. A educação *STEAM* teve sua origem nos Estados Unidos, na década de 90, século XX, ainda como método *STEM*, que seria um programa ou prática de ensino que envolvesse uma ou mais disciplinas relacionadas à Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática e a Arte foi acrescentada devido à importância do desenvolvimento dos conceitos e habilidades artísticas [24].

O principal objetivo da Educação *STEAM* é promover a integração dessas áreas de conhecimento, desenvolvendo projetos com abordagem a ciência e tecnologia. Dessa forma, são realizadas ações com aprendizagem prática com o intuito de desenvolver nos alunos a criatividade para resolução de problemas, prepará-los para o mercado de trabalho e os desafios futuros que possam encontrar. Segundo Kim e Chae [25]:

“O STEAM foi uma forma encontrada para aumentar a eficácia científica e a criatividade, ao mesmo tempo em que maximiza o interesse e a motivação nas Ciências, o que ajuda a aprimorar a competitividade científica.” (KIM; CHAE[25], 2016, p.1927).

O fundamento do uso de atividades *STEAM* deve ser a conexão das diferentes áreas de conhecimento, de maneira que os alunos transitem entre elas, por meio do

projeto de ensino ou da resolução de desafios, criando relações entre os conceitos, possibilitando a visão de que na resolução de um problema, conhecimentos de diferentes áreas podem ser utilizados [7].

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola pública estadual (Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Guilherme Milaneze) situada na cidade de Vargem Alta, Espírito Santo em duas turmas de primeiro ano do ensino médio regular, com um total de 91 alunos (turma 01 com 47 alunos e turma 02 com 44 alunos), com 72 alunos participantes na presente ação.

A sequência didática foi estruturada na concepção dos três momentos pedagógicos [26, 27] conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Etapas da sequência didática desenvolvida no projeto.

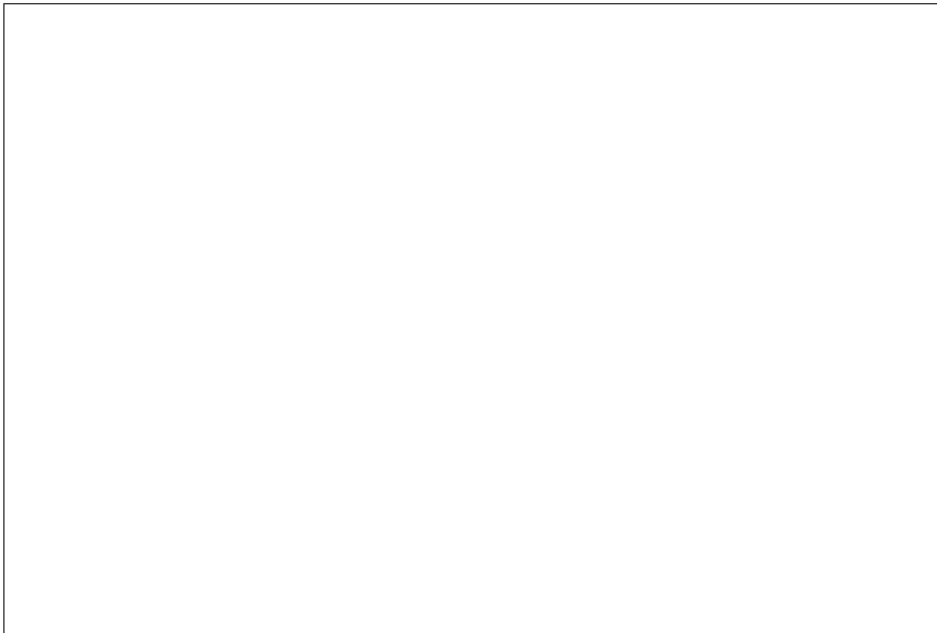
Problematização Inicial	Os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações. Etapa desenvolvida em sala de aula com uso de questionário.
Organização do Conhecimento	Sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos foram estudados. Etapa foi desenvolvida através de aula expositiva sobre os conteúdos conceituais e exercícios de fixação.
Aplicação do Conhecimento	Atividade em que foi possível avaliar o quanto o aluno se apropriou dos conceitos trabalhados e seus significados. Etapa desenvolvida com a construção e utilização do mutoscópio.

Fonte: Delizoicov e Angotti [28]

A etapa da problematização inicial consistiu em apresentar e instigar aos alunos a se expressarem sobre situações cotidianas (conhecem e/ou presenciam) relacionadas ao tema “átomos” e também sobre o seu significado [29]. O questionário aplicado e desenvolvido para este projeto (Figura 1) conteve perguntas sobre a aplicação e

entendimento dos alunos sobre o termo “átomo”. O objetivo dessa etapa foi compreender os conhecimentos prévios dos alunos e onde eles compreendiam a aplicação do termo átomo no seu cotidiano.

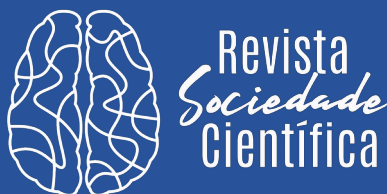
QUESTÃO 01 - Você já ouviu ou já usou o termo “átomos”? A partir desta aula, iremos discutir como foi criado esse termo e como os modelos que explicam como essa importante partícula era formada foram sendo modificados ao longo da história. Mas antes disso, quero saber como você pensa ou acha que é um átomo. Para isso, faça um desenho com a representação de um átomo utilizando o espaço abaixo. A atividade não deve ser feita a lápis, mas utilize cores para deixar seu desenho único. Você não poderá consultar a Internet



para pesquisar imagens.

QUESTÃO 02 - Explique de forma breve e utilizando suas palavras, qual seria a importância dos átomos em sua vida. Escreva sua resposta nas linhas abaixo.

Figura 1. Questionário aplicado aos alunos na etapa inicial do projeto.



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

A etapa de organização do conhecimento foi desenvolvida com apresentação e aprofundamento dos conteúdos conceituais em que se baseou o problema inicial: definições, conceitos e relações históricas e tecnológicas sobre “átomos”. Nessa etapa, os alunos participaram de aulas teóricas, onde foi explicado como se desenvolvem as ideias dos modelos científicos e as características de cada modelo atômico. Além disso, a aplicação no cotidiano de alguns dos modelos foi apresentada (“*como por exemplo: as cores dos fogos de artifício*”).

Na terceira etapa, a ideia central foi expandir a utilização do tema abordado para outras situações da vivência dos alunos. Estes foram desafiados a criar um mutoscópio, um antigo dispositivo cinematográfico, que representa um mini-filme através da composição de imagens para mostrar uma história criada utilizando colagens e/ou desenhos feitos pelos próprios participantes na forma de animação [30].

Para tal, foi proposto aos alunos: a escolher um dos modelos atômicos, pesquisar fatos históricos e personagens envolvidos e criar um roteiro (*script*) para a animação a partir de pesquisas referentes ao modelo atômico. O principal objetivo desta etapa foi a de desenvolver a ideia de que um modelo não é algo estático, mas que sofreram evoluções no decorrer do tempo e são fruto de um longo e árduo trabalho de observação, coleta de dados, ensaios ou testes e a proposição de modelos e leis [18].

A construção do mutoscópio foi baseada na metodologia *STEAM*, esta revê a integração dessas áreas de conhecimentos possibilitando ao aluno se preparar para desafios como cidadão e nas relações sociais em que estão inseridos. A estratégia utilizada no processo de ensino-aprendizagem, além de promover integração das áreas do conhecimento, também permite ao aluno usá-las em conexões para a resolução de problemas diários. No desenvolvimento do projeto os alunos apreendem diferentes novéis do domínio cognitivo, como o trabalho colaborativo, que estimula o desenvolvimento das competências e habilidades socioemocionais.

Para a construção do mutoscópio, foram utilizados os tutoriais disponíveis no *YouTube* (Quadro 2).

Quadro 2. Acesso a tutorial para construção do mutoscópio.

Link 01 – Tutorial para construção do mutoscópio	https://www.youtube.com/watch?v=pYi9cLYpBDY
Link 02 – Tutorial “manual do mundo”	https://www.youtube.com/watch?v=uM0HE3gzDXg

Os materiais para construção desse equipamento foram de baixo custo e incluíam papelão, folhas de papel ofício, cola quente e palitos de churrasco. Os alunos tiveram 06 aulas para construir seu equipamento e apresentar sua animação. Durante todas as etapas foram realizadas observações e registros fotográficos.

As imagens obtidas na questão aberta foram observadas, agrupadas e os resultados obtidos foram analisados por estatística descritiva no programa RStudio versão 4.0.5 [31]. E as informações textuais foram tratadas previamente e processados pelo software IRAMUTEQ (Interface de R *pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), com objetivo de realizar análise estatística textual e análise de similitude (AS) que permite identificar a concorrências entre as palavras e demonstra as conexões entre os termos e palavras [32, 33, 34].

Também foi realizada, a partir do *corpus* textual gerado pelos questionários, a Análise de Conteúdo (AC), que se constitui como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Em relação às ilustrações dos alunos do 1º ano para representar a sua concepção de como seria um átomo. Na Figura 2 são apresentadas as frequências dos desenhos desenvolvidos pelos alunos em sua resposta à pergunta: “como você pensa ou acha que é um átomo?”

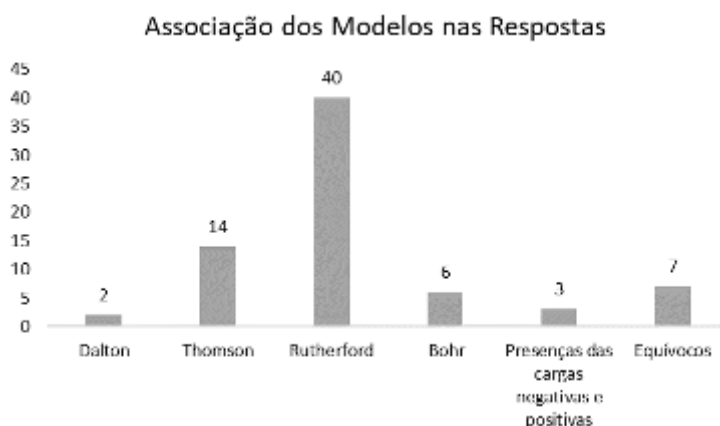


Figura 2. Frequência das representações desenvolvidas pelos alunos no questionário de percepção inicial.

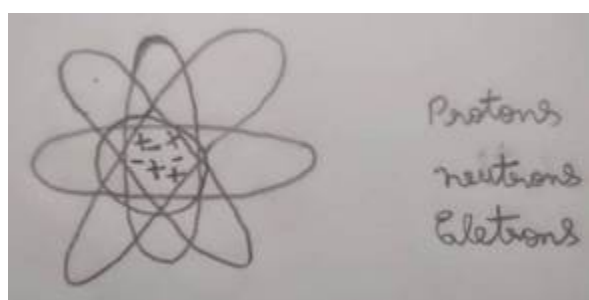


Figura 3. Ilustração de um átomo feita por alunos do 1º ano.

A maioria dos alunos (55%) apresentou o átomo utilizando uma representação que se assemelha ao modelo atômico de Rutherford, núcleo rodeado por uma eletrosfera (Figura 3). Assim como no presente estudo, Gomes e Oliveira [35] também

encontraram um resultado majoritário de representações do átomo utilizando o modelo de Rutherford.

Imagens que remetem ao modelo de Thomson foram apresentadas por cerca de 19% dos alunos, sendo indicado pelos próprios alunos como “modelo pudim de passas” (Figura 4).

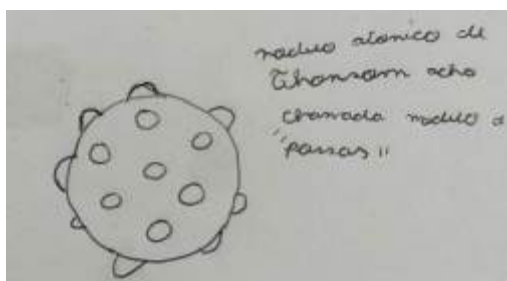


Figura 4. Ilustração de um átomo feita por alunos do 1º ano utilizando a representação do modelo de Thomson.

Para as demais representações, 03 alunos (4,2% das respostas) indicaram as presenças das cargas negativas e positivas (Figura 5A), sem identificar onde se encontram no átomo (núcleo ou eletrosfera); 06 alunos utilizaram o modelo planetário (Figura 5C); 02 alunos representaram o átomo através do modelo de Dalton (Figura 5B). Em cerca de 10% das ilustrações (07 alunos), houve algum equívoco na representação do átomo, como o desenho de células e representações que se assemelhavam a células ou a molécula de DNA (Figura 5D).

Estes equívocos se repetem quando os alunos escreveram suas respostas na segunda pergunta do questionário “Qual a importância dos átomos em sua vida?”. Alguns alunos relacionaram o átomo com células, podendo esta confusão ter relação com alguma analogia utilizada em sala de aula ou ao fato de que ambos, célula e átomo, possuem um núcleo [36, 35].

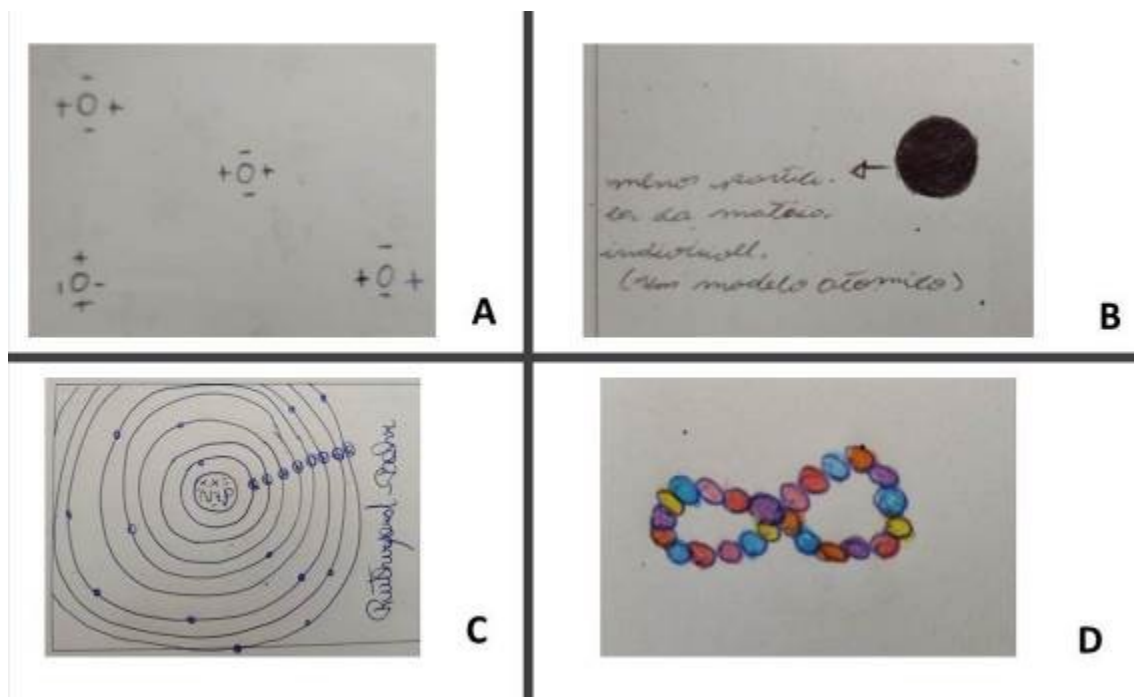
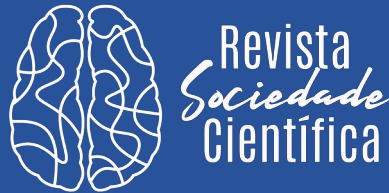


Figura 5. Compilado de representações dos átomos: apenas apresentando cargas elétricas (A); utilizando o modelo de Dalton (B); modelo planetário (C); representado de maneira equivocada como células (D).

Na segunda pergunta “Qual a importância do átomo em sua vida?” Aproximadamente, 33,3%, responderam de forma generalista ao relacionar os átomos como sendo as partículas que formam tudo o que há na Terra e nos seres vivos (Tabela 2). A definição teórica foi mais direta e objetiva, relacionando os átomos como formador da matéria e a indicação dos elementos que fazem parte dos átomos (elétrons, prótons e nêutrons). Esta categoria foi indicada por 17% dos alunos (12 alunos). Isso demonstra que esses alunos relacionam o átomo com uma visão fenomenalista, onde as representações de um objeto não correspondem a uma imagem, mas sim de um artefato conceitual através das explicações teóricas [37].

Tabela 2. Principais concepções dos alunos sobre a importância dos átomos em sua vida.

Categoria	Definição	Unidades de Significado	Quantidade de Respostas
Sentido Figurado	Algo que é muito pequeno.	“Os átomos são partículas quase invisíveis.” (Aluna 01)	1 (1,4%)
Sentido Científico	Usar a definição científica de átomo: Partícula constituinte da matéria, formada por prótons, nêutrons e elétrons. Citar modelos atômicos.	“Os átomos são os que formam a matéria, átomos podem perder ou receber elétrons de acordo com a sua necessidade. Também existem matérias que conduzem ou e não conduzem elétrons de átomos perfeitamente.” (Aluno 02)	11 (15%)
Sentido Amplo	O átomo forma tudo o que existe.	“Tudo na vida é feito de átomos, então se não tiver átomos não tem nada.” (Aluno 03)	24 (33,3%)
Sentido Conhecimento Científico	Importância dos átomos na produção de conhecimento científico	“A importância dos átomos é um conjunto de novos conhecimentos para a ciência e também para nossos tipos de experiências.” (Aluna 04)	6 (8%)
Sentido Energético	O átomo é neutro, mas possui partículas que apresentam carga elétrica.	“O átomo carrega energia, então preciso do átomo para ter energia.” (Aluno 05)	7 (10%)
Sentido Teórico	Relação entre Átomos e elementos químicos e/ou substâncias. A importância dos átomos para a constituição dos elementos químicos e das substâncias.	“Os átomos são importantes para a composição de elementos químicos que obviamente fazem parte da nossa vida.” (Aluno 06)	12 (17%)



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

Definição incorreta	Utilizou-se incorretamente de definições ou associações do átomo.	“Os átomos são importantes por conta de suas células que nos ajuda a viver, e ajuda bastante no nosso dia a dia.” (Aluna 07)	11 (15,3%)
Total			72

4.2 CONSTRUÇÃO DOS MUTOSCÓPIOS

Os equipamentos foram construídos utilizando uma abordagem que utiliza a Arte para interligar as outras disciplinas e, através do seu uso, são envolvidas diversas áreas do conhecimento para que o educando possa pensar de forma multidisciplinar e interdisciplinar. Assim, ao construir o mutoscópio, os alunos foram desafiados a desenvolver um projeto com aplicações nas áreas de Artes e Engenharia, mas com a necessidade de conhecimentos prévios nas Ciências e Matemática.

Todo o mecanismo do equipamento utilizou apenas materiais de baixo custo como papelão e palitos de churrasco, o que facilitou a sua realização e aquisição para realização do projeto pela escola. Para conseguir que o mutoscópio funcionasse, foi necessário desenvolver (ou utilizar) habilidades de Engenharia e Matemática (Figura 6).

Nesse tipo de metodologia ativa, o aluno assume o papel de protagonista, sendo responsável por conduzir o projeto e interagir com o desafio proposto, aplicando seus conhecimentos, experiências e saberes [38]. Foi observado que em cada grupo, um aluno era responsável por um determinado elemento: aquele que possuía mais habilidades na engenharia, era responsável por confeccionar o mecanismo que girava as folhas; o que era mais habilidoso em artes confeccionava o desenho e em conjunto, pensavam numa ideia de como contar a história do modelo escolhido. Dessa forma, todos puderam contribuir da melhor forma possível, aplicando aquilo que sabia melhor para construírem junto o equipamento.

A abordagem STEAM permite uma formação integral seja na parte acadêmica ou nas habilidades e nas relações interpessoais, que muitas vezes não podem ser trabalhadas em atividades tradicionais [39].



Figura 6. Detalhes do mecanismo de um dos mutoscópios produzidos.

Nas Figuras 7 e 8 são apresentados dois exemplos de mutoscópios que abordaram modelos diferentes – Dalton (Figura 7) e Rutherford (Figura 8). Percebe-se que os alunos criaram um roteiro onde a representação do modelo de Dalton surge a partir do pensamento. No equipamento que abordou o modelo de Rutherford, os alunos incluíram o experimento com a lâmina de ouro (experimento de Geiger–Marsden) e a representação do átomo indo ao encontro do físico. Nestes dois exemplos, pode-se observar que os alunos conseguiram aplicar os conceitos trabalhados em sala de aula que os modelos científicos são construídos a partir da evolução do pensamento científico perante uma mesma realidade, que é apoiada em experimentos e simulações [40].



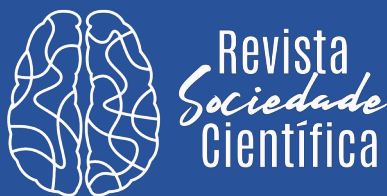
Figura 7. Sequência de imagens do mutoscópio retratando a história do modelo de Dalton.



Figura 8. Sequência de imagens de um dos mutoscópios, dessa vez abordando o modelo proposto por Rutherford.

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS QUESTIONÁRIOS

Os 72 questionários tiveram suas respostas analisadas estatisticamente utilizando o aplicativo IRAMUTEC. O número de ocorrência de termos ou palavras foi igual a 1143, sendo que 179 termos apareceram apenas uma vez em todos os textos analisados. A análise de similitude é avaliação que apresenta uma representação baseada na teoria dos grafos, possibilitando ao pesquisador identificar coocorrências e conexão entre as palavras, buscando possíveis categorias de análises [34].



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

A identificação de conexão entre as palavras é apresentada na Figura 2, observando uma maior frequência nas palavras: átomos, importante e tudo. Após análise da árvore de similitudes, pode-se considerar por meio das conexões que, “*A importância dos átomos é imensa, principalmente pelo fato que existem milhares de átomos em tudo que vemos e tocamos. E graças a ele que conseguimos estudar e entender várias coisas.*” (Aluno 16). Dessa forma, os resultados obtidos pela árvore de similitude corroboram com os resultados do presente estudo quando os alunos entrevistados têm uma visão do átomo como partícula fundamental da matéria e de tudo que existe. Estas respostas podem ser consideradas parcialmente adequadas pelo fato de apresentarem algumas noções sobre a dimensão do átomo e é interessante considerar que estas ideias são o ponto de partida para uma construção aprofundada deste conceito e de uma visão microscópica [41].

Pelo método da nuvem de palavras, verificou-se que as palavras que obtiveram maior frequência relativa foram: átomo, tudo, importante, que constaram 66, 21, 18 vezes na transcrição do *corpus* textual (Figura 10). Dessa forma, os resultados obtidos em ambas as avaliações estatísticas reforçam que a concepção dos alunos sobre o que é átomo parte da visão, ainda que incompleta, que o átomo é formador da matéria. Sabe-se que desenvolver o conceito de átomos é de difícil compreensão pelos alunos devido ao elevado grau de abstração [42]. Segundo Cavicchioli & Rocha [43] ainda existe uma limitação na capacidade dos alunos para compreender e definir o conceito de átomo e utilizar uma visão microscópica do átomo, o seu caráter descontínuo e as entidades que o formam.

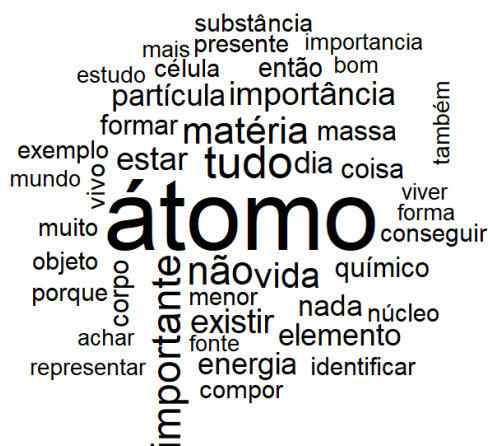
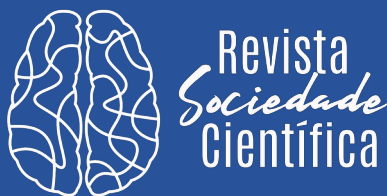


Figura 10. Nuvem de palavras gerada a partir das respostas obtidas na pergunta “Qual a importância do átomo na sua vida?”

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante que o ensino de modelos atômicos tenha uma abordagem em sala de aula que permita um maior aprofundamento de todos os aspectos históricos ao longo da Ciência, se preocupando em discutir como essas representações são construídas e sua importância na compreensão da construção do conhecimento. O uso de metodologias mais tradicionais em conjunto com metodologias ativas pode auxiliar o professor no processo de ensino aprendizagem, uma vez que aproxima o aluno e faz com ele seja sujeito ativo na construção do conhecimento.

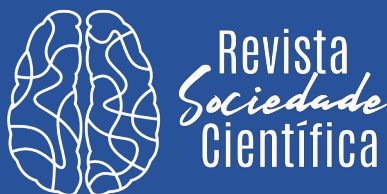
A abordagem STEAM é uma metodologia que pode ser usada nas escolas pois apresenta ao aluno desafios que encontrarão no mundo do trabalho, como o trabalho em equipe, a resolução de problemas, pro atividade e relações interpessoais, além de desenvolver habilidades em diferentes áreas das ciências. Sendo assim, pode-se concluir que a presente sequência didática trouxe benefícios para a aprendizagem dos alunos no que se refere a construção da história dos modelos científicos e no desenvolvimento de competências para além dos conteúdos teóricos presentes no currículo de Química.



Finalmente, a presente sequência didática permitiu desenvolver, por meio das atividades em grupo, a dimensão socioemocional dos estudantes e também o protagonismo estudantil, por meio das atividades individuais.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Santos, Diovana Santos; Gonçalves, Uilson Tuiuti de Vargas. **A visão dos educandos sobre o ensino de Química: elencando as principais dificuldades**. 37º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 7p, 2017.
- [2] Araujo, Amanda Caroline Ferreira; De Oliveira Félix, Maria Elisabeth; Da Silva, Gilberlândio Nunes. **Relato das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de Campina Grande**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 38p., 2018.
- [3] De Sousa, José Antonio; Ibiapina, Bruna Rafaela Silva. **A química e o cotidiano: concepções sobre o ensino de química nas salas de aula**. Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente, v. 13, n. 2, jul-dez, p. 209-227, 2021.
<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/9112/6553>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [4] De Souza, Alexandra Geronimo Lopes; Cardoso, Sheila Presentin. **Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de química**. Research, society and development, v. 8, n. 11, p. 038111426, 2019.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1426>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [5] Correia, Fatima Santiago; Candido, Eliane; Rudek, Francyani; Oliveira, Larissa Michelly Santos; Damasceno, Leila; Graciete, Maria José; Calixto, Marisa Amaral Algayer; Martins, Marisa Ferreira; Scolari, Priscila; Santos. Raimunda Amorim; Serrano, Regina Hubner Molina; Andrade, Sonia Maria Santiago; Rodrigues, Vilma Andrade. **O Estudo da Química no Cotidiano: As dificuldades para os alunos no ensino de Química**. Ensino médio em diálogo, UFF, Niterói, 2015.



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

<http://www.emdialogo.uff.br/content/o-estudo-da-quimica-no-cotidiano-dificuldades-para-os-alunos-no-ensino-de-quimica>. Acesso em: 13 mar. 2023.

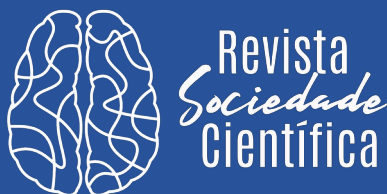
[6] Leite, Luciana Rodrigues; Lima, José Ossian Gadelha de. **O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015. <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/340312848>. Acesso em: 13 mar. 2023.

[7] Bacich, Lilian; Holanda, Leandro. **STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**, p. 12-22, 2020. https://www.sinopsyseditora.com.br/upload/produtos_pdf/2173.pdf. Acesso em: 13 mar. 2023.

[8] Da silva Machado, Eduardo; Júnior, Gildo Giroto. **Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química.** Scientia naturalis, v. 1, n. 2, 2019. <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em: 13 mar. 2023.

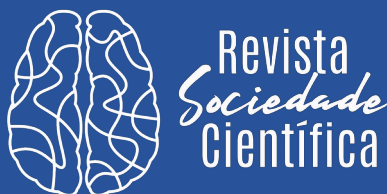
[9] Campos, Denise Caldas; Lima, Eder Joacir; Cintra, Daniel Dunck; Moraes, Devacir Vaz. **A abordagem STEAM e suas tendências pedagógicas e metodológicas.** Research, Society and Development, v. 11, n. 15, p. e190111537148-e190111537148, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37148>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37148>. Acesso em: 13 mar. 2023.

[10] De Moraes Martines, Elizabeth Antonia Leonel; Dutra, Leandro Barreto; De Oliveira Borges, Paulo Roberto. **Educiência: da Interdisciplinaridade ao STEAM.** REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 7, n. 3, p. 92-110, 2019. <https://doi.org/10.26571/reamec.v7i3.9274>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9274>. Acesso em: 13 mar. 2023.



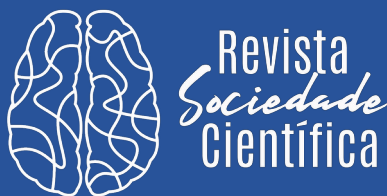
Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [11] Maia, Dennys Leite; Carvalho, Rodolfo Araújo; Appelt, Veridiana Kelin. **Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura.** Revista Tecnologia e Sociedade, v. 17, n. 49, p.68-88, out./dez., 2021.
- [12] D'Ambrosio, Ubiratan. **Sobre las propuestas curriculares STEM y STEAM y el Programa de Etnomatemática.** Revista Paradigma (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020), vol. XLI, jun, 2020. p.151-167.
- [13] Eichler, Marcelo; Del Pino, José Claudio. **Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica.** Química Nova, v. 23, p. 835-840, 2000. <http://submission.quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2000/vol23n6/18.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [14] De Camargo, Luana Carol; De Simas Asquel, Sara; Oliveira, Brenno Ralf Maciel. **Problematizando o ensino de modelos atômicos: uma exploração sobre as representações e o uso de um jogo didático.** ACTIO: Docência em Ciências, v. 3, n. 3, p. 197-213, 2018. <https://doi.org/10.3895/actio.v3n3.7998>. <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/view/7998/5736>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [15] Bignardi, Camila; Gibin, Gustavo Bizarria. **Análise sobre modelos atômicos em Livros Didáticos de Química segundo a História e Filosofia da Ciência.** Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, v. 1, n. 1, p. e202105-e202105, 2021. <https://doi.org/10.52894/CECi.2763-6623.v1.n1.e202105>. Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/ceci/article/view/9073](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/ceci/article/view/9073). Acesso em: 13 mar. 2023.
- [16] Melzer, Ehrick Eduardo Martins; Castro, Leandro; Aires, Joanez Aparecida; Guimarães, Orliney Maciel. **Modelos atômicos nos livros didáticos de química: obstáculos à aprendizagem.** ENPEC–ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 7, 2009. <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/399.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.



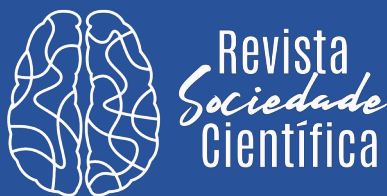
Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [17] Soares, Emerson Lima; Viçosa, Cátia Silene Carrazoni Lopes; Taha, Marli Spat. **A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem.** Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, vol. 12, n. 2, p. 69-80, 2017. <https://doi.org/10.14483/23464712.10398>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- [18] Melo, Marlene Rios; Lima, Edmilson Gomes. **Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química.** Química Nova na Escola, vol.35, n. 2, p. 112-122, 2013. Disponível em < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf> Acessado em 10 de agosto de 2023.
- [19] Correa, Camila.; Lopes, Cesar. **Ensino de Modelos Atômicos usando episódios da História da Ciência.** X Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, Sevilla, 5-8 de septiembre de 2017.
- [20] Reis, André Silva dos; Silva, Maria Dulcimar de Brito; Buza, Ruth Gabriel Canga. **O uso da história da Ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio.** Revista História da Ciência e Ensino, Volume 5, pp. 1-12, 2012. Disponível em < <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/9193>>. Acessado em 10 de agosto de 2023.
- [21] Corrêa, T. A.; Martins, H. L.; Millan, R. N.; Maragoni, A. C. **Uma experiência didática através da ferramenta Stop Motion para o ensino de modelos atômicos.** Revista Holos, ano 36, v. 6, p. 1-12, 2020. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9986>
- [22] Sousa, Alexandra Geronimo Lopes; Cardoso, Sheila Pressentin. **Uma abordagem lúdica para trabalhar teoria atômica no ensino fundamental.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 15, n. 2, p. 229-246, 2020. Disponível em < <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/721>>/ Acessado em 21 de junho de 2023.



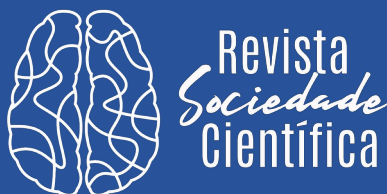
Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [23] Severo, Carlos Emilio Padilla. **Aprendizagem baseada em projetos: uma experiência educativa na educação profissional e tecnológica.** Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 2, n. 19, p. e6717-e6717, 2020.
<https://doi.org/10.15628/rbept.2020.6717>
- [24] Bybee, Rodger; Mccrae, Barry. **Scientific Literacy and Student Attitudes: perspectives from PISA 2006 science.** International Journal of Science Education, Chhattisgarh, v. 33, n. 1, 2011.
- [25] Kim, Hyoungbum; Chae, Dong-Hyun. **The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture.** EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, v.12, n7. p1925-1936, 2016.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- [26] Giacomini, Alexandre; Muenchen, Cristiane. **Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015.
Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4317>
- [27] Muenchen, Cristiane; Delizoicov, Demétrio. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física".** Ciência & Educação (Bauru), v. 20, p. 617-638, 2014. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300007>
OBS. <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>
- [28] DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. **Contraposições e momentos pedagógicos.** In DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. Metodologia de Ensino de Ciências. São Paulo, Cortez. 1990
- [29] Urel, David Éverton. **Paulo Freire e os três momentos pedagógicos.** Scientia Naturalis, v.4, n.1, p. 49-59, 2022. <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-4>.
- [30] Adriano, Carlos. O mutoscópio de Santos Dumont e a poética do *found footage*. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, v. 26, 2018.
<https://doi.org/10.1590/1982-02672018v26e08>



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [31] R version 4.0.5, **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>>/ Acessado em 21 de junho de 2023.
- [32] Souza, Marli Aparecida Rocha de; Wall, Marilene Loewen; Thuler, Andrea Cristina de Moraes; Lowen Ingrid Margareth Voth; Peres, Aina Maris. **O uso do software IRAMUTEQ na análise de dados em pesquisas qualitativas**. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 52, p. e03353, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2017015003353>
- [33] Moura, Samuel Ricardo Batista; Junior, Marcos Alcino Soares Siqueira Marques; Mesquita, Gerardo Vasconcelos; Brito, José Nazareno Pearce de Oliveria. **Análise de similitude dos fatores associados à queda de idosos**. Revista Interdisciplinar. 8(1), 167-173, 2015. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rbgg/a/KF4QCntFg9YKv3TMpsVJhmy/abstract/?lang=pt>
- [34] Camargo, Brígido Vizeu; Justo, Ana Maria. **Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-18, 2013. Recuperado de <<http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>>
- [35] Gomes, Henrique José Polato; Oliveira, Odisséia Boaventura. **Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo**. Ciências e cognição, 12, pp. 96- 109, 2007. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/646>> Acessado em 10 de agosto de 2023.
- [36] Barboza, Laís Daniele Rodrigues. **Concepções alternativas dos alunos do ensino médio público de Diamantina relacionada a átomo, natureza do ar e estados físicos**. Monografia do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 54p, 2011.



Publicado em 05 de setembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [37] Moreira, Augusto César Lima; Silva, Djaneide Marinalva; Mota, Deivisson Silva, Farias, Daniella Rodrigues. **Modelos atômicos: correlações entre aspectos representacionais e a essência do conhecimento.** Revista Debates Em Ensino De Química, 7(1), 186–200, 2021. Disponível em < <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3382> > Acessado em 10 de agosto de 2023.
- [38] Diesel, Aline; Baldez, Alda Leila Santos; Martins, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, 14 (1), 268-288, 2017. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>
- [39] Lorenzin, Mariana Peão; Mattos, Cristiana; Rabello, Marta. **Metáforas Mecânicas: uma proposta STEAM para o Ensino de Ciências.** In: 6º Congresso Pesquisa do Ensino Educação e Tecnologia, *Anais*, SINPRO-SP: São Paulo, 2017.
- [40] Chassot, A. **Sobre prováveis modelos de átomos.** Ensino de Química, QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Modelos de Átomos N° 3, MAIO, 1996.
- [41] Kraisig, Angela; Amaral, Leonardo; Copetti, Daniela; Pazinato, Maurícus; Braibante, Mara; Calderan, Arlete. **Abordagem dos conceitos de átomo, molécula e elemento químico através de uma atividade de modelagem desenvolvida pelo PIBID-Química/UFSM.** 33º EDEQ, 8p., 2013.
- [42] França, Angella da Cruz. Guerra; Marcondes, Maria Eunice Ribeiro; Carmo, Miriam Possar do. **Estrutura atômica e formação de íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio.** Revista Química Nova na Escola, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009. Disponível em < http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/10-AF-6008.pdf > Acessado em 10 de agosto de 2023.
- [43] Cavicchioli, A.; Rocha, José Roberto Caetano. **Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos Ensino Fundamental e Médio.** Química Nova na Escola, nº 21, p. 29-33, 2005.