



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ELICE MOACIR DOS SANTOS

CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE CONCEITOS
BÁSICOS DA ASTRONOMIA

CARUARU

2025

ELICE MOACIR DOS SANTOS

**CONTEXTUALIZAÇÃO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE CONCEITOS BÁSICOS DA
ASTRONOMIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador (a): Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva

Caruaru
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Elice Moacir dos .

Contextualização do ensino de Química através de conceitos básicos da
Astronomia / Elice Moacir dos Santos. - Caruaru, 2025.

78p : il., tab.

Orientador(a): Heydson Henrique Brito da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2025.

Inclui referências.

1. Contextualização . 2. Ensino. 3. Astronomia. 4. Astroquímica . I. Silva ,
Heydson Henrique Brito da . (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

ELICE MOACIR DOS SANTOS

**CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE CONCEITOS
BÁSICOS DA ASTRONOMIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Química do Campus
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de
monografia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de licenciado em
Química .

Aprovada em: 07/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr. Heydson Henrique da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Arianne Carla Campos de Melo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio incondicional e amor inabalável, e aos meus professores, que, com sabedoria e dedicação, foram fundamentais em minha trajetória de aprendizado.

AGRADECIMENTOS

É com um imenso sentimento de gratidão que escrevo estas palavras, com o intuito de reconhecer e expressar meu profundo agradecimento a todos que estiveram ao meu lado durante essa jornada acadêmica. A cada passo dado, cada conquista alcançada e cada obstáculo superado, tive o apoio e o carinho de pessoas essenciais para que eu chegasse até aqui. Não poderia deixar de manifestar minha eterna gratidão àqueles que me deram força, inspiração e confiança para seguir em frente, mesmo quando os desafios pareciam insuperáveis.

Primeiramente, minha gratidão infinita à minha mãe, Severina Jucileide dos Santos Silva. Sua dedicação, amor incondicional e paciência foram os alicerces que sustentaram minha vida e essa trajetória acadêmica. Mãe, suas palavras de encorajamento, seus gestos de carinho, sua força inabalável e seu exemplo diário de superação foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente, especialmente nos momentos mais difíceis. Sempre com um sorriso acolhedor e a certeza de que tudo seria possível, você foi a minha maior fonte de inspiração. Sei que cada conquista tem um pedacinho de você, e por isso, sou eternamente grata. Sem você, eu não teria chegado até aqui.

Ao meu marido, Carlos André Souto de Souza, minha mais sincera gratidão. Seu apoio, compreensão e carinho foram fundamentais para que eu equilibrasse as exigências da vida acadêmica com as responsabilidades do cotidiano. Sua presença constante ao meu lado foi um refúgio de tranquilidade nos momentos de tensão e uma fonte de motivação durante os desafios. Cada palavra de incentivo, cada gesto de paciência e cada apoio que você me ofereceu foram cruciais para que eu continuasse firme em minha trajetória. Agradeço ainda por me ensinar, com seu exemplo, o verdadeiro significado de amor e companheirismo.

Quero também expressar minha profunda gratidão aos meus alunos, especialmente aos da Escola Jean Piaget, que, ao longo dessa caminhada, me ensinaram tanto quanto eu tentei ensinar a eles. Cada turma, cada interação, cada momento de troca foi de imenso valor para o meu crescimento pessoal e profissional. Com suas inquietações, questionamentos e entusiasmo, vocês foram uma fonte constante de inspiração, tornando minha missão como educadora ainda mais significativa. A cada um de vocês, que confiaram seu aprendizado em minhas mãos e compartilharam suas experiências, deixo meu eterno agradecimento. Sem vocês, este

trabalho não teria a mesma profundidade e significado. Um agradecimento especial ao meu aluno João Pedro Vilela, pela grandiosa ajuda na recuperação das informações deste trabalho, que quase foram perdidas nesta reta final.

Minha imensa gratidão também aos meus professores, em especial ao meu orientador, professor Heydson Henrique Brito da Silva, e à professora Ariane Carla Campos de Melo. A sabedoria, generosidade e paciência com que me orientaram foram fundamentais para que eu alcançasse novos horizontes. Cada ensinamento, cada correção, cada conselho foi como uma luz a iluminar meu caminho, permitindo-me avançar e aprimorar meus conhecimentos. As orientações de vocês foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação acadêmica. Cada um de vocês desempenhou um papel crucial nesta jornada, e sou imensamente grata por isso. As palavras de incentivo de vocês foram determinantes, e o compromisso com minha formação fez toda a diferença.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento e sucesso, seja com palavras, gestos ou apoio. Cada um de vocês foi parte essencial deste processo, e sou eternamente grata por fazer parte de um círculo tão inspirador e generoso.

Minha trajetória até aqui foi marcada por grandes aprendizados e pelo apoio incondicional de pessoas incríveis, e sou profundamente grata por ter compartilhado esta caminhada com todos vocês. Sem o amor, a dedicação e a compreensão de cada um, este momento não teria a mesma intensidade. Meu mais sincero e profundo agradecimento a todos, com o coração repleto de carinho e gratidão.

RESUMO

Este trabalho tem como propósito investigar a aplicação da astronomia como recurso pedagógico no ensino de química, promovendo uma abordagem contextualizada e interdisciplinar. A pesquisa analisa como os conceitos astronômicos podem ser incorporados aos conteúdos de química, facilitando a compreensão de temas científicos e despertando o interesse dos estudantes. Através de uma revisão da literatura e da análise de práticas pedagógicas, o estudo revela que a introdução da astronomia no ensino de química enriquece a aprendizagem, proporcionando uma compreensão mais ampla e significativa dos conceitos químicos, além de incentivar a curiosidade e o pensamento crítico. A utilização de atividades práticas e recursos visuais relacionados ao universo favorece uma abordagem mais dinâmica, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e científicas. Conclui-se que a integração da astronomia no ensino de química favorece a formação de indivíduos mais críticos, conscientes e preparados para compreender os fenômenos naturais que nos cercam.

Palavras-chave: Contextualização; Astronomia; Astroquímica.

ABSTRACT

This work aims to investigate the application of astronomy as a pedagogical resource in chemistry teaching, promoting a contextualized and interdisciplinary approach. The research analyzes how astronomical concepts can be incorporated into chemistry content, facilitating the understanding of scientific topics and arousing students' interest. Through a review of the literature and the analysis of pedagogical practices, the study reveals that the introduction of astronomy into chemistry teaching enriches learning, providing a broader and more meaningful understanding of chemical concepts, in addition to encouraging curiosity and critical thinking. The use of practical activities and visual resources related to the universe favors a more dynamic approach, contributing to the development of cognitive and scientific skills. It is concluded that the integration of astronomy into chemistry teaching favors the formation of more critical, aware individuals who are prepared to understand the natural phenomena that surround us.

Keywords: Contextualization; Astronomy; Astrochemistry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	DO MODELO FILÓSOFICO AO MODELO QUÂNTICO.....	14
3. 2	ELEMENTOS QUÍMICOS: ORIGEM, DESCOBERTA, CARACTERIZAÇÃO E REAÇÕES DE NUCLEOSSÍNTESE.....	16
3.3	CONCEITOS BÁSICOS DA ASTRONOMIA.....	19
3.4	ASTRONOMIA E A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA.....	23
3.4.1	Integrando a Astroquímica ao ensino.....	25
3.41	O Ensino da Espectroscopia e a Composição Química das Estrelas.....	27
4	METODOLOGIA.....	31
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	31
4.2	SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA.....	31
4.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	32
4.4	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	38
4.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1	ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	40
5.2	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO.....	56
6	CONCLUSÃO.....	70
7	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista os fatores que dificultam o ensino de química, como o baixo interesse e a pouca motivação por parte dos estudantes, elementos comuns nas três séries do ensino médio que favorecem resultados e índices pouco satisfatórios. Podem ser identificados diversos aspectos que contribuem para esse cenário, entre os quais se destacam as metodologias tradicionais de ensino, a infraestrutura escolar, baixo engajamento dos estudantes, lacunas na formação inicial e continuada e a linguagem complexa da transmissão dos conceitos. Adicionalmente, quando não existem quaisquer questionamentos que possam estimular a curiosidade e criticidade, a consequência imediata é traduzida em limitações na aprendizagem (Santos; Gonçalves, 2017).

De acordo com Santos e Gonçalves (2017), A principal queixa manifestada pelos estudantes em relação ao ensino de Química refere-se, sobretudo, à ausência de significado percebido no aprendizado da disciplina, evidenciada, em especial, pela dificuldade de estabelecer correlações entre os conteúdos abordados e a realidade cotidiana. Para superar tais obstáculos, como uma possível alternativa para a superação de tais impasses, o docente pode adotar estratégias que valorizam as habilidades individuais de cada aluno e promovem o desenvolvimento de conhecimentos considerados relevantes para sua vida prática. Nesse contexto, o interesse pelo conhecimento científico tende a emergir como uma extensão dos saberes prévios dos discentes, conferindo aplicabilidade e significado aos conceitos trabalhados no âmbito da disciplina.

Autores como Dias e Santa Rita (2012); Salciades e Prata (2011); Lorenzetti (2020); Bernardes e Giacomini (2010); e Claro (2017), em suas obras, destacam as contribuições da Astronomia para o ensino de química. E apontam que essa ciência possui um notável potencial de atrair a atenção de indivíduos em qualquer faixa etária, visto que estimula aspectos como a curiosidade, interesse, fascinação e encantamento, fatores esses que constituem a base para a construção de um aprendizado consistente. Além disso, consideram a Astronomia um importante recurso facilitador no processo de ensino, devido à sua reconhecida capacidade de estabelecer conexões com diversas áreas do conhecimento, tais como Química, Física, Biologia, Geografia e História, especialmente a partir da perspectiva da contextualização.

Em relação ao conceito de contextualização, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é descrita como o método pelo qual os alunos são capazes de compreender o ambiente ao seu redor e atuar como agentes transformadores da sua realidade, solucionando problemas que acometem a sociedade (Brasil, 2016).

Nesse sentido, a utilização da contextualização no ensino de Química, fundamentada em conceitos básicos de Astronomia, configura-se como uma alternativa promissora para a abordagem de conteúdos da disciplina, tais como a origem, a classificação e a distribuição dos elementos químicos. Tal estratégia rompe com a abordagem tradicional centrada na mera memorização de símbolos, grupos e períodos da tabela periódica, favorecendo a construção de relações significativas entre os conceitos estudados. Ademais, essa prática possibilita a compreensão da origem da matéria que compõe todas as coisas, ao evidenciar como átomos e moléculas interagem na formação das diversas substâncias presentes tanto no cotidiano quanto no Universo (Santos; Krupek, 2014).

Para a compreensão desses fenômenos, a Astronomia desempenha um papel fundamental, uma vez que, desde os primórdios da civilização, constituiu-se como uma ciência capaz de despertar o interesse humano e de possibilitar o entendimento acerca dos astros e de sua constituição. Como consequência do desenvolvimento e da expansão de seus conceitos, diversas subáreas emergiram, conforme apontado por Santos e Krupek (2014). Dentre essas subáreas, destaca-se a Astroquímica, ramo de investigação voltado ao estudo de átomos, moléculas e das reações químicas que ocorrem na imensidão do Universo, bem como à análise da evolução e da composição química dos corpos celestes. Essa subárea, em particular, estabelece diversas relações com os conteúdos abordados na disciplina de Química, podendo, assim, ser incorporada como recurso de contextualização no processo de ensino, de modo a favorecer a consolidação da aprendizagem.

Consequentemente, a Astronomia se configura como uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades de caráter multidisciplinar. Nesse contexto, pode ser articulada com os conteúdos abordados na disciplina de Química no ensino médio, facilitando a compreensão dos conceitos e contribuindo para a superação da abordagem excessivamente abstrata, que muitas vezes dificulta a construção de conhecimentos sólidos e consistentes. (Salcides; Prata, 2011).

Considerando a natureza abstrata frequentemente associada à disciplina de Química, a qual impõe desafios no processo de ensino, torna-se essencial incentivar nos alunos a compreensão do contexto histórico das descobertas científicas. Isso lhes permitirá estabelecer conexões entre as circunstâncias que envolveram tais descobertas e o desenvolvimento do conhecimento científico, além de compreender que esses avanços surgiram das necessidades de adaptação e evolução dos meios de sobrevivência do ser humano (Lattari; Trevisan, 1999).

Nesse sentido, a interação entre Química e Astronomia emerge como um importante recurso pedagógico que pode ser utilizado pelos docentes no Ensino Médio, particularmente no 1º ano, quando se aborda o estudo dos Elementos Químicos e da Tabela Periódica. Ao relacionar esses conteúdos com o surgimento e a composição química dos astros, é possível despertar o interesse dos estudantes, tornando os conceitos mais significativos e acessíveis (Lattari; Trevisan, 1999).

Oliveira 2001 destaca que, no que se refere aos elementos químicos, os avanços nos estudos sobre sua classificação e propriedades passaram a se basear em parâmetros relacionados à interação dos átomos com a radiação eletromagnética, o que os vincula diretamente ao campo da espectroscopia. Este ramo do conhecimento oferece o meio pelo qual o ser humano obtém informações sobre o Universo e sua constituição.

Nesse sentido, através dessa abordagem, é possível estabelecer uma associação entre a luz emitida por gases de substâncias aquecidas e as transições entre seus níveis quânticos de energia, permitindo a compreensão dos modelos atômicos quânticos propostos para explicar conceitos como a constituição e as propriedades da matéria. Trata-se de uma forma de aprofundamento dos conceitos mencionados, viabilizada pela comparação dos espectros específicos de cada elemento presente em uma estrela. (Oliveira, 2001).

Posteriormente, a medida em que o processo de aprendizagem for se estabelecendo de modo concreto, os estudantes poderão associar a luz emitida com a coloração dos astros e sua composição química. Portanto, empregar astronomia no viés da contextualização no ensino de Química, pode ser uma excelente alternativa para a abordagem dos conteúdos citados (Leite, 2012).

De forma geral, o objetivo deste estudo é investigar de que forma os conceitos e práticas da Astronomia podem aprimorar a compreensão dos elementos químicos, ao mesmo tempo em que discute sobre os principais desafios que podem prejudicar

o ensino da Química. Reconhecendo que os elementos químicos, fundamentais para a constituição da matéria, têm sua origem nas estrelas, busca-se estabelecer uma conexão entre a composição química dos astros e o interesse dos estudantes, incentivando-os a seguir carreiras científicas. Nesse contexto, a incorporação de conceitos astronômicos simples pode ser uma estratégia didática eficaz, proporcionando aos professores novas abordagens para o ensino da disciplina, superando os principais obstáculos que levam a resultados insatisfatórios.

Dessa forma, ao considerar que os elementos químicos que compõem a matéria têm suas origens ligadas às estrelas, é possível despertar o interesse dos estudantes por meio da contextualização, com base na composição química dos astros. Assim, os conceitos da Astronomia podem ser utilizados como uma ferramenta de contextualização, promovendo uma aprendizagem consistente em Química. Além disso, pode ser um agente facilitador para que os professores possam desenvolver novas abordagens didáticas, enriquecendo a prática docente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar como os conceitos astronômicos sobre a origem dos elementos químicos, classificação e distribuição no Universo podem contribuir para o ensino da química.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar como a contextualização do ensino da química através de conceitos da Astronomia podem facilitar a aprendizagem da tabela periódica, origem e classificação dos elementos químicos.
- Analisar os resultados da aplicação de uma estratégia didática com a utilização de conceitos básicos de astronomia e a técnica de espectroscopia para a compreensão da interação de átomos e moléculas para a formação das diversas substâncias presentes no Universo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DO MODELO FILÓSOFICO AO MODELO QUÂNTICO

De acordo com Marchesi e Custódio (2023) a atomística é uma área de estudos que muito contribuiu para a sociedade, pois, explicou uma das maiores indagações do ser humano: “do que somos feitos?” e do que constitui toda a matéria ao redor? O filósofo René Descartes (1596-1650) considerava que entre as partículas de matéria existiam outras partículas cada vez menores, cujos limites seriam infinitesimais, sendo assim não existiriam espaços vazios entre as partículas.

No século V a.C., Leucipo e Demócrito estavam empenhados em solucionar um problema maior: a busca de um princípio que explicasse a ordem, a origem e os fenômenos de transformação. Dessa forma, ao tentar solucionar a referente indagação, propuseram diversas teorias, e o Atomismo foi uma delas. Segundo essa teoria, a matéria seria constituída por partículas bem pequenas e de diferentes tamanhos. Os atomistas, autores dessa ideia, afirmavam que os fenômenos sofridos pelo meio material eram visíveis, uma vez que essas partículas mantinham seu estado inalterado, logo não poderiam ser destruídos e nem criados (Marchesi; Custódio, 2023).

Séculos depois, no século XIX, o cientista John Dalton revisitou a teoria proposta pelos atomistas gregos 14 séculos antes, postulando que os átomos seriam esferas indestrutíveis e indivisíveis. Além disso, as reações químicas passaram a ser representadas por meio de fórmulas e símbolos. Nesse modelo, substâncias simples seriam caracterizadas por terem apenas um único tipo de átomo, enquanto, substâncias compostas seriam formadas pela combinação de dois ou mais tipos de átomos diferentes na proporção de números inteiros. Assim, dois ou mais átomos poderiam se combinar de diferentes maneiras e formar mais de um tipo de substância química. Vale ressaltar que essa proposta apresentava limitações, pois não considerava cargas (Viana, 2007).

Alguns anos depois, mais precisamente no ano de 1897, Joseph Thomson realizou um experimento entre dois eletrodos em um tubo de vidro sob o vácuo, e identificou os raios que eram emitidos quando uma grande diferença de potencial era aplicada sobre os dois metais. Dessa forma, mostrou que os raios catódicos seriam fluxos de cargas negativas. Esses raios teriam a origem no interior dos átomos que

compõem o eletrodo com carga negativa, chamada cátodo. Thomson descobriu que as partículas carregadas, posteriormente denominadas de elétrons, eram as mesmas independente do metal usado. A eletricidade estaria então associada aos movimentos das cargas elétricas, dessa maneira concluiu que o átomo não era indivisível e também que as cargas faziam parte de todos os átomos, sendo partículas fundamentais (Santos; Fernandes, 2020).

Mais tarde, de acordo com Corrêa (2014), testando a interação da radiação com o meio material, Rutherford percebeu uma limitação no modelo proposto por Thomson, identificada pelo experimento que recebeu a designação de “o espalhamento de Rutherford”. Basicamente, um feixe de partículas α passaria através de uma folha de platina com espessura bem pequena. Se o átomo fosse realmente composto por uma única região contendo cargas positivas e negativas como proposto no modelo atômico de J. J. Thomson, as mesmas se anulariam pelo fato de o número de ambas as cargas ser igual, como se acreditava. Logo, as partículas α do experimento de Rutherford passariam facilmente pela carga positiva da folha, com alguns desvios de sua trajetória.

No entanto, o que se concluiu a partir desses testes foi que: cerca de 1 em cada 20.000 partículas sofria um desvio com ângulo maior que 90° , enquanto um número bem menor retornava em direção a trajetória de origem. Ou seja, os prótons e elétrons não estariam localizados na mesma região do átomo, o que levou a um novo modelo para explicação do átomo, que considerava a existência de uma região separada do núcleo que continha as partículas negativas, a eletrosfera (Corrêa, 2014).

Essas observações citadas foram fundamentais para a sugestão de um modelo nuclear do átomo, no qual um centro pontual muito denso de carga positiva, o núcleo, era envolvido por um volume muito grande de espaço quase vazio que continham os elétrons. Em estudos posteriores comprovou-se que os núcleos de um átomo deveriam conter partículas positivas chamadas (prótons), negativas (elétrons) e nêutrons (sem carga). Porém, atualmente já existem modelos que consideram os quarks e léptons como partículas constituintes dos prótons (Corrêa, 2014).

Anos mais tarde, de acordo com Corrêa (2014), um dos problemas encontrados no modelo de Rutherford, e contribuiu para a sua superação no âmbito científico, consiste no fato de que segundo ele os elétrons estariam girando ao redor do núcleo e conseqüentemente poderiam ser atraídos por ele, devido aos prótons com carga positiva, e então entrariam em colapso. A partir da identificação dessa limitação,

tornou-se necessária a formulação de um novo modelo atômico, sobretudo em razão da incompatibilidade com os princípios do eletromagnetismo clássico, que estabelecem que qualquer partícula em movimento circular deve, obrigatoriamente, sofrer uma perda contínua de energia por meio da emissão de radiação eletromagnética.

Nesse sentido, a partir dessa explicação, Niels Bohr afirmou que os elétrons se moviam em torno do núcleo em orbitas com níveis de energia fixos e que ao receber energia, migrariam de uma orbita mais interna (estado fundamental) para uma orbita mais externa (estado excitado) e, ao retornarem emitiriam a energia absorvida na forma de radiação eletromagnética. Dessa maneira, até o surgimento da teoria quântica do átomo de Bohr, a ideia de níveis de energia quantizada para o átomo, era desconhecida (Braga; Filgueiras, 2013).

Em um momento subsequente, o modelo atômico quântico foi desenvolvido com base nos princípios da mecânica quântica. Esse modelo descreve o átomo como um sistema composto por um núcleo de carga positiva, ao redor do qual os elétrons se movimentam. Tal concepção introduz implicações significativas para a descrição dos elétrons, que passam a ser entendidos tanto como partículas quanto como ondas, conforme a interpretação proposta por Louis de Broglie. Ademais, de acordo com o princípio da incerteza de Heisenberg, não é possível determinar simultaneamente, com precisão, o momento linear e a posição dos elétrons. Em razão das características complexas do modelo quântico, tornou-se dificultosa a elaboração de uma representação visual eficiente, diferentemente do que ocorreu com os modelos atômicos anteriores.

Dessa forma, assim como existiram ao longo da história várias tentativas de estabelecimento de um modelo que melhor exemplificasse o átomo, surgiram também diversos questionamentos com relação à origem e à formação dos mesmos, bem como a sua interação com moléculas para o surgimento da matéria e todas as substâncias que existem no universo.

3.2 ELEMENTOS QUÍMICOS: ORIGEM, DESCOBERTA, CARACTERIZAÇÃO E REAÇÕES DE NUCLEOSSÍNTESE

Segundo Basílio (2021), no período em que o químico francês Louis Pasteur (1822–1895) descobriu a existência dos microrganismos, o conhecimento sobre os

elementos químicos ainda era bastante limitado. Até então, apenas 63 elementos haviam sido identificados, e, embora se soubesse que cada elemento possuía átomos com características distintas, como massas diferentes, não existia ainda um modelo sistemático de ordenação desses elementos.

Nesse contexto, o desenvolvimento da Tabela Periódica constituiu um processo gradual, marcado por sucessivas tentativas de organização dos elementos químicos. Em 1829, Johann Wolfgang Döbereiner propôs as tríades, agrupando elementos com propriedades semelhantes em conjuntos de três. Posteriormente, em 1864, John Newlands formulou a Lei das Oitavas, observando que propriedades similares se repetiam a cada oito elementos. Apesar de suas contribuições significativas, essas propostas mostraram-se insuficientes para acomodar o crescente número de elementos descobertos e suas complexidades (Basílio, 2021).

Em 1869, conforme Basílio (2021), o químico russo Dmitri Mendeleev (1834–1907) apresentou uma solução mais abrangente, ao propor uma organização sistemática baseada nas propriedades conhecidas dos elementos e em suas massas atômicas. Mendeleev estabeleceu um padrão de periodicidade e, de maneira inovadora, previu a existência e as características de elementos ainda não identificados, previsões que foram posteriormente confirmadas. Dessa forma, consolidou-se uma das maiores realizações científicas: a Tabela Periódica, que organiza os elementos químicos de maneira crescente conforme suas propriedades periódicas, tornando-se uma ferramenta essencial para a compreensão da estrutura da matéria.

Nesse viés, é possível que surjam indagações acerca da origem dos elementos químicos, a mais recorrente é: como são formados? Os elementos químicos que hoje são estudados foram formados em três etapas: a nucleossíntese primordial, nucleossíntese estelar e nucleossíntese interestelar. Quanto a primeira, esta se relaciona a outros fenômenos cosmológicos, especialmente as características observadas no universo atual, como a radiação cósmica de fundo, matéria bariônica, matéria escura e a energia escura (Maciel, 2020).

Segundo Maciel (2020), na época da nucleossíntese primordial, por meio de pesquisas e estudos astronômicos, sabe-se que o universo observado seria homogêneo e isotrópico, tendo em vista que apenas os elementos mais leves eram predominantes e as partículas existentes tratavam-se apenas dos fótons, neutrinos, elétrons, prótons, pósitrons, nêutrons e múons. Por isso, as diversas substâncias que

compõem toda a matéria do universo tiveram a sua origem marcada na combinação de uma grande variedade de elementos químicos, encontrados em distintas taxas de abundância na natureza.

Em termos de abundância, sabe-se que o hidrogênio é o elemento presente em maior quantidade, possuindo uma taxa de 75% de toda a massa constituinte do universo. É considerado o elemento químico primordial, visto que, através dele os outros elementos como o Hélio foram sintetizados, em um processo denominado como nucleossíntese primordial (Teruya; Duarte, 2012).

Vale salientar que, associada à origem dos elementos químicos, surgiu também a questão sobre a origem dos átomos, que são componentes essenciais na constituição de toda a matéria existente. Desde o momento em que o ser humano passou a habitar o planeta Terra, todos os elementos químicos naturais já estavam presentes. De acordo com Basílio (2021), a teoria mais amplamente aceita propõe que o processo de formação da matéria teve início em um evento único e singular, conhecido como Big Bang.

No entanto, essa teoria não é isenta de críticas, sendo limitada principalmente pela incapacidade de explicar o que existia antes dessa grande explosão cósmica. Embora a teoria do Big Bang seja central na cosmologia moderna, as questões relacionadas ao que ocorreu no período anterior ao evento ainda permanecem em aberto, gerando discussões e investigações contínuas na área. (Almeida et al., 2020; Ryden, 2006; Weinberg, 2008)

A proposta do modelo do Big Bang é de um padre, matemático, filósofo e astrônomo belga chamado Georges Lemaître, segundo ele, em um determinado momento zero, toda a massa que compõe o nosso Universo estava concentrada em um único ponto de volume desprezível e de densidade máxima. Após alguns segundos depois da ocorrência do Big Bang, o Universo começou a se expandir e resfriar e os astros como as estrelas supermassivas começaram a ser formadas (Almeida et al., 2020; Ryden, 2006; Weinberg, 2008).

Conforme Almeida et al., (2020), no interior das estrelas, hidrogênio é fundido em hélio, até que em certo ponto é fundido em carbono e posteriormente esse carbono será convertido em elementos mais pesados, em uma reação denominada de nucleossíntese estelar que é um conjunto de reações nucleares que sintetiza esses elementos de grande massa atômica. Portanto, como um critério para esse processo,

o que define até que ponto uma estrela é capaz de fundir elementos mais leves em mais pesados, é a sua massa.

Acredita-se que os elementos naturais mais pesados foram originados em estrelas supermassivas, essas que por sua vez possuem um estágio de vida muito curto em termos astronômicos. Portanto, quando não são mais capazes de suportar sua própria força gravitacional colapsam em uma grande explosão denominada supernova. Nesse processo diversas partículas de poeira estelar, constituída de átomos de diversos elementos químicos como o ferro, oxigênio, cálcio, magnésio, enxofre e o carbono, é espalhada pelo espaço, que posteriormente será o berçário para o surgimento de novas estrelas com massas menores e planetas como a Terra (Basílio, 2021).

De acordo com os apontamentos de Maciel (2020); Kepler; Saraiva (2014) Conforme essa explicação sobre a origem dos elementos, os produtos formados através de uma nucleossíntese estelar dependem de fatores como a massa da estrela e uma fração mínima da sua composição química. Em estrelas supermassivas a maior parte do material produzido é ejetado através de ventos estelares e não no estágio final de supernova. Para as estrelas de massa intermediária, como o sol, a principal contribuição refere-se à formação de supernovas do tipo Ia.

Especificamente, uma anã branca composta de núcleo carbono-oxigênio, absorve matéria de sua estrela parceira, geralmente uma gigante vermelha. Este processo resulta na ignição do núcleo de carbono dentro da estrela. A subsequente queima gera um gás que se expande no espaço, ejetando uma variedade de elementos pesados, como silício e ferro. Estrelas menos massivas contribuem para a síntese de elementos leves, como hélio e carbono. Todavia, em sistemas binários compostos por uma anã branca e uma gigante vermelha, uma maior diversidade de elementos é formada (Maciel, 2020; Kepler; Saraiva, 2014).

3.3 CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAIS DA ASTRONOMIA

Segundo Borges e Rodrigues (2022), desde os tempos mais remotos, a humanidade nutre um profundo fascínio pelos enigmas que permeiam o Universo. Acredita-se que a Astronomia foi uma das primeiras ciências criadas pelo ser humano, pois, pesquisas apontam que antes mesmo da exploração de terras, rios e mares o

homem desenvolveu estudos sobre o céu, ainda que de forma limitada pela falta de recursos e tecnologia.

Conforme Borges e Rodrigues (2022), a Astronomia é uma área da ciência voltada ao estudo e investigação de corpos celestes, incluindo cometas, estrelas, asteroides, nebulosas, quasares, buracos negros, planetas, satélites naturais e galáxias. Nesse contexto, as pesquisas dessa disciplina concentram-se nos fenômenos que ocorrem além dos limites da Terra, como, por exemplo, a radiação cósmica de fundo, supernovas estelares e a formação de sistemas planetários.

Nesse sentido, a Astronomia investiga a química, a física e o movimento dos corpos celestes, assim como a origem, formação e desenvolvimento do universo e engloba várias áreas de estudo como astrometria, navegação astronômica, observação astronômica e criação de calendários. Por possuir um objeto de pesquisa muito amplo, é classificada em várias subáreas. A divisão mais comum ocorre entre a “astronomia teórica” e a “astronomia observacional” (Borges; Rodrigues, 2022).

Segundo a astronomia observacional, a maneira de obtenção de dados consiste na detecção e análise da luz visível ou de outras faixas do espectro eletromagnético. Todavia, a informação desejada pode ser obtida também através de partículas cósmicas, como múons, neutrinos, etc., e mais atualmente por meio de ondas gravitacionais (Sturani, 2021).

A radioastronomia, campo da astronomia observacional, considerada clássica nos estudos astronômicos, se fundamenta em análises feitas com base na faixa do espectro eletromagnético observado. Assim, se concentra na investigação da radiação, cujo comprimento de onda é superior a 1 milímetro. Se distingue dos tipos comuns de astronomia observacional por classificar as ondas de rádio pela sua natureza ondulatória ao invés de trata-las como fótons discretos. Por consequência, medir a amplitude e a fase das ondas de rádio torna-se uma tarefa bem mais simples (Lattari; Trevisan, 2001).

Ao contrário da radioastronomia, que investiga radiação com comprimento de onda superior a 1 milímetro, a Astronomia Infravermelha concentra-se na detecção e análise da radiação infravermelha, abrangendo toda a radiação com comprimento de onda além da luz vermelha. O espectro infravermelho é útil para examinar objetos que emitem luz visível devido ao seu resfriamento, como planetas distantes ou estrelas jovens em nuvens moleculares. Essa análise permite a identificação de elementos

químicos específicos no espaço e a detecção da presença de água na superfície de corpos celestes (Lopes; Pereira, 2005; Kepler; Saraiva, 2014).

Graças à Astronomia Óptica ou Astronomia da luz visível, também campo da astronomia observacional, imagens modernas e detalhadas de corpos celestes puderam ser obtidas fornecendo maiores informações sobre suas formas e a dinâmica (Bernardes *et al.*, 2005).

Por se tratar de uma técnica utilizada na astronomia de observação, a Astronomia Ultravioleta é a responsável pela identificação de linhas de emissão espectral de estrelas azuis, estas apresentam elevadas temperaturas, e facilita análises mais detalhadas da composição química de nebulosas, resquícios de matéria deixados pela explosão de estrelas, astros de galáxias distantes e buracos negros supermassivos localizados nos núcleos de galáxias com atividade (Kepler; Saraiva, 2014).

Ao contrário da subárea anterior, a Astronomia de Raios X tem como objeto de estudo os corpos celestes que apresentam a capacidade de emitir radiação na faixa de comprimento de Raios X. Essa subárea lida com observações de pulsares, remanescentes de supernovas, galáxias elípticas, aglomerados de galáxias. Segundo Borges e Rodrigues (2022), estrelas de nêutrons e buracos negros são fontes de raio gama, portanto, são estudados pela astronomia de raios gama, que lida com estudos sobre corpos celestes que emitem radiação com comprimentos de onda menores.

Diferente da observacional, a Astronomia teórica mantém seu foco de pesquisa muito além da radiação eletromagnética. Pois, considera que há partículas as quais a origem se encontra em distâncias consideráveis, mas que podem ser detectadas, os raios cósmicos, que possuem energia elevada e que ao se chocarem com a atmosfera da Terra são observados. Uma delas é o neutrino, partícula subatômica sem carga e sem massa e que é a segunda partícula mais abundante no espaço. A área de estudos responsável pela catalogação dessas partículas é denominada de Astronomia de neutrinos. Para os neutrinos detectados na Terra, o sol é a principal fonte, no entanto podem se originar através de supernovas (Caruso *et al.*, 2012).

A Astrometria, campo da Astronomia teórica, e uma das áreas mais antigas dessa ciência, concentra-se na determinação precisa das posições dos corpos celestes. Seus estudos possibilitaram o conhecimento preciso acerca dos astros, facilitando a navegação. Também levou ao entendimento das interações gravitacionais e determinação da posição precisa de planetas e também o

monitoramento de objetos em possível colisão com o planeta Terra. Sua principal técnica, a medição da paralaxe estelar, fornece uma linha de base fundamental absoluta para medição de distâncias na Astronomia, ferramenta essencial para a determinação de escalas no Universo (Gomes Júnior, 2018).

Vale ressaltar que a Astronomia possui também subcampos específicos, que são divididos em astronomia solar, estelar, galáctica, extragaláctica, teórica, ciência planetária, cosmologia e os campos interdisciplinares como a astrofísica, a arqueoastronomia, astrobiologia e a astroquímica que contribuem para o estabelecimento da relevância das ciências astronômicas para a sociedade (Borges; Rodrigues, 2022; Kepler; Saraiva, 2014).

A astronomia solar ocupa-se do estudo sobre a principal fonte de energia do sistema solar e facilita a compreensão das estruturas químicas, físicas e biológicas. É crucial para a compreensão dos ciclos solares, que estão ligados a mudanças climáticas, como eras glaciais ou períodos de aquecimento excessivo (Moraes, 2019).

Por outro lado, o estudo dos sistemas planetários é abordado pela ciência planetária, também conhecida como planetologia. Essa área de pesquisa concentra-se em todos os objetos não estelares, como meteoros e cometas. Por se tratar de uma área multidisciplinar, a planetologia se baseia em princípios de diversas áreas, incluindo geografia física, meteorologia, química e astrobiologia. O conhecimento interdisciplinar dessas áreas, combinado com a planetologia, é empregado na elaboração de modelos dos corpos celestes, seguida pela comparação com observações feitas da Terra e por meio de sondas espaciais (Branco, 2016).

É relevante citar também a astronomia estelar, a qual lida com o estudo das estrelas, aspectos referentes a formação, condições e processos de formação e evolução, até o estágio final desses corpos celestes (Horvath, 2013).

Os estudos feitos com base na estrutura e composição da via láctea, seja através de objetos do seu interior ou pelas observações feitas com base em galáxias próximas são realizados através da astronomia galáctica, também classificada como um tipo de astronomia teórica (Maciel, 2020).

Mas com relação à origem, estrutura e evolução do universo, a área dos métodos científicos se dá através da cosmologia, a qual é responsável pelo estudo das propriedades dos objetos celestes e todo o espaço utilizando conceitos da física teórica e que podem ser amplamente utilizados em estratégias de ensino de ciências (Waga, 2005).

Segundo Borges e Rodrigues (2022), os astrônomos teóricos investigam a dinâmica, evolução estelar, formação do universo, composição química, origem dos raios cósmicos, teoria das cordas e o comportamento físico das partículas cósmicas, segundo os princípios da astronomia teórica.

Já para efetuarem o mapeamento de objetos fora da via láctea, os astrônomos fazem uso da Astronomia Extragaláctica, pois, suas linhas de pesquisa abrangem tudo o que não é foco de estudos para a astronomia galáctica. Utilizando-se de técnicas como a uranografia e cartografia celeste, que possibilitam a medição da posição e o brilho de corpos celestes (Lachel *et al.*, 2022).

Arelada a astrofísica, a astronomia foi diversificada em muitos outros campos interdisciplinares, como a arqueoastronomia, com enfoque em traços culturais da civilização; a astrobiologia, caracterizada pela busca do entendimento dos sistemas evolutivos da vida, bem como na investigação em formas de vida extraterrestre; a cosmoquímica, que explora os elementos químicos dentro e fora do sistema solar e a sua abundância e que aliada a astroquímica facilita a análise das interações desses elementos para a formação de novos e a sua destruição (Borges; Rodrigues, 2022).

À vista disso, pode-se concluir que esses conceitos possuem uma gama de aplicação em diversas áreas, e por isso podem ser inseridos como foco em métodos alternativos de ensino, auxiliando na diversificação das aulas.

3.4. A ASTRONOMIA E A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

A efetivação da aprendizagem em Química depende de alguns fatores, como transposição didática que alcance os níveis de construção do pensamento crítico e formação de princípios de cidadania, visto que os conteúdos da disciplina devem ser trabalhados com base em interesses coletivos e compromisso social (Souza *et al.*, 2019). Perspectiva que acorda com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que apontam a necessidade de vivenciar a contextualização em sala de aula para que o ensino envolva interconexão entre sujeito e objeto (Brasil, 2000).

Para o ensino da disciplina de Química, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que a Astronomia seja integrada ao estudo dos fenômenos naturais e das leis que regem o comportamento da matéria. A BNCC destaca a importância de conectar conceitos químicos com fenômenos astronômicos, como a

composição das estrelas e os processos químicos no espaço, para oferecer uma compreensão mais abrangente dos processos naturais e das interações químicas no universo (Brasil, 2021).

Considerando a necessidade dessa interconexão, o estudo da Astronomia por estar presente desde a antiguidade e a sua perspectiva de observar o cosmos, faz dela uma área de ensino essencial nas instituições escolares. Por isso, compreende-se a necessidade da pesquisa docente e uso de métodos de ensino inovadores para a disciplina de Química e as diversas contribuições da Astronomia, na exposição de conceitos como os elementos químicos e a espectroscopia favorecendo o desenvolvimento do ensino mais interessante e significativo para os estudantes (Bernardes; Giacomini, 2010).

Tal favorecimento se faz possível devido a capacidade de correlação dessa ciência com outras áreas, como a Biologia, a Química, a Física, a História e a Geografia. Portanto, classifica-se como um potencial instrumento de ensino interdisciplinar. Sendo assim, potencializa o desenvolvimento tanto das competências gerais quanto das específicas, por se tratar de uma ferramenta que não só aprimora o ensino, como também auxilia no processo formativo. Tendo em vista que não considera a pura transmissão e reprodução de conceitos, mas sim a utilização desses conteúdos em situações-problema do dia a dia e sua relação com o meio, agregando conceitos em mais de uma área do conhecimento, fomentando uma visão mais ampla do mundo (Soler; Leite, 2012).

Por meio da Astroquímica é possível fazer a abordagem de diversos conceitos em que situações-problema se faz presente. É uma área de estudos da Astronomia que se relaciona especificamente à disciplina de Química, que pode contribuir para a compreensão conceitual dos átomos, das moléculas e das reações químicas no Universo que dão origem a novos elementos químicos, bem como o entendimento da composição química dos corpos celestes. Visto que, foi graças à Astroquímica que o homem obteve o entendimento de que o Universo é constituído de várias moléculas, e que a composição Química do próprio ser humano se originou a partir dos átomos dos elementos químicos que compõem o espaço sideral (Claro, 2017).

Dentro dessa perspectiva da astroquímica, é possível explorar o conteúdo de tabela periódica, que particularmente, é sempre abordada como mero instrumento de memorização. Logo, torna-se um conceito vago e improdutivo, quanto à aprendizagem (Lorenzetti, 2020). Tal conteúdo é tido como irrelevante e os alunos tendem a

desconsiderar a sua importância em fenômenos do cotidiano, porque falta correlação do que é estudado com a aplicabilidade no mundo real.

Segundo Lorenzetti (2020), no livro didático a tabela periódica é apresentada como uma simples base de dados números e símbolos e que pouco tem relação com a periodicidade dos elementos químicos. Dessa maneira, para que o estudante possa se apropriar adequadamente desse conteúdo, a Astroquímica surge como um importante facilitador do ensino, pois aprimora os conceitos abordados nas aulas e contribui para a compreensão da origem, classificação e distribuição dos elementos químicos no Universo. A integração da Astronomia no ensino contextualizado da Tabela Periódica estabelece uma conexão entre o estudante e a dinâmica cósmica, ao tratar de temas como a evolução cósmica, a composição química das estrelas, a possibilidade de detecção de planetas em sistemas estelares distantes, entre outros conceitos.

Nesse contexto, a espectroscopia, e especialmente a fotometria, se destaca como uma ferramenta valiosa para facilitar o ensino de química de forma prática e visual. O uso de representações e práticas experimentais ajuda a promover uma aprendizagem mais significativa, desafiando a ideia de complexidade associada à disciplina. Dessa forma, esses recursos didáticos não apenas facilitam a compreensão e estimulam o interesse dos alunos, mas também os engajam de maneira ativa na construção de seu próprio processo de aprendizagem (Pauletti et al., 2014; Caporalim, 2019; Silva; Moraes, 2015).

Conforme as concepções apresentadas, para a efetivação de uma aprendizagem de qualidade, quanto aos conceitos abordados na disciplina de química é possível aliar-se as ideias contidas no ramo da astroquímica e o investimento na ampla utilização da fotometria, técnica exclusiva da espectroscopia para o estabelecimento de um ensino multidisciplinar.

3.4.1 Integrando a Astroquímica ao ensino

Segundo Claro (2017), a Astroquímica é definida como o subcampo da Astronomia responsável pelo estudo dos átomos, moléculas e das reações químicas que ocorrem no Universo. Sabe-se que as moléculas se formam pela associação de átomos através da "ligação química" ou interação interatômica, resultante da partilha

de elétrons. O termo "molécula" abrange qualquer combinação de átomos, incluindo espécies moleculares iônicas e radicais.

Nesse contexto, e de acordo com os modelos atuais sobre a origem do Universo, acredita-se que, durante o Big Bang, foram formados átomos de hidrogênio (^1H), hélio (^2He) e pequenas quantidades de elementos mais pesados, como o lítio (^3Li). Com o tempo, os demais elementos químicos foram sintetizados ao longo da evolução das estrelas, por meio de um processo conhecido como fusão nuclear, que gera a energia responsável por sustentar as estrelas. No núcleo de cada estrela, uma alta pressão provoca a fusão dos núcleos de hidrogênio, liberando uma intensa quantidade de energia. O hélio gerado nesse processo serve como combustível para a síntese de elementos mais pesados, como o oxigênio (^8O) em estrelas de menor massa e o ferro (^{26}Fe) em estrelas de maior massa (Claro, 2017).

Adicionalmente, conforme Kepler e Saraiva (2014), o resultado da ejeção de matéria pelos ventos estelares e pela explosão de supernovas, dá-se na formação de grandes nuvens de matéria dispersa, contendo poeiras, principalmente de elementos como o silício, oxigênio e carbono, átomos e moléculas diversas, designadas por Nuvens Moleculares Gigantes (NMG) ou simplesmente, nebulosas. As nebulosas são formadas a partir da força gravitacional, que leva à aglomeração destes elementos, num processo que dá origem à formação de novos corpos celestes, como estrelas ou planetas.

Análises minuciosas permitiram ao homem o conhecimento de que os átomos de todos os elementos presentes ao nosso redor, para além do hidrogênio e do hélio, foram formados no interior de estrelas e posteriormente espalhados no universo. Isto implica que todos os átomos dos elementos presentes no nosso corpo, na composição de nosso sangue ou ossos, por exemplo, tiveram origem no interior das estrelas (Kepler; Saraiva, 2014).

No contexto educacional a astroquímica oferece uma possibilidade valiosa para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. No meio educacional é comum que conceitos relativos aos fenômenos cósmicos sejam abordados diante das disciplinas de física ou geografia, no entanto, pouco se vê sobre o seu uso na Química, embora exista uma relação direta entre química e astronomia, o que facilmente poderia auxiliar no estabelecimento de novas dinâmicas de ensino para a disciplina (Gama; Henrique, 2010).

Conforme exposto por Gama e Henrique (2010), além da discussão acerca da originação dos elementos químicos e o papel das estrelas nesse processo oferece uma oportunidade interessante para os professores de química trabalharem a multidisciplinaridade e a contextualização em sala de aula. Através de uma fascinante jornada cósmica, os estudantes poderão desenvolver e aprimorar habilidades como pensamento crítico e reflexão quanto aos conceitos vivenciados, além de fortalecer a sua conexão com a ciência e vida em sociedade.

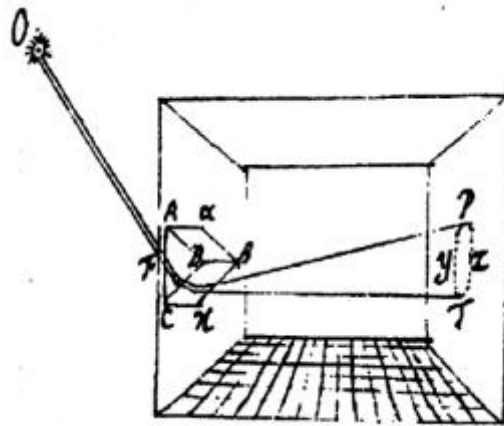
Além de considerar o viés de contextualização, é possível incorporar outras estratégias que tornam o processo de ensino mais eficaz em sala de aula. A fotometria, uma técnica da espectroscopia, pode ser utilizada para criar um ensino mais relevante, aproveitando a natureza prática e visual da química que auxilia na compreensão e associação de conceitos.

3.4.2 O Ensino da Espectroscopia e a Composição Química das Estrelas

A técnica de espectroscopia pode ser amplamente utilizada para o ensino prático da composição química dos corpos celestes, especialmente das estrelas, evidenciando ainda mais as características dos elementos químicos de forma prática e visual, visto que permite o entendimento não só da estrutura como também da evolução estelar (Claro, 2017).

Segundo Claro (2017), A espectroscopia é uma técnica experimental que se fundamenta na utilização da luz para estudar a composição, a estrutura e as propriedades da matéria. Desde a antiguidade, o ser humano já possuía o conhecimento de que a luz emitida pelo Sol poderia ser decomposta nas cores que hoje identificamos como o arco-íris. No entanto, foi o cientista Isaac Newton, no século XVII, o primeiro a descrever adequadamente o fenômeno da decomposição da luz por meio de um prisma, embora na época apenas sob a ótica do comportamento corpuscular. Na figura 1, está representado o primeiro experimento utilizado por Newton para a realização da decomposição da luz.

Figura 1 – Prisma de dispersão da luz de Isaac Newton



Fonte: Isaac Newton, 1672.

O conjunto das cores obtidas é conhecido como espectro solar, e varia do vermelho em uma de suas extremidades e violeta na outra. Mais tarde, a técnica ganhou ainda mais elaboração, quando o cientista Joseph Von Fraunhofer construiu equipamentos ópticos com os quais foi possível obter o primeiro espectro solar no século XIX (Filgueiras, 1996).

De acordo com Filgueiras (1996) é possível conceituar temperatura de um corpo como a medida da agitação térmica de suas partículas. O astrônomo William Herschel no ano de 1800 realizou um experimento que consistia em colocar o bulbo de um termômetro em cada uma das regiões coloridas do espectro solar, e verificou que a temperatura do metal presente no bulbo, o mercúrio, aumentava gradualmente quando a luz incidia, e ainda, que esse fator era mais fortemente verificável quando mais próximo o bulbo estava da extremidade vermelha. Todavia, quando Herschel testou a região não iluminada, após o vermelho, percebeu que a temperatura se elevava ainda mais rapidamente, a essa radiação imperceptível aos olhos, William denominou de infravermelho.

Esse experimento demonstrou que a luz continha propriedades que não poderiam ser percebidas a olho nu. Essa descoberta foi muito importante para que os astrônomos pudessem obter dados mais detalhados sobre as estrelas, ao invés de medir a luz em uma banda e executar a análise, torna-se mais fácil decompor a luz em todos os seus comprimentos de onda e a partir disso obter informações, como por exemplo: o gás que alimenta o núcleo da estrela, sua temperatura, composição química, gravidade superficial e velocidade (Saraiva *et al.*, 2010).

Difícilmente o ser humano chegaria a estrelas com centenas de anos luz de distância e assim torna-se complexo estabelecer investigações além do sistema solar. No entanto, para a obtenção dessas informações a luz pode ser uma ferramenta indispensável para desbravar o desconhecido. Graças ao arranjo de radiação eletromagnética, são gerados espectros e pelas cores percebidas podem ser detalhadas dentre outras coisas, quais elementos se fazem presente e a sua taxa de abundância (Carlos, 2020).

Segundo Saraiva *et al.*, (2010) boa parte das informações que os astrônomos analisam sobre as estrelas, principalmente no que se refere as suas propriedades físicas, são obtidas direta ou indiretamente de suas linhas espectrais, especialmente acerca de suas temperaturas, densidades e constituição química, por isso, dados obtidos através dos espectros gerados por meio da técnica de espectroscopia permite intensificar ainda mais a relação entre a constituição do espaço, e os elementos químicos abordados nas aulas referentes a tabela periódica.

Essas linhas espectrais são representadas nos denominados espectros solares, que são constituídos por linhas de absorção que se distribuem pela chamada faixa de espectro contínuo. Sendo assim, a medida em que parte dos fótons criados no núcleo da estrela na reação nuclear que consome o elemento combustível de suas camadas centrais, são absorvidos pelas diversas partículas que se encontram na fotosfera estelar. Assim, ao utilizar a técnica de espectroscopia, os astrônomos podem, a partir de espectros sintéticos dos elementos, detalhar as propriedades da estrela, bem como a sua composição e densidade, o que nos fornece informações visuais sobre o universo distante (Kepler; Saraiva, 2014).

Conforme a isso, a técnica de espectroscopia pode ser uma aliada importante na compreensão dos conteúdos da Química. E esse processo pode ser enriquecido ainda mais através da ampla utilização da contextualização com conceitos da Astronomia. Assim, a espectroscopia permite que os alunos observem como diferentes elementos emitem e absorvem luz em comprimentos de onda específicos, facilitando a identificação dos elementos presentes em estrelas e outros corpos celestes. Essa abordagem oferece uma compreensão prática e visual dos conceitos químicos, fortalecendo a conexão entre teoria e observação real do universo (Okumura *et al.*, 2004).

A técnica de espectroscopia possui vários subtipos, cada um destinado a um tipo específico de análise. A espectroscopia atômica, por exemplo, permite a

realização de experimentos simples para integrar essa técnica ao ensino de Química. Ao analisar amostras contendo cátions metálicos expostas a uma chama, é possível identificar a radiação emitida pelas espécies atômicas ou iônicas quando excitadas. Essa prática demonstra que, ao receberem energia da chama, os elementos geram espécies excitadas que, ao retornarem ao estado fundamental, liberam parte da energia na forma de radiação eletromagnética, com comprimentos de onda que são característicos para cada elemento químico (Okumura *et al.*, 2004).

Como apontam Silva e Moraes (2015), com a utilização da espectroscopia, aliada aos conceitos básicos da astronomia pode ser alcançada a efetivação da aprendizagem de qualidade de conceitos da disciplina de química. A exemplos é possível citar: a estrutura atômica – exploração da estrutura dos átomos e como os elétrons emitem e absorvem radiação, Tabela Periódica e Propriedades dos Elementos - Identificação de elementos e suas propriedades a partir de seus espectros característicos, Ligações Químicas e Energia - Estudo das interações entre átomos e a energia envolvida na formação de ligações, Quantificação e Análise Qualitativa - Uso da espectroscopia para determinar a concentração de substâncias e identificar compostos em amostras, Reações Químicas e Dinâmica - Observação das mudanças nas espectros ao longo de reações químicas e monitoramento de processos dinâmicos.

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho de conclusão de curso (TCC) foi elaborada com o objetivo de investigar as contribuições da inserção de elementos da Astronomia no ensino de Química, visando proporcionar uma abordagem mais significativa e contextualizada. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa com ênfase na aplicação de uma sequência didática e na revisão bibliográfica. Através de atividades como práticas experimentais, jogos didáticos e metodologias ativas, os alunos tiveram a oportunidade de aplicar conceitos químicos no contexto da observação de estrelas e outros corpos celestes. Essa metodologia busca demonstrar como a integração da Astronomia ao ensino de Química pode tornar o aprendizado mais relevante, envolvente e conectado às descobertas científicas atuais.

O estudo foi elaborado segundo as seguintes etapas:

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa básica, que se fundamenta em revisão bibliográfica de fontes teóricas relevantes. Caracteriza-se como descritiva, ao buscar compreender uma determinada realidade por meio da coleta e análise de dados qualitativos. Além disso, possui natureza exploratória, pois envolve o levantamento de informações bibliográficas e a aplicação de instrumentos como formulários e questionários, utilizados no tratamento e análise dos dados. Por fim, enquadra-se como pesquisa participante, tendo em vista a interação efetiva entre os sujeitos envolvidos e o pesquisador, o que favorece uma compreensão mais aprofundada do contexto estudado.

4.2 SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA

Esta proposta contou com a colaboração de alunos e professores de duas instituições de Ensino Médio, sendo uma da rede privada, localizada no município de Lajedo-PE, e outra da rede pública, situada no município de Jucati-PE. O objetivo central foi investigar o processo de ensino e aprendizagem relacionado à Tabela Periódica e aos elementos químicos, por meio da aplicação de exemplos práticos vinculados à abordagem didática adotada. Participaram da pesquisa estudantes de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio, totalizando 60 alunos — 40 pertencentes à escola pública e 20 à escola privada. No que diz respeito ao projeto de intervenção, a

sequência didática foi estruturada em seis aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

4.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi estruturada e embasada na proposta de contextualizar o ensino de Química por meio de conceitos astronômicos, sendo composta por seis aulas de 50 minutos cada. Ao longo dessas aulas, conformes os planejamentos descritos nos Quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6, foram incorporados diversos recursos com o intuito de tornar o processo de ensino mais dinâmico e envolvente, incluindo metodologias ativas, atividades experimentais e a utilização de um jogo didático, conforme a seguinte organização:

TEMA: Elementos Químicos

TÍTULO: Elementos Químicos: Origem, Classificação e Distribuição no Universo

OBJETIVO GERAL: Analisar a origem, classificação e distribuição dos elementos químicos

PÚBLICO ALVO: estudantes do primeiro ano do ensino médio

QUANTIDADE DE ENCONTROS: Seis

CONTEÚDOS ABORDADOS: formação e expansão do Universo, Efeito Doppler, composição química de galáxias, estágios de vida estelar, espectroscopia, tabela periódica, propriedades periódicas, nucleossíntese primordial, nucleossíntese estelar e nucleossíntese interestelar.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: O que é o Universo, como surgiu o Universo, o que são estrelas, funcionamento do estágio de vida estelar, o que é um elemento químico.

ABORDAGEM POR ENCONTRO:

Quadro 1 – Primeiro Encontro

Aula 1	
Conteúdo(s)	Elementos Químicos: Origem, Classificação e Distribuição no Universo
Objetivo(s)	Analisar a formação, expansão e constituição do Universo e associação dos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos em galáxias.

Metodologia	Serão feitas algumas perguntas prévias aos estudantes, como: o conceito de Universo, estrela e galáxias, por exemplo, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os astros que o compõem, seu processo de origem e sua composição. Durante a mesma aula, será exibido um vídeo que discute várias hipóteses sobre a origem do Cosmos, incluindo a teoria do Big Bang. Posteriormente, os alunos participarão de uma atividade prática projetada para auxiliar na compreensão do processo de expansão do Universo. Cada aluno receberá um balão, o qual deverá ser inflado gradualmente. O propósito dessa atividade será demonstrar a expansão do universo e o afastamento das galáxias, desde o surgimento do espaço sideral. Ao fim da aula, os alunos serão orientados para executar uma pesquisa em casa sobre a composição química das estrelas e o processo de fusão nuclear.
Recurso(s) Didático(s)	Material audiovisual sobre a origem do Universo e sua expansão, dicionários e bexigas, quadro branco, projetor, lápis de quadro.
Duração	50 minutos
Avaliação	A avaliação ocorrerá conforme desempenho dos estudantes nas contribuições e participações nas atividades, e a qualidade da pesquisa solicitada ao fim da aula.

Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Quadro 2 – Segundo Encontro

Aula 2	
Conteúdo(s)	Composição química e estágio de vida estelar
Objetivo(s)	Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo,

	• Compreender como acontece a formação dos elementos químicos nas estrelas; • Assimilar a relação entre a cor de estrelas com os elementos químicos que as compõem; • Analisar a formação de alguns elementos químicos em diferentes “estágios de vida” de uma estrela; • Compreender como a massa de uma estrela implica na variedade de elementos químicos formados.
Metodologia	Na aula, será solicitado que seja realizada a exposição dos resultados sobre a pesquisa executada pelos estudantes, conforme a composição química das estrelas e a fusão nuclear. Em seguida, será discutida a origem e a distribuição dos elementos químicos no Universo, destacando o papel das estrelas e seus estágios de vida, como a nucleossíntese e a formação de elementos em supernovas. Ao final, será aplicado um questionário sobre o nascimento e evolução estelar.
Recurso(s) Didático(s)	Projektor, notebook e lápis de quadro
Duração	50 minutos
Avaliação	A avaliação será conforme a qualidade (maior exploração dos conceitos abordados e a interpretação dos sujeitos frente aos fenômenos discutidos) das respostas obtidas no questionário respondido em casa, e também pela participação ao decorrer da exposição dos conceitos.

Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Quadro 3 – Terceiro Encontro

Aula 3	
Conteúdo(s)	Os elementos químicos e a tabela periódica
Objetivo(s)	• Compreender como aconteceu o surgimento dos elementos químicos no universo, o que é massa atômica e número atômico; • Estimular a curiosidade dos estudantes através da abordagem histórica de como ocorreu a

	formulação e organização dos principais modelos da tabela periódica e o modelo usual e sua organização, bem como a simbologia que representa cada elemento químico; • Familiarizar -se com classificação: metais, ametais e gases nobres; • Julgar problemas que envolvam as propriedades periódicas e aperiódicas.
Metodologia	A aula abordará a origem e distribuição dos elementos químicos no universo, introduzindo a tabela periódica com foco na perspectiva histórica e astronômica, explicando a organização proposta por Mendeleev em 1869. Serão discutidas as propriedades periódicas, metálicas e não metálicas, a lei da periodicidade e a nucleossíntese. Ao final, será aplicado um Quiz desenvolvido na plataforma Kahoot, que revisará tanto os conteúdos da aula quanto conceitos anteriores de astroquímica e cosmologia, ligando-os à origem e classificação dos elementos no universo.
Recurso(s) Didático(s)	Plataforma <i>Kahoot</i> , projetor, lápis e quadro branco
Duração	50 minutos
Avaliação	Os alunos serão avaliados segundo a pontuação obtida no Quiz elaborado na plataforma <i>Kahoot</i> .

Fonte: Produzida pela autora, 2024.

Quadro 4 – Quarto Encontro

Aula 4	
Conteúdo(s)	Propriedades dos Elementos Químicos
Objetivo(s)	Compreender e identificar os elementos químicos segundo as suas propriedades e características
Metodologia	Na quarta aula, os alunos serão divididos em dois grupos para jogar um jogo didático inspirado no famoso jogo “Quem sou eu?”. Cada grupo deverá deduzir os elementos

	químicos presentes nas cartas, com base em suas propriedades e características. O grupo vencedor ganhará um prêmio e pontos extras na média. O objetivo do jogo será reforçar o aprendizado sobre as propriedades periódicas dos elementos. Ao final, os alunos responderão um questionário para avaliar o impacto do jogo no aprendizado do conteúdo.
Recurso(s) Didático(s)	Jogo didático e ensino lúdico
Duração	50 minutos
Avaliação	Os alunos serão avaliados segundo a participação individual na atividade lúdica e conforme ao desempenho e colocação na dinâmica.

Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Quadro 5 – Quinto Encontro

Aula 5	
Conteúdo(s)	A relação da espectroscopia com a composição química das estrelas
Objetivo(s)	• Compreender a relação entre a espectroscopia com a investigação dos elementos químicos presentes nos corpos celestes; • Estimular o aprendizado dos conceitos abordados ao longo das aulas por meio da prática.
Metodologia	Os alunos construirão um espectroscópio caseiro com materiais simples e, após montá-lo, testarão o dispositivo para observar o espectro de luz. A atividade prática incentivará a investigação e o interesse pelo conteúdo. Em seguida, será abordada a relação entre espectroscopia e a análise da composição química de estrelas e outros corpos celestes, encerrando o estudo sobre elementos químicos e a tabela periódica.
Recurso(s) Didático(s)	Projeto, CD, estilete, caixas de papelão, tesoura, fita crepe, durex
Duração	50 Minutos

Avaliação	Os alunos serão avaliados conforme o engajamento na execução da atividade e na capacidade de correlação da prática com os conceitos que foram abordados ao longo das aulas.
-----------	---

Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Quadro 6 – Sexto Encontro

Aula 6	
Conteúdo(s)	Relação entre o Teste de Chama, Espectroscopia e Composição Química das Estrelas
Objetivo(s)	• Identificar a presença de diferentes íons metálicos através do teste de chama; • Compreender a relação entre as cores observadas e a composição química dos elementos.
Metodologia	Na última aula, os alunos aprenderão sobre o teste de chama, utilizado para identificar íons metálicos pela cor emitida ao serem aquecidos. A aula começará com 10 minutos de teoria, explicando o princípio do teste e sua relação com a espectroscopia e a composição das estrelas. Em seguida, os alunos, divididos em grupos, realizarão o experimento por 25 minutos, observando as cores emitidas por diferentes sais metálicos. A aula terminará com uma discussão coletiva sobre as cores observadas e suas implicações na identificação de elementos, encerrando com uma reflexão sobre as aplicações do teste.
Recurso(s) Didático(s)	• Amostras de sais metálicos (por exemplo, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de estrôncio, cloreto de cobre); • Bastões de madeira ou fios de platina/níquel; • Bico de Bunsen ou fogão; • Placa de cerâmica ou recipiente resistente ao calor
Duração	50 minutos

Avaliação	Aplicar um quiz ou questionário curto no final da aula ou na próxima, abordando os conceitos teóricos discutidos, como o funcionamento do teste de chama, a espectroscopia e a composição química das estrelas. Isso ajudará a avaliar a compreensão individual dos alunos sobre o conteúdo.
-----------	--

Fonte: Produzido pela autora, 2024.

4.4 INSTRUMENTO DE COLETAS DE DADOS

Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário eletrônico por meio do Google Forms, com o intuito de facilitar o acesso dos participantes, especialmente considerando a indisponibilidade de alguns para entrevistas presenciais. Essa estratégia permitiu alcançar um número maior e mais diversificado de respondentes, favorecendo uma análise mais ampla sobre os impactos e contribuições da proposta de intervenção na aprendizagem de Química. A análise baseou-se no discurso dos sujeitos, identificando os elementos mais recorrentes nas respostas e as contribuições apontadas pelos estudantes quanto à construção de saberes mais significativos a partir da sequência didática e dos recursos utilizados.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Teixeira (2003), a análise de dados consiste no processo de atribuir significados que vão além da simples compreensão imediata das informações coletadas. Trata-se de uma atividade complexa, que envolve aspectos subjetivos e abstratos, posicionando-se entre a descrição e a interpretação dos dados.

Considerando essas características, a pesquisa qualitativa assume um caráter interpretativo, no qual o pesquisador precisa estabelecer uma relação próxima com os participantes, buscando compreender sua cultura, atividades e comportamentos. Isso significa que a análise deve levar em conta o contexto social e individual dos sujeitos investigados (Creswell, 2007).

Nesse sentido, a interpretação dos dados desta pesquisa foi conduzida por meio da análise do discurso do sujeito, baseada nos relatos fornecidos pelos estudantes participantes. Essa abordagem permitiu compreender a experiência individual de cada aluno em relação à sequência didática aplicada, possibilitando,

assim, discutir e avaliar a eficácia da intervenção, além de identificar suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem da Química.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tópico apresenta os resultados e discussões de uma pesquisa com foco na contextualização do ensino da Química através de conceitos básicos da Astronomia, com o objetivo de facilitar a aprendizagem do conhecimento sobre os Elementos Químicos e a Tabela Periódica.

5.1 ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

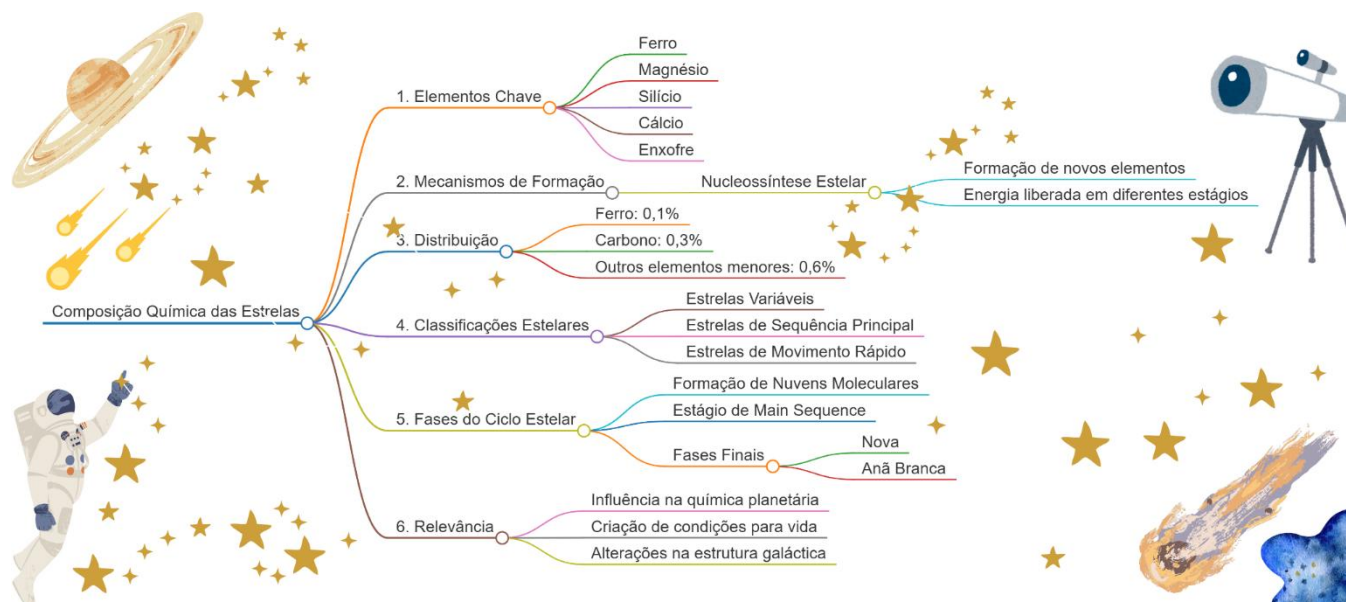
A sequência didática foi desenvolvida com base na contextualização de Química através de Conceitos Básicos da Astronomia, elaborada como alternativa para a efetivação da aprendizagem da Tabela Periódica e os Elementos Químicos. Desse modo, a sequência didática foi dividida em 6 aulas de 50 minutos. Foram incluídos alguns recursos como: Aulas expositivas, conteúdo audiovisual, Jogo didático, prática ativa e experimentação, para proporcionar dinamismo e interação dos estudantes no desenrolar das aulas. A aplicação se deu em duas instituições de ensino, uma da rede privada e a segunda da rede pública, em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio.

Na primeira aula foram realizadas algumas perguntas como: o conceito de Universo, estrela e galáxia, dentre outros. O objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os astros que o compõem, seu processo de origem e sua composição. Durante a mesma aula, foi exibido para discussão, um episódio da série norte-americana Cosmos, A série Cosmos é uma produção de divulgação científica que apresenta os mistérios do Universo de forma acessível e envolvente. O episódio reproduzido em aula discutia várias hipóteses sobre a origem do Universo, incluindo a teoria do Big Bang, e as suas limitações.

Posteriormente, os alunos participaram de uma atividade prática projetada para auxiliar na compreensão do processo de expansão do Universo. Dessa maneira, cada aluno recebeu um balão e o inflou gradualmente. O propósito dessa atividade foi explanar o processo de expansão do Universo, que como consequência tem levado as galáxias a se afastarem ao longo do tempo. Ao fim da aula, os alunos foram orientados para que executassem uma pesquisa em casa sobre a composição química das estrelas, para a confecção de mapas mentais que foram expostos na

escola. Abaixo, na Figura 2 e na Figura 3, são apresentados alguns dos mapas mentais produzidos pelos estudantes 1 e 2, durante a atividade de casa solicitada.

Figura 2 – Mapa Mental produzido na atividade pelo Estudante 1.



Fonte: Produzido por um aluno, 2025.

O mapa mental do Estudante 1 oferece uma análise mais profunda sobre a composição química das estrelas, o que indica que o aluno apresentou maior interesse sobre o tema. Ao incluir mais informações, ele explora não apenas os elementos principais presentes nas estrelas, mas também os processos que envolvem esses elementos, o que demonstra um entendimento de como esses elementos são formados e interagem no contexto estelar.

Figura 3 – Mapa Mental Produzido pelo Estudante 2.



Fonte: Autoria do aluno, 2025.

Este mapa foca em fornecer os elementos químicos essenciais, que compõem a maior parte das estrelas, como o hidrogênio e o hélio, sem entrar em muitas complexidades. Essa abordagem é útil, especialmente para estudantes que estão começando a estudar o tema e precisam entender o quadro geral antes de explorar os detalhes.

A escolha de incluir apenas os principais elementos torna o mapa mental mais direto e fácil de entender, o que é essencial para a fixação de conceitos básicos, como a predominância de hidrogênio e hélio nas estrelas. Ao destacar apenas os elementos essenciais, o aluno consegue sintetizar a informação de maneira eficiente, sem sobrecarregar o mapa com detalhes excessivos. Esse formato pode ser útil como um guia inicial para revisão.

Posteriormente, na segunda aula, os alunos apresentaram os resultados sobre a composição química das estrelas. Dentro outros conceitos, a explicação abordou como o desvio para o vermelho ou azul da luz das galáxias é usado para medir sua velocidade radial em relação à Terra. Em seguida, foi discutida a origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, destacando o papel das estrelas e seus estágios de vida, como a nucleossíntese e a formação de elementos em supernovas. A coloração das estrelas, relacionada à sua composição química, também foi um conceito explorado. Ao final, os alunos responderam a um questionário sobre o

nascimento e evolução estelar, relacionado a composição química das estrelas, o qual é melhor detalhado no Quadro 7.

Quadro 7 – Questionário que foi respondido pelos alunos.

1. Qual é o principal elemento químico presente nas estrelas recém-formadas?
2. O que ocorre durante o processo de fusão nuclear no núcleo das estrelas?
3. Durante o nascimento de uma estrela, o que acontece com as nuvens de gás e poeira?
4. Qual elemento químico é o produto primário da fusão do hidrogênio nas estrelas da sequência principal?
5. Em estrelas de maior massa, quais elementos são formados à medida que o processo de fusão avança?
6. O que ocorre quando o núcleo de uma estrela massiva começa a acumular ferro?
7. Como os elementos pesados, como carbono e oxigênio, são formados nas estrelas?
8. Qual é a principal diferença na composição química entre estrelas jovens e estrelas mais velhas?
9. Como o estudo das linhas espectrais das estrelas ajuda a entender sua composição química?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Nesta aula foram utilizados recursos de projeção, na qual utilizou-se uma apresentação de slides desenvolvida no programa PowerPoint® sobre a Distribuição dos Elementos Químicos no Universo e sua classificação. Como apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Apresentação de slides usada na aula



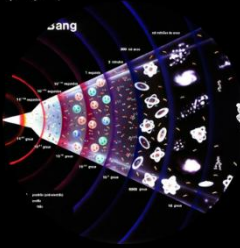
Classificação e distribuição dos elementos químicos no Universo

- De acordo com algumas propriedades, podemos classificar os elementos químicos em metais, não metais, gases nobres e hidrogênio.



Teoria do Big Bang

- As galáxias se aproximam cada vez mais umas das outras e o Universo fica cada vez menor, justamente nesse ponto que o Universo teve origem.
- Lemaître lançou a ideia de que o Universo nasceu de uma explosão em um tempo distante no passado e que, desde então, continua se expandindo.



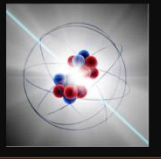
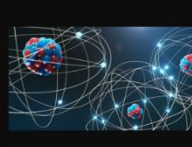
Do que somos Feitos?

Nós somos feitos de poeira de estrelas.



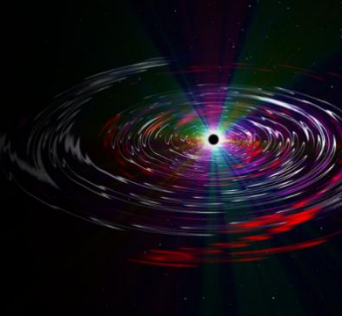
Reações nucleares

- Atualmente, acredita-se que os átomos dos diferentes elementos químicos tenham sido formados a partir de átomos de hidrogênio.
- Reações nucleares entre átomos menores produzem outros mais complexos, cujos núcleos atômicos são maiores. Ou seja, nesse processo, são formados outros elementos químicos.
- Assim surgiram as estrelas e os planetas, como a Terra. Todos possíveis graças à combinação das partículas

O big Bang

- Há cerca de 15 bilhões de anos teria ocorrido uma grande concentração de matéria, sob temperatura e densidade extraordinariamente elevadas.
- composição química homogênea do Universo



Um universo em expansão

- O golpe mortal na crença de um Universo imóvel foi desferido pelo famoso astrônomo inglês Edwin Hubble
- Ao observar o céu pelo telescópio, ele descobriu que as nebulosas eram, na verdade, grandes aglomerados de estrelas, semelhantes à nossa Via Láctea. Por isso, esses aglomerados ficaram conhecidos como galáxias.



Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Na terceira aula, abordou-se a origem e distribuição dos elementos químicos no universo, introduzindo a tabela periódica, com foco na perspectiva histórica e astronômica, explicando a organização proposta por Mendeleev em 1869. Foram discutidas as propriedades periódicas, metálicas e não metálicas, a lei da periodicidade e a nucleossíntese. Ao final, os alunos realizaram um questionário em modo competição, que revisou tanto os conteúdos da aula quanto conceitos anteriores de astroquímica e cosmologia, ligando-os à origem e classificação dos elementos no universo. No Quadro 8, são apresentadas as perguntas contidas no questionário desenvolvido na plataforma *Kahoot*.

Quadro 8 – Questões do jogo na plataforma Kahoot.

1. Qual é a origem dos elementos químicos no universo e como os diferentes processos astronômicos, como as explosões de supernovas, contribuem para sua formação?
 - a) Eles são formados apenas em estrelas de alta massa.
 - b) São formados principalmente nas explosões de supernovas e nas fusões nucleares no interior das estrelas.
 - c) Eles surgem de reações químicas ocorrendo apenas na Terra.
 - d) A origem dos elementos químicos é desconhecida e sem relação com eventos astronômicos.
2. Como a nucleossíntese estelar, que ocorre no interior das estrelas, está relacionada à formação dos elementos químicos que compõem o universo?
 - a) Ela cria apenas elementos leves, como o hidrogênio e o hélio.
 - b) Ela cria todos os elementos do universo, desde os mais leves até os mais pesados, dentro das estrelas.
 - c) Ela ocorre apenas nas estrelas mais velhas, criando elementos pesados como ouro e platina.
 - d) A nucleossíntese estelar não tem impacto na formação dos elementos químicos.
3. De que maneira a observação das estrelas e de fenômenos astronômicos contribuiu para o entendimento da distribuição dos elementos químicos no cosmos?
 - a) A observação espectroscópica das estrelas permite identificar a composição química das estrelas e outros corpos celestes.
 - b) As observações astronômicas não são capazes de fornecer informações sobre a composição química do universo.
 - c) Apenas a análise de meteoritos pode revelar a composição química das estrelas.
 - d) A observação astronômica serve apenas para estudar a localização dos corpos celestes, não sua composição química.
4. Quem foi Dmitri Mendeleev e qual a importância da sua proposta para a organização dos elementos químicos na Tabela Periódica?

- a) Mendeleev foi um astrônomo que descobriu os elementos no espaço.
- b) Mendeleev foi um físico que desenvolveu a teoria da evolução estelar.
- c) Mendeleev foi um químico que organizou os elementos químicos de acordo com suas propriedades e massas atômicas.
- d) Mendeleev não teve importância no estudo dos elementos químicos, sendo apenas um químico secundário.

5. Como Mendeleev organizou os elementos químicos na sua Tabela Periódica e qual foi o princípio fundamental que ele usou para agrupar os elementos?

- a) Ele organizou os elementos apenas por ordem alfabética.
- b) Ele organizou os elementos por suas cores e tamanhos.
- c) Ele organizou os elementos de acordo com suas propriedades químicas e massas atômicas.
- d) Ele organizou os elementos de forma aleatória.

6. Como a Tabela Periódica de Mendeleev ajudou a prever a existência de novos elementos, como o germânio, antes de serem descobertos experimentalmente?

- a) Mendeleev previu novos elementos com base em cálculos matemáticos complexos.
- b) Ele usou a regularidade na Tabela para prever as propriedades de elementos que ainda não haviam sido descobertos.
- c) Mendeleev não previu nenhum elemento, apenas organizou os já conhecidos.
- d) Ele apenas fez previsões sobre elementos radioativos, sem foco nos demais.

7. Quais descobertas astronômicas, como a análise espectroscópica das estrelas, ajudaram a confirmar a teoria de Mendeleev sobre a organização dos elementos químicos?

- a) A análise espectroscópica revelou a presença de elementos químicos, confirmando a ideia de Mendeleev sobre a periodicidade dos elementos.
- b) As descobertas astronômicas provaram que a Tabela Periódica estava errada, invalidando Mendeleev.

c) A espectroscopia ajudou a identificar os planetas no sistema solar, mas não teve relação com a Tabela Periódica.

d) As descobertas astronômicas não têm nenhuma relação com a organização proposta por Mendeleev.

8. Como a distribuição dos elementos químicos no universo pode ser correlacionada com as propriedades da Tabela Periódica, como a classificação em grupos e períodos?

a) Os elementos estão distribuídos de forma aleatória no universo, sem relação com suas propriedades periódicas.

b) A Tabela Periódica pode ser usada para prever a abundância dos elementos no universo com base em suas propriedades e comportamentos.

c) A Tabela Periódica apenas organiza os elementos de forma abstrata, sem relação com sua distribuição no universo.

d) A distribuição dos elementos no universo segue a mesma ordem da Tabela Periódica, sem exceções.

9. Quais são as principais diferenças entre os elementos mais abundantes no universo, como hidrogênio e hélio, e os elementos mais pesados, encontrados principalmente na Terra?

a) Os elementos mais abundantes no universo são sempre os mais pesados, como o ouro.

b) Hidrogênio e hélio são os mais abundantes no universo, enquanto os elementos mais pesados são formados em processos como supernovas.

c) Os elementos mais pesados são os mais abundantes no universo, enquanto hidrogênio e hélio são encontrados em menor quantidade.

d) A distribuição dos elementos no universo é igual, sem diferenças de abundância.

10. Como a teoria moderna de nucleossíntese no Big Bang e a evolução das estrelas complementam a visão histórica de Mendeleev sobre a formação e distribuição dos elementos químicos no universo?

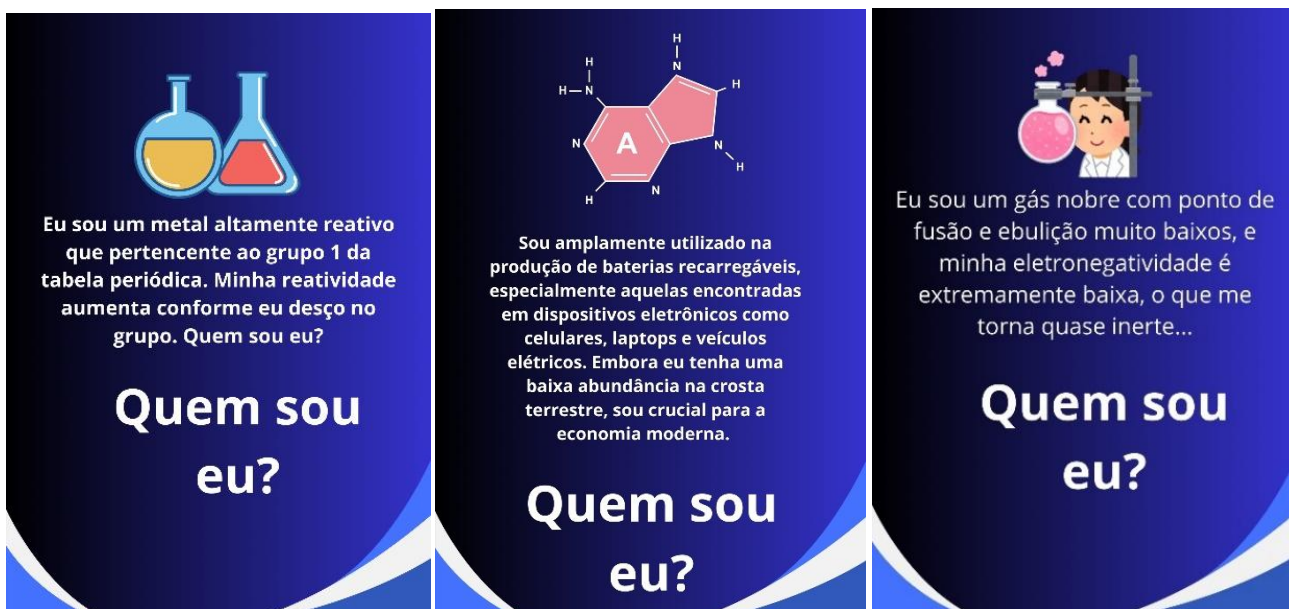
a) A nucleossíntese no Big Bang e a evolução das estrelas não têm relação com a Tabela Periódica de Mendeleev.

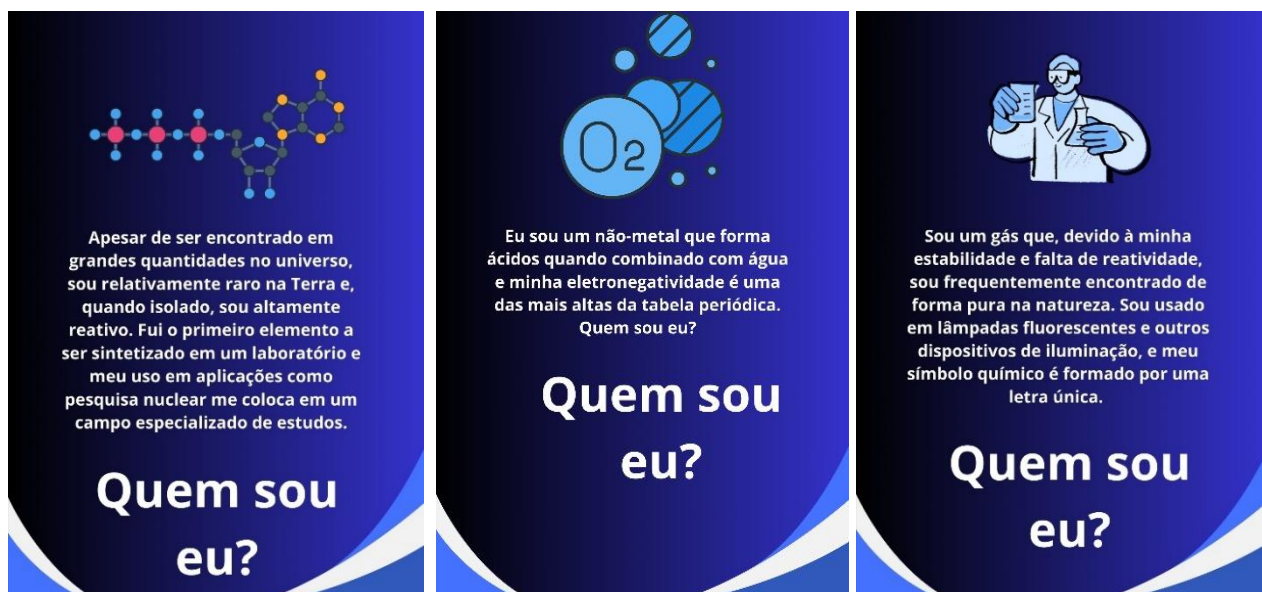
- b) A nucleossíntese no Big Bang ajudou a formar os primeiros elementos, enquanto as estrelas formam elementos mais pesados, o que complementa a visão de Mendeleev sobre a periodicidade.
- c) A teoria moderna invalida as ideias de Mendeleev sobre a organização dos elementos, afirmando que a Tabela Periódica está errada.
- d) A teoria de nucleossíntese e a evolução estelar explicam a distribuição dos elementos apenas no sistema solar, não no universo.

Fonte: Criado pela autora, 2025.

Posteriormente, na quarta aula, os alunos foram divididos em dois grupos para jogar um jogo didático inspirado no famoso jogo “Quem sou eu?”, onde cada grupo deveria deduzir os elementos químicos contidos nas cartas, tomando como base as suas propriedades e características. O grupo vencedor ganhou um prêmio e pontos extras na média. O objetivo do jogo, criado através de recursos do Canva, foi reforçar o aprendizado sobre as propriedades periódicas dos elementos, como apresentadas na Figura 5, em algumas cartas confeccionadas para o jogo.

Figura 5 – Cartas do Jogo Didático desenvolvido



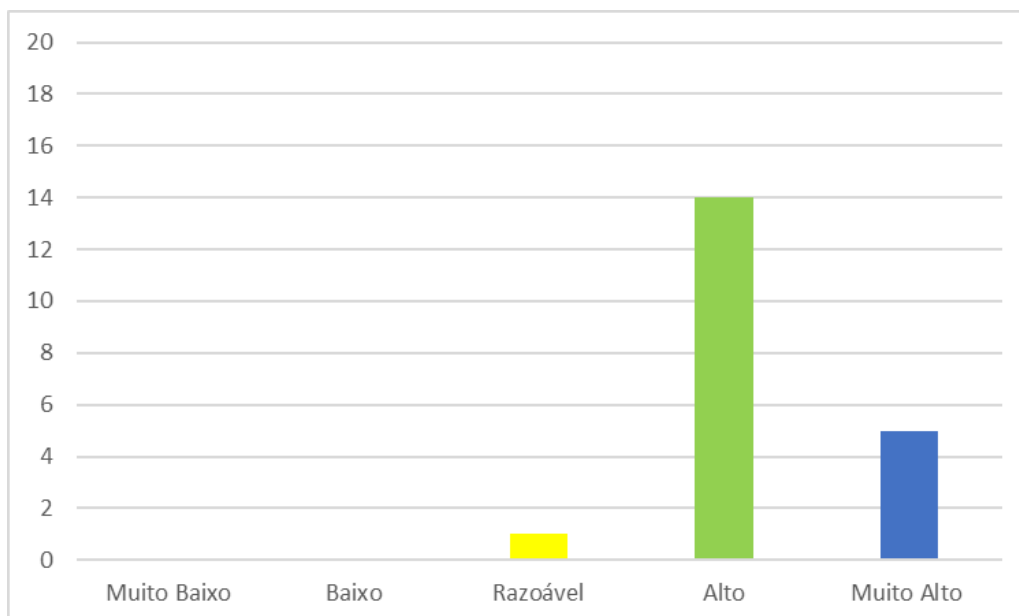


Fonte: Produzido pela autora, 2024.

Ao final, os alunos responderam a um questionário com 5 questões, que foi entregue ainda na aula para avaliar o impacto do jogo no aprendizado do conteúdo.

A pergunta 1 questionava “Como o jogo didático ajudou você a entender a organização dos elementos na tabela periódica e as suas propriedades?”. Neste caso, buscou-se investigar as contribuições de uma ferramenta lúdica na efetivação da aprendizagem conforme as propriedades dos elementos. Na Figura 6, são mostradas as respostas de 20 estudantes que responderam ao questionário.

Figura 6 – Gráfico referente a Pergunta 1.



Fonte: Criado pela autora, 2025.

Na pergunta 2, foi questionado “De que maneira o jogo didático contextualizado com elementos da Astronomia contribuiu para o seu entendimento sobre as propriedades periódicas dos elementos (como eletronegatividade, raio atômico, etc.)?”. Nesse caso, buscou-se investigar se o jogo didático aplicado contribuiu para a aprendizagem das propriedades periódicas. Dentre as respostas obtidas foram selecionadas as de 3 estudantes dos 20 selecionados para a análise dos dados.

Estudante 1: Com o jogo, estudar as propriedades dos elementos se tornou muito mais divertido e interessante. Além disso, ele foi útil para revisar os conceitos que aprendemos sobre astroquímica nas aulas anteriores.

Estudante 2: Eu já estava gostando de aprender sobre a tabela periódica com a inclusão da Astronomia, foi muito divertido explorar o Universo e a origem da vida. Com esse jogo, percebi que a Química não é tão complexa quanto sempre ouvi dizer.

Estudante 3: O jogo me ajudou a estudar e revisar os conteúdos de uma forma mais leve e lúdica, quebrando bastante da monotonia que as aulas de Química costumavam ter quando eram apenas faladas.

Com base nos relatos detalhados acima, pode-se afirmar que houve uma considerável contribuição do jogo didático para o aprimoramento da aprendizagem das propriedades dos constituintes químicos. A resposta do Estudante 1, por exemplo, demonstra um aumento no interesse e engajamento com o conteúdo ao utilizar o jogo como ferramenta de aprendizado. O aluno destaca que, além de tornar o estudo das propriedades dos elementos mais divertido e interessante, o jogo também funcionou como uma revisão eficaz dos conceitos de astroquímica abordados anteriormente. A percepção de que o jogo facilitou a revisão indica que a ferramenta foi essencial na consolidação do conhecimento de forma ativa e envolvente. O estudante se mostra mais receptivo e engajado no processo de aprendizagem, já que o formato lúdico promove uma abordagem dinâmica e interativa do conteúdo.

Os jogos didáticos oportunizam aos alunos uma forma de aprendizagem que utiliza o lúdico e proporciona a partilha de saberes, além de estimular a socialização entre os indivíduos. De acordo com Filho e Schröter (2004), esse recurso didático amplia os horizontes conceituais, desperta a percepção e a criticidade. Aponta ainda, a capacidade que essa ferramenta possui em desenvolver o potencial criativo e em aperfeiçoar habilidades individuais. Dessa forma, os jogos didáticos devem ser

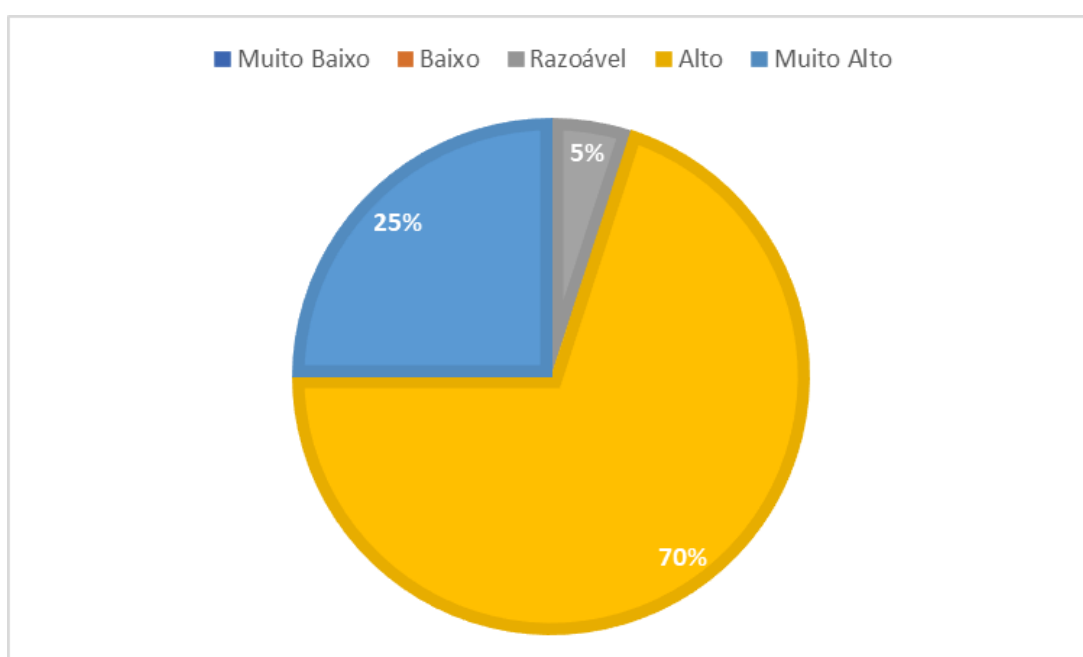
amplamente utilizados como estratégias metodológicas para dinamizar e auxiliar na efetivação da aprendizagem de conteúdos, essencialmente, àqueles que demandam ainda mais a utilização de metodologias aprimoradas.

De maneira geral, as três respostas demonstram uma mudança positiva na percepção dos alunos sobre a Química e suas abordagens tradicionais. O uso de jogos como ferramenta didática tem um impacto significativo no engajamento, na motivação e na simplificação de conceitos complexos. As respostas também destacam como a integração da Astronomia e da Química, por meio de uma abordagem interdisciplinar, pode tornar o aprendizado mais relevante e interessante para os estudantes.

Adicionalmente, observa-se um possível aumento na confiança dos alunos ao lidarem com conteúdos antes considerados difíceis, além de uma maior disposição para aprender. Portanto, pode-se concluir que esse tipo de metodologia tem o potencial de transformar o ensino de Química, tornando-o mais atrativo e eficaz.

A pergunta 3 questionou “Você percebeu uma melhoria no seu desempenho ao identificar os elementos químicos e suas propriedades em avaliações e atividades após jogar o jogo didático?”. Neste caso, buscava-se investigar o impacto do jogo no desempenho dos discentes na execução das atividades e avaliações. As respostas são apresentadas na Figura 7.

Figura 7 – Gráfico referente à pergunta 3.



Fonte: Criado pela autora, 2025.

A partir dos dados apresentados na Figura 7, observa-se que, 70% dos discentes que responderam ao questionário apresentaram alta melhora no desempenho de suas atividades e avaliações, enquanto outros 25% apresentaram melhora muito alta, após a aplicação do jogo didático. Esses resultados revelam a eficácia do jogo na promoção de uma aprendizagem mais envolvente e dinâmica, substituindo a monotonia dos métodos tradicionais e extinguindo a percepção de aulas de Química exclusivamente unilaterais e teóricas.

Na questão 4 foi perguntado “De que modo o jogo ajudou a reforçar o conceito de famílias e períodos da tabela periódica e suas características?”. Neste cenário, buscou-se identificar se o jogo cumpriu sua principal finalidade, que se tratava do estudo, revisão e esclarecimentos das características dos elementos químicos. Dessa forma, foram escolhidas as respostas de 2 discentes para a análise e discussão.

Estudante 1: O jogo ajudou bastante a reforçar o conceito de famílias e períodos da tabela periódica, pois, ao interagir com os elementos de maneira lúdica, pude perceber de forma mais clara como os elementos se organizam e suas propriedades características. As questões do jogo foram apresentadas de forma que, ao associar os elementos às suas famílias e períodos, ficou mais fácil entender como as propriedades, como eletronegatividade e raio atômico, variam dentro de cada grupo. A experiência foi mais visual e prática, o que facilitou a memorização e a compreensão das tendências e comportamentos dos elementos na tabela.

Estudante 2: O jogo proporcionou uma forma mais dinâmica de ver as relações entre os elementos, facilitando a compreensão das tendências periódicas e tornando o aprendizado mais envolvente e menos teórico.

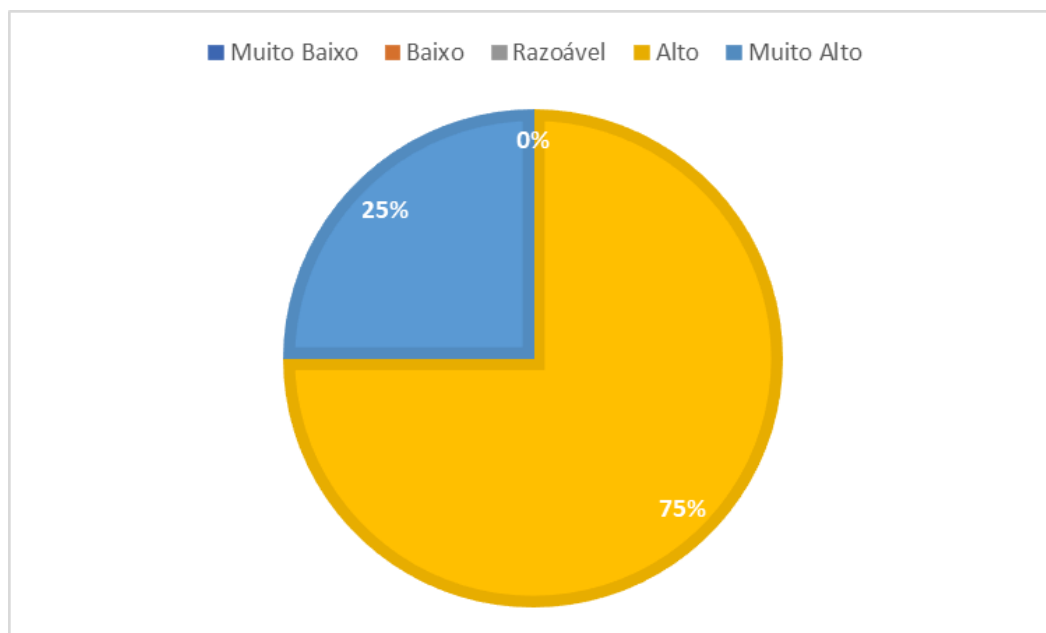
Conforme esses dois relatos, é possível perceber a percepção positiva sobre o impacto do jogo no reforço do conceito de famílias e períodos da tabela periódica, mas com ênfases diferentes, o que proporciona uma visão mais rica sobre o efeito do jogo na aprendizagem dos alunos, e uma análise mais ampla sobre as contribuições do jogo perante a efetivação da aprendizagem dos conteúdos citados.

Com base nos aspectos analisados, pode-se concluir que a estratégia didática adotada contribuiu de maneira significativa para tornar o aprendizado de Química mais dinâmico e interativo, facilitando a compreensão dos conceitos de famílias e períodos da tabela periódica. Ambas as respostas reconhecem que o jogo reforçou o

entendimento dos alunos, destacando a interatividade e a aplicação prática do conteúdo. A principal diferença entre as respostas é que a primeira foca na visualização e aprendizado das propriedades dos elementos, enquanto a segunda enfatiza a associação ativa dos conceitos às suas características, tornando o aprendizado mais prático e engajador. Ambas as abordagens evidenciam como o jogo pode tornar o aprendizado mais acessível e motivador para os estudantes, atuando como uma aliada importante na construção de conhecimentos significativos.

A pergunta 5 questionou, “após jogar o jogo didático, como você classificaria a sua motivação e interesse por estudar química, especialmente a tabela periódica e os elementos químicos?”. Assim, o objetivo dessa questão tratava-se da investigação da percepção dos estudantes quanto à disciplina após a aplicação do jogo didático. Os resultados obtidos são detalhados na Figura 8.

Figura 8 – Gráfico referente à pergunta 5.



Fonte: Criado pela autora, 2025.

O gráfico evidencia o aumento do interesse dos alunos pela disciplina de Química após a implementação do jogo didático como uma ferramenta de ensino, destacando a eficácia da introdução de uma estratégia alternativa nas aulas para a dinamização do aprendizado dos conteúdos.

Dando continuidade nas atividades previstas, na quinta aula, os alunos construíram um espectroscópio caseiro, através de materiais simples (CD, estilete,

caixas de papelão, tesoura, fita crepe e durex) e, após montá-lo, testaram o dispositivo para observar o espectro de luz de uma lâmpada, aproveitando-se esse momento também para a discussão de como identificar elementos químicos a partir da coloração observada. Nesse contexto foi explorado também a relação entre a coloração de uma estrela com os seus constituintes químicos presentes.

A atividade prática incentivou, principalmente, a investigação e o interesse pelo conteúdo. Ao fim da atividade os alunos responderam a um pequeno questionário, sobre os conceitos estudados, dentre elas, uma das perguntas buscou coletar a opinião dos discentes sobre as contribuições da prática ativa realizada.

Na pergunta 1 questionou-se, “A construção do espectroscópio facilitou a sua compreensão sobre a relação da coloração (espectro de luz) com a presença dos elementos químicos?”. Nesse cenário, buscou-se identificar os benefícios de uma prática ativa na concretização da aprendizagem dos conceitos estudados. Para isso, foram escolhidas 2 respostas para discussão e análise deste tópico.

Estudante 1: Sim, a construção do espectroscópio me ajudou bastante a compreender como a coloração da luz está diretamente relacionada à presença de diferentes elementos químicos. Ao estudar como diferentes fontes de luz geravam espectros distintos, consegui perceber de forma mais clara como cada elemento emite luz em comprimentos de onda específicos. Isso me ajudou a entender a teoria por trás da emissão e absorção de luz pelos elementos, facilitando a conexão entre a composição química de uma estrela e suas propriedades principais.

Estudante 2: Essa prática me ajudou a visualizar como os elementos químicos interagem com a luz e como isso pode ser utilizado para identificar substâncias, facilitando a obtenção dos dados de corpos celestes distantes, por exemplo.

De acordo com as respostas mencionadas, há o indicativo de que a construção do espectroscópio contribuiu de forma significativa para a compreensão dos alunos sobre a relação entre a coloração (espectro de luz) e a presença dos elementos químicos, e principalmente, conectando a teoria à prática.

A aula apresentada explorou o incentivo a utilização de práticas ativas para dinamizar o ensino-aprendizagem. Conforme Bell e Kahrhoff (2006), a aprendizagem ativa tem como principal característica a inserção de situações ou atividades, nas quais o discente atua como protagonista do seu processo de aprendizagem. Ou seja, que acontece conforme a interação do sujeito com o meio.

Dessa maneira, as metodologias ativas podem ser consideradas recursos didáticos, capazes de criar oportunidades para a realização de atividades que auxiliam na concretização de relações de conteúdo com o contexto, propiciando aulas mais envolventes e discentes mais engajados nas atividades da disciplina. (Valente; Almeida; Geraldini, 2016).

Posteriormente, na sexta e última aula, os alunos aprenderam sobre o teste de chama, utilizado para identificar íons metálicos pela cor emitida ao serem aquecidos. A aula começou com 10 minutos de teoria, explicando o princípio do teste e sua relação com a espectroscopia e a composição das estrelas. Em seguida, os alunos, divididos em grupos, realizaram o experimento por 25 minutos, observando as cores emitidas por diferentes sais metálicos. A aula se encerrou com uma discussão coletiva sobre as cores observadas e suas implicações na identificação de elementos, encerrando com uma reflexão sobre as aplicações do teste.

Para investigação das contribuições dessa aula experimental, foi perguntado “Através dessa aula experimental, você conseguiu compreender a conexão entre teoria e prática, e correlaciona-la ao que foi estudado durante as aulas anteriores conforme a contextualização do ensino através de elementos advindos da Astronomia? Detalhe a sua experiência.”. Neste caso, o objetivo foi medir o impacto significativo da prática com o impacto total da sequência didática. Para isso foram escolhidas 3 respostas dos alunos participantes na pesquisa para análise e discussão.

Estudante 1: Sim, a atividade do teste de chama foi fundamental para entender a conexão entre a teoria e a prática, principalmente ao observar como diferentes elementos emitem cores específicas quando aquecidos. Na teoria, discutimos como os elementos químicos têm espectros de emissão únicos, e a atividade prática reforçou esse conceito, mostrando como as cores da chama estão relacionadas aos átomos e moléculas desses elementos. Além disso, ao conectar o teste de chama com a Astronomia, consegui compreender melhor como cientistas utilizam a emissão de luz para identificar os elementos químicos presentes nas estrelas e em outros corpos celestes, como vimos nas aulas anteriores.

Estudante 2: Ao realizar o teste de chama, pude observar diretamente como cada elemento gera uma cor única, o que facilitou a compreensão dos conceitos de espectroscopia e espectros de emissão. Relacionando isso com a Astronomia, consegui perceber como essa técnica é utilizada para estudar a composição química

de estrelas e outros astros, o que fortaleceu meu entendimento sobre a aplicação prática dos conceitos químicos no estudo do universo.

Estudante 3: Nas aulas anteriores, aprendemos sobre as propriedades dos elementos e como elas influenciam a luz que eles emitem. Ao ver as cores geradas pelo aquecimento de diferentes substâncias, pude visualizar de forma concreta como a teoria se aplica na prática. Além disso, ao conectar a atividade com a Astronomia, compreendi melhor como os cientistas utilizam esses espectros de emissão para analisar a composição química de estrelas e planetas, o que tornou o conteúdo mais relevante e interessante.

A partir dos relatos detalhados, é notório que as respostas fornecem uma visão positiva sobre como a atividade do teste de chama contribuiu para a compreensão da conexão entre teoria e prática, além de destacar a relevância dessa experiência no contexto da Astronomia. Cada resposta traz um foco específico, mas todas concordam quanto ao impacto da atividade na consolidação de conceitos e na aplicação prática dos mesmos.

O uso da experimentação nas aulas de Química, conforme o que Machado e Mól (2008) apontam, auxilia na consolidação do conhecimento e no desenvolvimento cognitivo. O contato com situações cotidianas é imprescindível para a compreensão e correlação dos conteúdos abordados na disciplina. Contribuições estas, que puderam ser verificadas com êxitos através das respostas apresentadas e discutidas acima.

5.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

De acordo com Lima e Leite (2012), no ensino de Química na educação básica, é comum que os conteúdos sejam abordados de forma conteudista, com ênfase na simples transmissão e memorização. Como resultado, a disciplina continua sendo percebida pelos estudantes como complexa e desinteressante. Os baixos índices observados nos últimos anos no ensino dos conceitos químicos são, em grande parte, frutos da globalização intensa e dos avanços tecnológicos, os quais o ensino da disciplina não conseguiu acompanhar. (Leite, 2013).

Com o novo cenário educacional novas maneiras de ensino tiveram que ser pensadas, e novas alternativas puderam ser debatidas e executadas, com o intuito de tornar a aprendizagem mais significativa e atrativa. Dessa forma, diversos autores enxergam o potencial que a Astronomia possui de se inserir no ensino de qualquer

área do ensino, especialmente da Química, para conceitos como a origem dos elementos químicos, sua classificação e caracterização, por exemplo (Soler; Leite, 2012).

Conforme a isto, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (Brasil, 1999) e a Base Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), é imprescindível que os docentes tornem as suas práticas docentes mais dinâmicas e atrativas para seus alunos. Por isso, novas reformulações do ensino dos conceitos químicos devem ser realizadas, para que assim, seja alcançada a superação do ensino excessivamente verbalizado e tradicional que pouco satisfaz a aprendizagem dos conteúdos, e ainda gera uma memorização a curto prazo com o simples objetivo de obtenção de notas para passar de ano. Bernardes et al. (2010), apontam que tal superação pode ser alcançada por meio do ensino interdisciplinar, haja vista a grande relação dos conteúdos curriculares da Química facilmente se relacionarem com conceitos astronômicos.

Atribuir significado e relevância ao ensino de Química é uma tarefa desafiadora. Nesse sentido, entende-se que a abordagem mais eficaz envolve a integração dos conteúdos ao cotidiano dos alunos. Silva e Moreira (2010) destacam que, ao serem ensinados de forma dinâmica e conectados ao conhecimento cotidiano, os conceitos científicos permitem ao estudante uma compreensão mais clara e precisa dos fenômenos, aproximando-o dos princípios científicos. Isso, por sua vez, contribui para o seu desenvolvimento crítico e para a formação de um cidadão mais consciente e engajado.

A Química oferece diversas abordagens para tornar o ensino mais dinâmico, como a contextualização e a integração com outras áreas do conhecimento, no entanto, é evidente o baixo número de pesquisas sobre a inserção da Astronomia como estratégia metodológica do ensino da disciplina. Por ser uma área muito abrangente, a Astronomia possui áreas como a Cosmologia, a Astrofísica e a Astroquímica, o que possibilita diversos caminhos para o ensino de conceitos químicos. Por isso, essa temática foi escolhida, com uma abordagem acessível para alunos da Educação Básica de Ensino. Com o intuito principal de analisar os benefícios da inserção de conceitos astronômicos para a efetivação do ensino-aprendizagem dos conteúdos – Elementos Químicos e a Tabela Periódica.

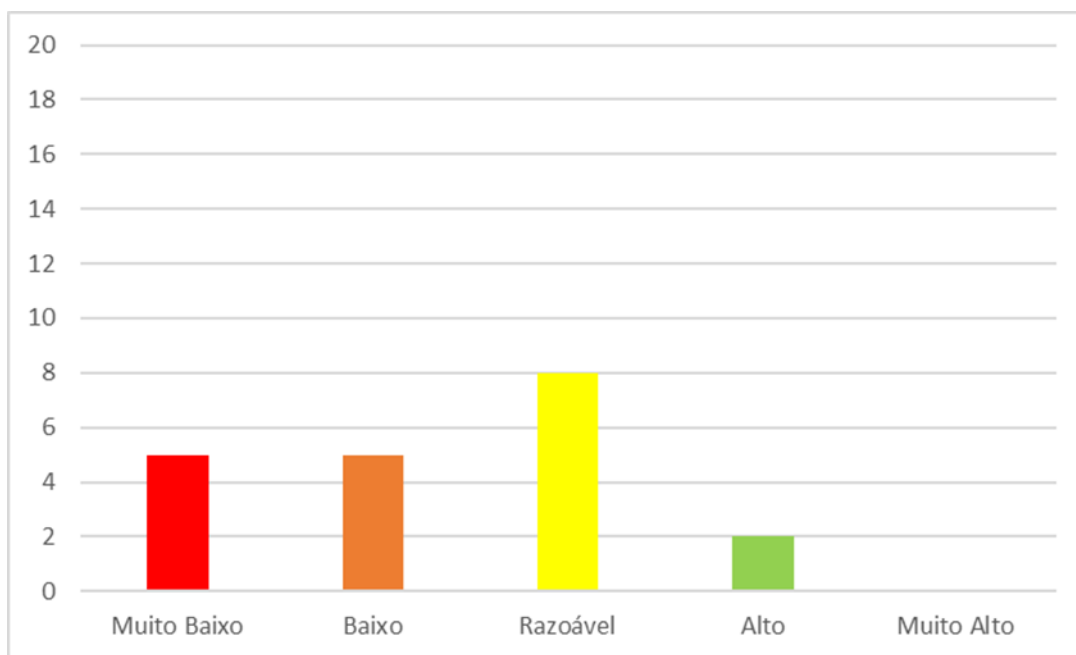
A partir disso, o presente trabalho investigou as contribuições da Astronomia para o ensino contextualizado da Química. Para realizar essa investigação foi aplicada

uma sequência didática, dividida em 6 momentos, cada um organizado de forma a incluir sempre a Astronomia como ferramenta de contextualização com o objetivo de atrair o interesse e provocar a construção de saberes mais reflexivos. Dessa forma, as aulas envolveram além da contextualização, a interdisciplinaridade, um jogo didático, uma prática experimental, questionário na plataforma Kahoot, prática ativa e momentos em que os alunos interagiam nas aulas e respondiam pequenas atividades para a exercitar o que haviam aprendido.

Para verificar e analisar as contribuições da Astronomia no que se refere ao ensino da Química, foram selecionadas duas turmas do 1º ano do Ensino Médio, uma da rede pública e outra da rede privada de ensino, em Lajedo-PE, no ano de 2024. Posteriormente, um questionário foi estruturado pela autora dessa pesquisa, constituído por questionamentos que serão discutidos nesta sessão. Que considerando o número de respostas, dos alunos que participaram da aplicação da sequência didática, 20 foram selecionados no trato da análise dos dados, 10 alunos da rede pública e 10 alunos da rede privada.

A primeira pergunta foi “Qual era o seu interesse em Química antes da contextualização através dos conceitos básicos da Astronomia?”, esta buscou verificar o nível de interesse desses alunos quanto à Química, como apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Gráfico referente à pergunta 1.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A partir do gráfico apresentado, verifica-se que pelo menos 40% dos estudantes apresentaram um interesse razoável quanto a disciplina de Química. Moran (2007), aponta que aulas somente expositivas e tradicionais se tornaram ineficientes, haja vista a geração de insatisfação, desinteresse e desmotivação tanto de quem aprende, quanto de quem ensina. Assim, é essencial o investimento cada vez mais intenso em metodologias alternativas e mais atuais, que atendam ao perfil atual dos estudantes.

Desse modo, a inserção da contextualização, jogos didáticos, recursos audiovisuais, práticas experimentais, práticas ativas, dentre outras, pode ser a chave para a promoção de um ensino de maior qualidade, promovendo o interesse, engajamento e motivação por parte dos discentes.

A pergunta 2 questionou “Como relacionar a formação dos elementos químicos com processos astronômicos (como a fusão estelar) ajudou a entender melhor a origem dos elementos químicos?” Neste caso, buscou-se analisar como os alunos conseguiram entender a formação dos elementos químicos através do conceito de fusão nuclear. Para tal, 5 respostas dos alunos participantes da pesquisa foram selecionadas.

Estudante 1: *Através de processos astronômicos é mais fácil de entender a origem dos elementos, pelo fato de funcionar como um exemplo de como ocorre o processo de formação. É mais fácil entender como ocorre um processo quando ele é demonstrado.*

Estudante 2: *Ajudou a entender como muitos desses elementos foram formados no interior das estrelas através da fusão estelar.*

Estudante 3: *Esse processo foi fundamental, pois fazia parte da formação dos elementos. Na fusão estelar, os elementos leves são combinados para dar origem a elementos mais pesados, explicando assim a formação de elementos como carbono, oxigênio e outros.*

Estudante 4: *A conexão entre os fenômenos astronômicos e a química me ajudou a entender que a tabela periódica não é somente uma lista de elementos químicos, mas também mostra a evolução do universo e o surgimento desses elementos.*

Estudante 5: *Os elementos vêm das estrelas. Elas criam os mais leves, e explosões formam os mais pesados.*

Com base nas respostas apresentadas para a pergunta de número 2, é possível concluir que os alunos conseguiram entender como se dá o processo de formação dos elementos químicos e também onde ocorre. O que pode evidenciar a contribuição direta dos conceitos astronômicos na promoção de uma aprendizagem significativa e que se estabeleceu um interesse nas aulas por parte dos alunos. Conforme Santos e Krupek (2014), no ensino das Ciências Exatas e das Ciências da Natureza, a Astronomia se faz uma ferramenta poderosa, haja vista a sua capacidade de atrair o interesse dos indivíduos em qualquer faixa etária.

Ainda dentro dessa perspectiva, na pergunta 3 foi questionado “De que forma os conceitos de Astronomia (como estrelas, supernovas, e formação de elementos no universo) ajudaram na sua compreensão da Tabela Periódica?”. Neste cenário, buscava-se descobrir se a metodologia empregada foi efetiva na superação da mera reprodução de conceitos e do ensino tradicional frente ao conteúdo da tabela periódica.

Estudante 1: Ajudaram a entender melhor de onde surgiu os elementos.

Estudante 2: Os conceitos de astronomia foram essenciais, pois estão diretamente relacionados à formação e distribuição dos elementos no universo. A nucleossíntese estelar, por exemplo, é responsável pela criação de elementos mais pesados a partir do hidrogênio e do hélio. Já as supernovas, ao explodirem, liberam enormes quantidades de energia, formando elementos ainda mais pesados. Dessa forma, entendi como a astronomia desempenhou um papel fundamental na constituição e distribuição dos elementos presentes na Tabela Periódica, e como os estudou e estuda, estreitando a sua relação com a Química.

Estudante 3: Os princípios astronômicos contribuíram para a compreensão da Tabela Periódica mostrando a origem dos elementos químicos. Essa perspectiva mostrou que a química não se limita somente a terra, mas também estuda a evolução do próprio universo. Como exemplo o Big Bang, onde surgiu o hidrogênio, o elemento base para a síntese de todos os outros.

Estudante 4: Os conceitos da Astronomia ajudaram na compreensão da Tabela Periódica ao revelar a origem dos elementos químicos no universo. Com isso, consegui obter resultados muito melhores nas minhas provas, sem que precisasse decorar tantos símbolos.

Estudante 5: *Ajudou a compreender a Tabela Periódica explicando alguns elementos como: Origem dos elementos, Abundância de elementos, Propriedades dos elementos e Organização da Tabela Periódica.*

Estudante 6: *Consegui entender de uma forma mais atrativa e com exemplos de fenômeno, explicitando o porquê de estudarmos os conceitos químicos.*

A partir dos relatos nas respostas, verifica-se o quanto impactou na aprendizagem dos estudantes utilizar a interdisciplinaridade entre a Química e a Astronomia. Pelo menos 90% dos alunos que responderam o questionário, entenderam a relevância do que estudaram e apresentaram melhora significativa em seus resultados individuais nas atividades.

Como destaca Thieghi (2013), a conexão entre Astronomia e Química pode contribuir de forma significativa para a formação dos alunos, além de oferecer melhores abordagens metodológicas para os docentes do Ensino Médio, especialmente no 1º ano, quando são amplamente trabalhados conceitos como os Elementos Químicos e a Tabela Periódica. Ao relacionar esses conteúdos com a composição dos astros, é possível conduzir os estudantes a uma aprendizagem mais significativa, uma vez que, para compreender as propriedades de uma estrela, é essencial conhecer sua composição química. Dessa maneira, torna-se viável superar metodologias tradicionalistas, tornando o ensino mais dinâmico e envolvente.

Na pergunta 4 foi questionado “Qual a sua percepção sobre a relação entre a Astronomia e a Química no entendimento dos elementos químicos?”. Aqui se buscou investigar como se deu a interpretação dos alunos sobre os elementos químicos, não somente quanto a origem, mas também sua classificação e propriedades. Para isso, foram selecionadas 3 das respostas obtidas para a respectiva pergunta.

Estudante 1: *Que a astronomia e a química estão ligadas pelo o entendimento dos elementos químicos. Onde a astronomia esclarece o processo de formação dos elementos organizados na Tabela Periódica e a química analisa as suas características e interações.*

Estudante 2: *Estão extremamente relacionadas no entendimento dos elementos químicos, pois a Astronomia explica a origem e formação dos elementos no universo, enquanto a Química estuda as propriedades e comportamentos desses elementos.*

Estudante 3: Acho que é importante, pois ela relaciona a origem e a distribuição dos elementos no universo. O que com certeza tornou as aulas mais atrativas e dinâmicas.

Os relatos destacados demonstram que ficou evidente a relação entre a Astronomia e a Química, de forma que possivelmente os alunos conseguiram distinguir no que se concentra o estudo isolado de cada Ciência. Na resposta do estudante 2, verificou-se que as aulas despertaram a sua vontade de buscar conhecimento extra sobre os elementos químicos, revelando um impacto mais do que positivo, e denota o quanto realmente a Astronomia contribui para o fascínio com área científica para àqueles que buscam conhecê-la.

A adoção de abordagens de cunho interdisciplinar no ensino de Química surge como um potencial instrumento para tornar mais interessantes e atrativos, temas que no Ensino Médio costumam ser vistos como desinteressantes ou complexos. A Química sendo uma ciência de enormes contribuições para o meio social pode incentivar o desenvolvimento do conhecimento científico, quando abordada através de metodologias motivadoras, como aponta Lima (2012).

Na questão 5 foi perguntado “Você acredita que o ensino de Química, utilizando exemplos e conceitos astronômicos, pode ser útil para outros alunos? Por quê?”. Aqui se buscou investigar como os alunos entenderam a utilidade dos conceitos Astronômicos aplicados ao ensino de Química. Para isso, foram selecionadas 2 respostas para discussão, dos alunos que responderam ao questionário.

Estudante 1: Sim, pois é uma maneira mais acessível de entender o tema e, além disso, muitas pessoas têm interesse por Astronomia. Ao associá-la à Química, a matéria pode se tornar mais interessante e atrativa.

Estudante 2: Sim, acredito. Algumas razões pelas quais isso pode ser benéfico: conexão interdisciplinar, contextualização, motivação, visão mais ampla e desenvolvimento de habilidades.

Entre outras contribuições, a inclusão da Astronomia no ensino de Química favorece o desenvolvimento de habilidades, a motivação e a interação dos alunos, como demonstrado na resposta do Estudante 2. Oliveira, Campos e Silva (2024) destacam que especialmente a Astroquímica, subárea da Astronomia, ao ser aplicada ao ensino de Química, pode ser capaz de criar uma oportunidade para um ensino mais dinâmico, envolvente e significativo, capaz de despertar a curiosidade e, principalmente, o interesse dos estudantes.

Ainda nessa perspectiva, conforme Oliveira et al. (2024), é útil salientar que a discussão sobre a origem dos elementos químicos, sua evolução e o papel das estrelas como grandes protagonistas nesse processo, oferece uma abordagem satisfatória para o aprimoramento da prática docente dos professores de Química e o desenvolvimento de mais habilidades dos discentes.

Na questão 6 foi perguntado “De que maneira a abordagem de Astronomia ajudou a entender melhor as características dos elementos químicos (como reatividade, eletronegatividade, etc.)?”. Aqui se buscou investigar as contribuições do uso da contextualização através da Astronomia para a efetivação da aprendizagem das propriedades dos elementos químicos. Dentre as respostas obtidas foram escolhidas 3, para a discussão e análise.

Estudante 1: A perspectiva da astronomia ajudou a aprofundar a compreensão das propriedades dos elementos químicos, ao revelar como e onde eles se originam, influenciando suas características essenciais.

Estudante 2: Nessa questão das propriedades atômicas, a astronomia ajudou a entender melhor como funcionam essas propriedades. A eletronegatividade está relacionada a sua estrutura atômica. Enquanto a reatividade está atrelada a instabilidade dos elementos químicos. Com essa abordagem consegui me sair bem melhor nas atividades em sala de aula e nas provas.

Estudante 3: A perspectiva da astronomia contribuiu para uma melhor compreensão das propriedades dos elementos químicos, ao desvendar como e onde se originam, afetando suas propriedades essenciais. E estudar essas propriedades relacionando-as à Astronomia tornou os estudos bem mais interessantes e divertidos.

Com base dos dados obtidos, os alunos demonstraram ter aprendido com êxito sobre as propriedades periódicas, revelando que mais de 90% dos estudantes sentiram-se satisfeitos, revelando que essa abordagem pode ter proporcionado um melhor aproveitamento das potencialidades dos estudantes durante a realização das atividades, como revelado nas respostas do Estudante 2 e do Estudante 3.

Diante disso, é evidente que utilizar conceitos astronômicos, como estratégia de ensino contextualizado, para os conteúdos da Química propostos, abre a possibilidade para um ensino mais amplo e que se aproxima dos interesses dos discentes. Atingindo e colaborando também, com o principal objetivo docente, que é transmitir conhecimento, e colaborar para a formação individual de cada indivíduo no processo do desenvolvimento dos processos escolares (Oliveira et al., 2019).

Na pergunta 7 foi questionado “Em sua opinião, por que o uso de uma abordagem interligada entre Astronomia e Química tem o potencial de transformar a forma como o ensino de Ciências, especialmente a química, é visto pelos alunos?”. Neste caso, buscou-se investigar a visão que os discentes passaram a ter pós-aplicação da sequência didática presente neste trabalho.

Estudante 1: A química sempre é vista como uma vilã pelos alunos, devido a esses estudos atômicos, os diversos cálculos e elementos que são abordados, o que torna um pouco chato. Contudo, com a utilização da astronomia, tudo ficou bem mais interessante e relevante. Ao observar os astros e as mudanças que ocorrem no universo, tudo se torna mais "simples" com muita interação e diversão. Para isso, foram escolhidas 5 das respostas obtidas, para analisar e discutir.

Estudante 2: O uso de uma abordagem interligada entre Astronomia e Química tem o potencial de transformar o ensino de Ciências por meio de conexões de conceitos, da contextualizar o conhecimento, do aumento a motivação e por meio do desenvolvimento de habilidades. Isso pode tornar o ensino de Química mais atraente, significativo e eficaz.

Estudante 3: A abordagem interligada entre Astronomia e Química pode tornar o ensino mais interessante, pois conecta os conceitos abstratos da Química a fenômenos do Universo, como a formação dos elementos em estrelas e supernovas, despertando a curiosidade dos alunos.

Estudante 4: Nós alunos, temos a dificuldade de não conseguir imaginar a Química em si, sem algo representativo, que lhe atribua significado. A Astronomia proporciona isso, já que explica os fenômenos evidenciando até o seu surgimento. Fica mais claro, se entendemos o porquê das coisas.

Estudante 5: Os alunos se interessam por algo mais atrativo, e a astronomia é um campo que abrange diversos aspectos diferentes e legais que podem sim contribuir para o estudo da Química.

As respostas analisadas evidenciam as contribuições da conexão entre Química e Astronomia. De acordo com o que foi respondido pelos alunos, essa relação entre as duas áreas proporciona, principalmente, a atribuição de valor e significado à disciplina. Como a Química aborda fenômenos que muitos consideram abstratos, a compreensão pode ser dificultada sem uma representação visual. Por isso, é fundamental aprimorar as metodologias de ensino para desenvolver o interesse e

engajar os alunos nas aulas. Desse modo, a efetivação plena do ensino-aprendizagem dessa Ciência será alcançada sem maiores percalços.

Lima (2013) destaca alguns fatores que dificultam a aprendizagem dos discentes, e aponta como o principal deles como sendo a maneira tradicionalista de ensino de ensino da disciplina, que se dá estritamente pela simples transmissão e memorização de nomes, a falta de aproximação com o cotidiano – que atribuiria significado e ausência da interdisciplinaridade, o que transforma as aulas de química em momentos de aborrecimento e tédio.

Na pergunta 8 foi questionado “O que você pensa sobre a ideia de a tabela periódica não ser apenas uma lista de elementos, mas uma forma de entender a história do universo, desde o Big Bang até a formação de planetas? Como isso muda sua percepção sobre a química?”. Nesse cenário, buscou-se analisar a interpretação dos alunos quanto ao significado e função da tabela periódica após o contato da contextualização através da Astronomia. Para esse questionamento, as respostas de 5 alunos serão analisadas e discutidas

Estudante 1: A ideia de que a Tabela Periódica não é só uma lista de elementos, mas sim um registro da história do universo, muda muito a forma de enxergar a Química. Ela deixa de ser apenas uma matéria teórica para se tornar uma ferramenta de como entender como tudo surgiu, desde o Big Bang, até a formação dos planetas. Essa perspectiva deixa a Química muito mais fascinante, porque mostra que os elementos que compõem nosso corpo e tudo ao nosso redor têm origem no cosmos, conectando a ciência à nossa própria existência.

Estudante 2: A tabela periódica como uma forma de entender a história do universo é uma perspectiva fascinante. Isso mostra que a tabela periódica é uma ferramenta para entender essa história e as relações entre os elementos. Isso muda minha percepção sobre a química, tornando-a mais: Interconectada com outras áreas do conhecimento, histórica e contextualizada.

Estudante 3: A ideia de que a tabela periódica não é apenas uma lista de elementos, mas uma forma de entender a história do universo, é curiosa. Isso muda toda a visão que se tem sobre a química, transformando-a em uma ciência que não apenas estuda as propriedades e reações dos elementos, mas também a história e evolução do universo.

Estudante 4: A tabela se torna algo que chama mais atenção quando se compreende que ela é bem mais que só diversos elementos químicos. Pois antes eu

tinha a impressão de que a tabela periódica era um simples manual cheio de símbolos que eu precisava decorar.

Estudante 5: Por meio dos elementos químicos, nós podemos perceber tantos aspectos não antes notados, e entender cada vez mais sobre o universo e como ele é formado. E até sobre a matéria que compõe o nosso corpo, já que “somos resquícios da matéria de alguma estrela que nasceu e morreu há muito tempo atrás”.

A partir das respostas apresentadas, é possível concluir que uma parcela significativa dos estudantes foi capaz de interpretar a Tabela Periódica de forma satisfatória, como um registro da própria evolução do Universo, à medida em que registra os elementos químicos e suas propriedades.

Adicionalmente, é possível afirmar também que com essa metodologia os alunos podem ter compreendido mais facilmente a relevância da Química bem como a importância de seus estudos. A célebre frase do astrofísico e grande divulgador científico norte-americano, Carl Sagan “Somos feitos de poeira estelar”, ilustra a grande conexão entre o ser humano e o Universo, lembrando – nos que os componentes químicos que constituem nosso corpo e o planeta Terra, tiveram a sua origem moldada no Cosmos.

No contexto do ensino de Química, essa relação entre a Astronomia e os conceitos químicos, tem grande potencial de despertar o interesse dos indivíduos, evidenciando como os átomos de carbono, oxigênio, nitrogênio e outros elementos com função vital, foram formados nas estrelas e espalhados pelo espaço através de processos astronômicos, como a fusão nuclear e a supernova.

Assim, ao integrar a Astronomia no ensino de Química, pode facilitar a compreensão do processo de formação dos elementos químicos no Universo e como esses fenômenos cósmicos influenciam a vida na Terra, tornando o aprendizado da Química mais cativante e significativo, como explorado nas respostas apresentadas.

Na questão 9 foi perguntado “Como você acha que o estudo dos elementos químicos no contexto da Astronomia pode influenciar seu entendimento sobre questões como a origem da vida ou a composição de outros planetas, bem como a importância dos elementos químicos para a manutenção da vida na Terra?”. Nesse cenário, buscou-se investigar a influência que a Astronomia teve sobre a percepção da origem da vida e sua manutenção.

Estudante 1: Origem da vida: Entendo melhor como os elementos químicos foram formados e distribuídos no universo, o que pode ter influenciado a existência da

vida. Composição de outros planetas: Posso inferir sobre a possibilidade de vida em outros planetas com base na presença de elementos químicos essenciais. Importância dos elementos químicos para a vida na Terra: Reconheço a importância dos elementos químicos para a manutenção da vida, desde a formação de moléculas orgânicas até a regulação do clima.

Estudante 2: Esse estudo pode influenciar, na questão da origem da vida, como um exemplo temos a identificação de Moléculas Orgânicas, na detecção de moléculas orgânicas em ambientes astronômicos, como nuvens de gás e poeira, sugerindo assim, que os blocos de construção da vida são comuns no universo. E na composição de outros planetas, temos o exemplo da detecção de Bioassinaturas, como o oxigênio, em atmosferas de outros planetas pode indicar sinal de vida ou habitação humana.

Estudante 3: O estudo dos elementos químicos no contexto da Astronomia pode aprofundar a compreensão sobre a origem da vida, pois revela como os elementos essenciais para a vida, como carbono, oxigênio e nitrogênio, foram formados nas estrelas e espalhados pelo universo. Isso também ajuda a entender a composição de outros planetas, permitindo avaliar suas condições para sustentar vida.

Estudante 4: O estudo faz com que possamos aprender cada vez mais sobre a composição do universo no geral, o que influencia diretamente nossa aprendizagem sobre a manutenção da vida na Terra e conhecer a sua evolução também.

Estudante 5: A relação entre a química e a astronomia evidência que a existência de vida na Terra é fruto de processos astronômicos que se desenrolaram ao longo de bilhões de anos.

As respostas dos estudantes revelam diferentes formas de articular os conceitos de elementos químicos, Astronomia e origem da vida, refletindo níveis variados de compreensão. O Estudante 1, por exemplo, demonstrou uma visão abrangente, conectando a formação e a distribuição dos elementos no universo à possibilidade de vida em outros planetas.

Nesse contexto, a resposta do estudante sugere um raciocínio mais desenvolvido, ao integrar os aspectos químicos fundamentais à vida com os fatores que garantem sua continuidade na Terra, como a formação de moléculas orgânicas e o equilíbrio climático. Essa abordagem pode revelar uma compreensão sólida do estudante quanto aos processos essenciais à vida, tanto em nosso planeta quanto em possíveis cenários extraterrestres.

À vista disto, o Estudante 2 menciona exemplos específicos, como a detecção de moléculas orgânicas em ambientes astronômicos, o que enriquece a resposta, trazendo evidências científicas reais para apoiar o argumento. E menciona as bioassinaturas, como o oxigênio, em atmosferas de outros planetas, o que é um bom exemplo de como sinais químicos podem ser usados para investigar a presença de vida fora da Terra.

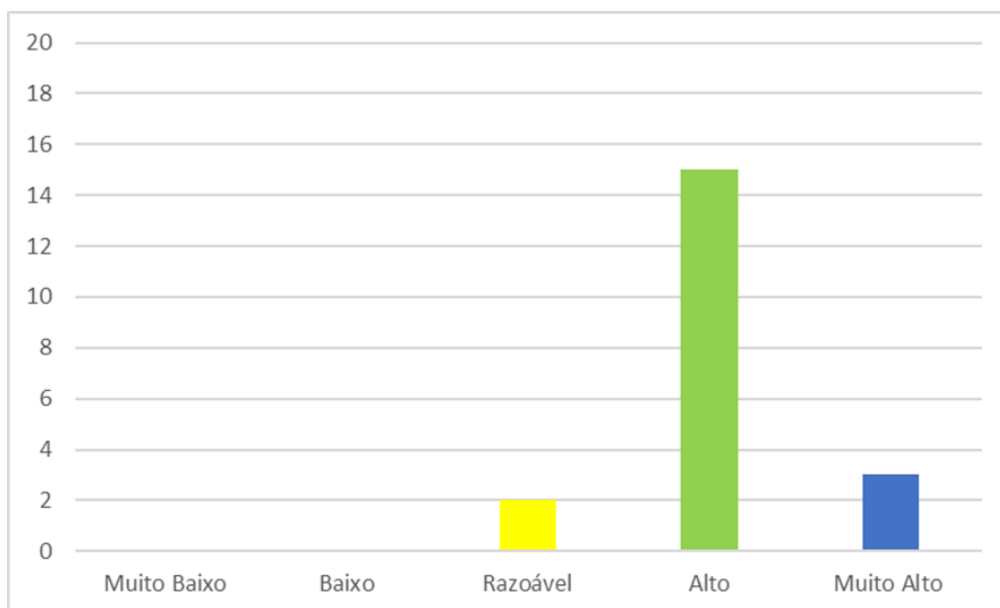
Enquanto isso, o Estudante 3 traz um raciocínio detalhado sobre como os elementos essenciais para a vida foram formados nas estrelas, fator que relaciona muito bem os conceitos de astronomia com a origem da vida. A explicação é clara e correta, oferecendo uma boa compreensão sobre a formação de elementos químicos no universo. A relação entre os elementos e a composição de outros planetas também é bem abordada, destacando a importância desses fatores para avaliar as condições de vida.

Ademais, a resposta do Estudante 4 foca mais no aprendizado contínuo sobre o universo e a relação entre a composição do cosmos e a vida na Terra, o que é interessante. O estudante também menciona também a evolução da vida na Terra, o que é uma contribuição valiosa. À vista disto, de acordo com a resposta do aluno 5, a química e a astronomia estão entrelaçadas, sugerindo que a vida na Terra é resultado de processos astronômicos que ocorreram ao longo de bilhões de anos.

De forma geral, os estudantes fornecem respostas que podem revelar que houve uma boa compreensão dos conceitos fundamentais relacionados à química e astronomia. As respostas variam em profundidade e detalhamento, mas todas contribuem de alguma forma para a compreensão dos processos que ligam os elementos químicos à origem da vida, tanto na Terra quanto em outros planetas.

A pergunta 10 questionou “Como você avaliaria seu interesse por Química após a contextualização com a Astronomia?”. Neste caso, buscava-se analisar as contribuições e o impacto da sequência didática na relação dos alunos com a Química. Os resultados são exemplificados na Figura 10, após a contextualização do ensino através da Astronomia.

Figura 10 – Gráfico referente à pergunta 10.



Fonte: Produzido pela autora, (2025).

A partir dos dados apresentados no Gráfico, verifica-se o crescimento significativo e satisfatório do contentamento dos estudantes com a disciplina de Química, anteriormente apenas 40% dos entrevistados haviam apresentado satisfação razoável com a disciplina.

No entanto, ao se utilizar a contextualização do ensino por meio da Astronomia, percebe-se que os alunos não apenas demonstraram maior interesse pela disciplina de Química, mas também foram incentivados a explorar novos conhecimentos e a desenvolver competências diversas. Isso evidencia os efeitos positivos de uma prática docente intencionalmente voltada a romper com métodos tradicionais e mecanicistas, ainda comuns nas escolas, promovendo um aprendizado mais dinâmico, significativo e conectado à realidade dos estudantes.

Com base no levantamento realizado nesta pesquisa, torna-se evidente a importância de investir em estratégias que tornem o ensino mais envolvente e interdisciplinar, por meio da diversificação de recursos metodológicos que favoreçam a aprendizagem significativa e conectada à realidade dos estudantes.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, analisados e discutidos neste trabalho, é possível concluir que a contextualização do ensino de Química por meio da Astronomia se revela como uma estratégia didática de grande potencial. Os objetivos propostos foram alcançados, como pode ser evidenciado nas respostas dos estudantes obtidas nos questionários aplicados, que possibilitaram investigar as contribuições da sequência didática proposta. A análise da qualidade dos materiais produzidos pelos alunos, bem como os relatos das experiências individuais dos discentes, sugerem a eficácia da Astronomia como uma ferramenta pedagógica no ensino de Química.

O estudo destacou a importância de integrar a Astronomia ao ensino de Química, pois essa abordagem interdisciplinar enriquece o processo de ensino-aprendizagem. O estudo dos elementos químicos presentes no Cosmos — como estrelas, planetas e fenômenos astrofísicos — expande a compreensão dos processos químicos que ocorrem no Universo. Esse enfoque pode despertar o interesse dos alunos pela ciência, especialmente pela Química, tornando as aulas mais dinâmicas e envolventes, ao mesmo tempo em que os conecta a uma perspectiva mais ampla do conhecimento científico.

Ao contextualizar o ensino de Química com a Astronomia, os alunos podem ser capazes de perceber de maneira mais concreta a aplicação dos conceitos químicos em fenômenos observáveis, como a análise de composições estelares, as reações em corpos celestes e as consequências dessas reações no desenvolvimento do Universo. Além disso, essa abordagem pode estimular o pensamento crítico e reflexivo, incentivando os estudantes a questionar e compreender os processos naturais de maneira mais profunda e integrada. Esta pode contribuir para a construção de saberes mais significativos, ao integrar disciplinas e mostrar suas inter-relações no contexto cósmico.

Ademais, ao permitir que os alunos compreendam a relevância dos conceitos químicos em um cenário mais amplo, a combinação de Química e Astronomia no ensino básico não só enriquece o aprendizado nas duas áreas, como também pode favorecer o desenvolvimento de uma visão totalizante das ciências. Essa conexão entre as disciplinas desperta o interesse dos alunos pela exploração científica e pela compreensão dos processos naturais, promovendo uma aprendizagem mais

envolvente e relacionada à realidade. Assim, essa abordagem não só contribui para a formação de um conhecimento mais profundo e aplicado, como também fomenta a curiosidade científica dos alunos, incentivando-os a continuar investigando os paradoxos do Universo.

A adoção dessa proposta pedagógica, portanto, pode representar um avanço significativo na construção de um ensino mais dinâmico e envolvente, conectando áreas do conhecimento que, à primeira vista, poderiam parecer distantes. Quando na realidade possuem interações profundas no contexto cósmico e natural. Portanto, o ensino de Química, contextualizado pela Astronomia, amplia os horizontes dos alunos, mostrando-lhes como os fenômenos químicos não ocorrem isoladamente, mas fazem parte de uma rede complexa de processos que regem o Universo.

Por fim, esta pesquisa proporcionou uma análise crítica do ensino tradicional, evidenciando a necessidade urgente de metodologias alternativas que permitam aos alunos compreender a relevância do que é estudado, além de promover uma participação ativa e engajada no seu processo de aprendizagem. Em um cenário educacional em que as metodologias tradicionais muitas vezes não despertam o pleno interesse dos estudantes, propostas inovadoras como esta oferecem uma nova perspectiva, mais atraente e envolvente, e abrem caminhos para um ensino mais conectado com os desafios e descobertas do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C. et al. De onde vem os elementos químicos? **Cadernos de Física** UEFS – Departamento de física, Bahia, 2021. Disponível em: <https://ojs3.uefs.br/index.php/cadfis/article/download/9253/7741>. Acesso em: 15 fev. 2024
- BASÍLIO, M. **Afinal como se formaram os elementos químicos?** Química Tecnológica – Curso de Graduação em Química Tecnológica, Departamento de Química, CEFET – Minas Gerais, fevereiro 2021. Disponível em: <https://www.quimicatecnologica.bh.cefetmg.br/2021/02/01/como-os-elementos-quimicosforam-formados/>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- BELL, D.; KAHRHOFF, J. Active learning handbook. St. Louis: **Webster University**. 2006. Disponível em: https://admin.umd.edu.pk/Media/Site/UMT/SubSites/ctl/FileManager/GetStarted_ActiveLearningHandbook.pdf. Acesso em: 29 fev. 2025.
- BERNARDES, A. O.; GIACOMINI, R. Viajando pelo sistema solar: Um jogo educativo para o ensino de astronomia. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a11.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- BORGES, C. L. S; RODRIGUES, C. G. Astronomia: breve história, principais conceitos e campos de atuação. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba-PR, Brasil, Vol. 6, Nº 2, p. 545-577, Março/Abril 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/index.php/BASR/article/download/46298/pdf>. Acesso em: 05 fev. 2024.
- BRAGA, J. B.; FILGUEIRAS, C. A. L. O centenário da Teoria de Bohr. **Química Nova**, Belo Horizonte – MG, Brasil, Vol. 36, Nº 7, p. 1-5, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000700024>. Acesso em: 21 fev. 2024.
- BRANCO, H. C. **Geologia Planetária: o planeta Terra como modelo análogo para estudo de corpos planetários**, 2016. Trabalho de conclusão de Curso, (Ciências da Terra) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2016. Disponível em: <http://www.geologia.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2018/10/Hely-Branco-TCC.pdf>. Acesso em: 04 de fev. 2024.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: <https://www.bnc.mec.gov.br>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNEM Mais: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CAPORALIM, C. B. A experimentação como ferramenta facilitadora no ensino de química, **Revista Funec Científica** – Multidisciplinar, v.8, n.10, jan./dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.24980/rfcm.v8i10.3404>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa Qualitativa: Análise de Discurso Versus Análise de Conteúdo, **Texto contexto enferm.** Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/9VBbHT3qxByvFCtbZDZHgNP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de mar. de 2024.

CARLOS, M. G. C. C. **Abundâncias químicas de estrelas anãs G e K e modelos de evolução estelar para $[Fe/H] = -1,8$ e $[Fe/H] = -1,0$ com enriquecimento- α** , 2020. Tese de doutorado (Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo, 2020.

CARUSO, F.; OGURI, V.; SANTORO, A. Partículas Elementares, 100 anos de descobertas. **Editora LF**, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6293/5826>. Acesso em: 21 fev. 2024.

CORRÊA, C. Modelo Atômico de Rutherford, **Revista de Ciência Elementar**, Vol. 2, Nº 2, p. 1-2, 2014. Disponível em: https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_2_num_2_76_art_modeloAtomicoRutherford.pdf. Acesso em: 21 fev. 2024.

CUSTODIO R.; GOMES A.S.; MARTINS L.R. Postulados da mecânica quântica. **Revista Chemkeys**, vol. 3, p. 1-5, 2018. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9638>. Acesso em: 23 fev. 2024.

CLARO, P. R. Astroquímica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, n. 3, 2017. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2017/031/>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CLARO, P. R. Espectroscopia. **Revista da Ciência Elementar**, v. 5, n. 4, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.24927/rce2017.052>. Acesso em 02 set. 2024.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: **Artmed**, 3ª ed., 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/les.v13i1.11610>. Acesso em: 01 mar. 2025.

DIAS, C. A. C. M; SANTA RITA, J. R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia** - RELEA, Limeira, n. 6, 2008, p. 55-65. Disponível em: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2008.06.055>. Acesso em 04 fev. 2024.

FARIA, R. P. Fundamentos de Astronomia. São Paulo: **Editora Papiros**, 1987. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/index.php/BASR/article/download/46298/pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

FILGUEIRAS, C. A. L. A Espectroscopia e a Química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Química Nova na Escola**, n. 3, maio 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FILHO, F. L. F; SCHROTER, B. A. F. **O uso de jogos didáticos no processo de aprendizagem no ensino superior: jogo da inovação**. VII Congresso Internacional de Conocimiento e Innovación, Guadalajara, 2018. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/download/587/224/1601>. Acesso em: 29 fev. 2025.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia no ensino médio: motivos e objetivos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 430-445, dez. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37156/RELEA/2010.09.007>. Acesso em: 23 ago. 2024.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo-SP, BR v. 35, n. 4, p. 1-8, dezembro 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000400012>. Acesso em: 13 fev. 2024.

JÚNIOR, A. R. G. **Astrometria, Efemérides e Ocultações Estelares de Satélites Irregulares e Corpos do Sistema Solar Exterior**, 2018. Tese para obtenção do grau em doutorado (Curso de Astronomia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/14/teses/864699.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

KEPLER, S. O. F; SARAIVA, M. F. O; **Astronomia e Astrofísica**, departamento de astronomia – Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 1, p.1-810, Porto Alegre, fev. 2014. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrEr4bQxttmDAQAAfBz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1726888912/RO=10/RU=https%3a%2f%2ffarchive.org%2fdetails%2flivro_202302/RK=2/RS=RZ9wJaN3iriyk44XC9i3v53pJpU-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrEr4bQxttmDAQAAfBz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1726888912/RO=10/RU=https%3a%2f%2ffarchive.org%2fdetails%2flivro_202302/RK=2/RS=RZ9wJaN3iriyk44XC9i3v53pJpU-.). Acesso em: 28 ago. 2024.

LATTARI, C. J. B.; TREVISAN, H. R. Metodologia para o ensino de Astronomia: uma abordagem construtivista. **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/G13.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

LACHEL, G.; CONTI, L.; PIRATELO, M. V. Um estudo sobre os conteúdos presentes nas disciplinas de Astronomia na formação superior de físicos em universidades federais e estaduais do Brasil. **Ensaio pesquisa em educação em ciências**, - Belo Horizonte, BR vol.24, p. 1-23, maio 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/9VTnnmjBB3pZFvdkWqjzbSg/>. Acesso em 23 de fev. 2024.

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**. Rio Branco, v. 1, n.3, p. 326-340, 2019.

Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em 28 fev. 2025.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 140, p. 71-79, jan. 2013.

Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/19112>.

Acesso em: 28 fev. 2025.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 72-85, dezembro 2012. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/2733/273325045007.pdf>.

Acesso em: 28 fev. 2025.

LOPES, C. E. F.; PEREIRA, M. G. Astronomia no Infravermelho de estrelas variáveis. **Série Ciências Físicas**, Departamento de Física – UEFS, Bahia, vol. 01, p. 52-58. Disponível em:

<https://periodicos.uefs.br/index.php/SSCF/article/view/SSCF-v.1-A8/4382>. Acesso

em: 15 mar. 2024.

LORENZETT, C. S; DAMASIO, F; RAICIK, A. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 188-203, abril 2020. Disponível em:

https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID775/v15_n3_a2020.pdf. Acesso em: 15 fev.

2024.

MACIEL, W. J. **Fundamentos de Evolução Química da Galáxia**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – São Paulo-SP, BR, p. 1-310, 2020. Disponível em:

https://www.iag.usp.br/sites/default/files/202301/2020_maciel_fund_evol_quim_galaxia.pdf. Acesso em 12 fev. 2024.

MACHADO, P. F.L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com Segurança. Revista **Química Nova na Escola**, n.27, p.57-60, 2008. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc27/09-eeq-5006.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2025.

MARCHESI, M. Q.; CUSTODIO, R. Evolução Histórica dos Modelos Atômicos, Revista **Chemkeys**, Campinas-SP, Brasil, Vol. 5, p. 1-5, setembro 2023. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/18418>.

Acesso em: 20 fev. 2024.

MORAES, C. C. A popularização de das Atividades Científicas em Função da Astronomia Solar, **editora Atena**, vol. 1, 2019. Disponível em:

<https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/a-popularizacao-das-atividades-cientificas-emfuncao-da-astronomia-solar>. Acesso em: 12 fev. 2024.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas Tecnologias e Mediação

Pedagógica. Campinas- SP: **Papirus**, 2007. 13ª Edição. Disponível em: <http://projetosntenoite.pbworks.com/w/file/etch/57899807/MORAN-Novas%20Tecnologias%20e%20Media%C3%A7%C3%A3o%20Pedag%C3%B3gica.pdf>. Acesso em 28 fev.2025.

OLIVEIRA, L.F. C. Espectroscopia molecular, **Química nova na Escola**, vol. 1, N° 4, p. 24-30, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/espect.pdf>. Acesso em 16 de fev. 2024.

OLIVEIRA, G. S.; CAMPOS, L. R; SILVA, B. L. **A fábrica de elementos: Uma reflexão sobre o uso da astronomia como objeto didático no ensino de química**. I Congresso Norte-Nordeste PIBID-RP, 2024. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conenort/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV204_MD1_ID529_TB1145_21042024204357.pdf. Acesso em 28 fev. 2025.

OLIVEIRA, I. A; SANTOS, D. R. S.; BRITO, D. L; SOUZA, L. A. **A astronomia como estratégia metodológica no ensino de “espectroscopia e elementos químicos”**: uma discussão acerca da composição química dos astros. VI Congresso de Educação, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID3562_1408201916. Acesso em: 28 fev. 2025.

OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E. T. G.; NÓBREGA, J. A. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química. **Química Nova**, v. 27, n. 5, p. 832-836, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422004000500026>. Acesso em: 02 set. 2024.

Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/195-secretarias112877938/seb-educacaobasica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **R. B. E. C. T**, v. 7, n. 3, ISSN - 1982-873X, set-dez.2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2014000300008>. Acesso em: 20 ago. 2024.

RYDEN, B. Introduction to Cosmology, v. 1, n. 1, p. 1- 301, **Department of Astronomy the Ohio State University**, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781316651087>. Acesso em: 28 ago. 2024.

SALCIDES, P. F.; PRATA, L. A. Proposta de uma aula interdisciplinar de Química e Astronomia: Espectroscopia. **I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://www.sabastro.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/SNEA2011_TCP14.pdf. Acesso em 20 ago. 2024

SANTOS, D. L; FERNANDES, G. W. R. O Modelo Atômico de Thomson: um estudo sobre o livro didático, estratégia docente e concepção dos alunos, **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, - São Paulo-SP, BR Vol. 11, N°6, p. 624-643,

out/Dez 2020. Disponível em:

<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/electronic-structure-of-atoms/history-of-atomic-structure/a/discovery-of-the-electron-and-nucleus>. Acesso em: 23 fev. 2024.

SANTOS, M. F. A.; KRUPEK, A. R. **Astronomia**: Por que e para que aprendê-la. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, 2014.

Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-uniaodavitoria_cien_artigo_marcia_fabiane_de_azevedo.pdf.

Acesso em: 22 fev. 2024.

SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O.; MÜLLER, A. M. **Aula 17: Espectroscopia**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em:

<https://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula17-132.pdf>. Acesso em 29 jul. 2024.

SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 378-406, ago.2015. Disponível em:

https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrEbxVtxttmV3AB0NrZ6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1726888814/RO=10/RU=https%3a%2f%2fdialnet.unirioja.es%2fdescarga%2farticulo%2f5162241.pdf/RK=2/RS=Sf1E5vXDeMC.VyL8EqS0DNPBxfY-. Acesso em: 24 ago. 2024.

SILVA, J. I.; MOREIRA, E. M. A importância do conhecimento cotidiano na sala de aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 21-38, jan./abr. 2010.

SOLER, D. R.; LEITE, C. Importância e justificativas para o ensino de Astronomia: Um olhar para as pesquisas da área. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia** – (IISNEA), São Paulo, 2012. Disponível em:

http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TCO21.pdf. Acesso em 22 fev. 2024.

SOUSA, J. A.; MACHADO, I. C. P.; BARROS, F. A. A. Real interesse de instituições federal e estadual em relacionar o ensino de química com a formação para cidadania. **Periódico Tchê Química**, v. 16, p. 862-869, 2019. Disponível em:

<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/download/1510/982>. Acesso em: 22 fev. 2024.

STURANI, R. Astronomia de ondas gravitacionais, **Cadernos de Astronomia**, vol. 2, nº322, p. 90-95, Rio Grande do Norte, 2021. Disponível em:

<http://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v2n2.36126>. Acesso em: 29 ago. 2024.

TEIXEIRA, E. B. A Análise de Dados na Pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais, **Editora Unijuí**, v. 1, nº 2, p. 177-201, jul./dez. 2003.

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75210209>. Acesso em: 28 fev. 2025.

TERUYA, N.; DUARTE II, S. B.; Núcleos exóticos e síntese dos elementos químicos, **Química Nova** – São Paulo - SP, Vol. 35, N° 2, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000200024>. Acesso em: 21 fev. 2024.

TIEGHI, A. L. **Composição química de estrelas ajuda a conhecer a formação do universo**. USP, 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/aula/antigo/exibir?id=5673&ed=1004&f=10>. Acesso em: 29 fev. 2025.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino, **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.17.052.DS07>. Acesso em 01 mar. 2025.

VIANA, H. E. B. **A Construção da Teoria Atômica de Dalton como Estudo de Caso – e algumas reflexões para o ensino de química**, 2007. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências) – Departamento de Química Fundamental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/quimica/dissertacoes/const_teoria_at_dalton_dissert.pdf. Acesso em: 20 fev. 2024.

WAGA, I. Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios do século XXI, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, Vol. 27, N° 1, maio 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000100018>. Acesso em: 20 fev. 2024.

WEINBERG, S. Cosmology, **Oxford University Press**, v. 1, n 1, p. 1 – 612, Austin Texas, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198526827.001.0001>. Acesso em: 27 ago. 2024.