

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

IVANA KELLY CINTRA REINISZ

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO SISTEMA SOLAR NOS
ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DA TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA ABORDAGEM STEAM**

**CAMPO MOURÃO
2025**

IVANA KELLY CINTRA REINISZ

ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA ABORDAGEM STEAM

Study of a proposal for teaching the solar system in the final years of elementary education based on the theory of meaningful learning and the steam approach

Trabalho de conclusão de curso de Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – polo 32 do MNPEF, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Michel Corci Batista.

Coorientador(a): Ederson Carlos Gomes.

**CAMPO MOURÃO
2025**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



IVANA KELLY CINTRA REINISZ

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL A PARTIR DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA ABORDAGEM
STEAM**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 19 de Setembro de 2024

Dr. Michel Corci Batista, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Fernanda Peres Ramos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marcello Ferreira, Doutorado - Universidade de Brasília (Unb)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/09/2024.

Dedicatória

Hoje, ao defender meu mestrado, quero dedicar este momento a vocês, meus familiares, que foram minha fonte de amor, apoio e inspiração ao longo de toda a jornada. Cada conquista minha é também uma celebração do vínculo que compartilhamos e do apoio incondicional que sempre me deram. Obrigado por serem a minha base e por estarem sempre ao meu lado, não apenas nos momentos de triunfo, mas em cada passo do caminho.

AGRADECIMENTOS

Certamente, estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço aos meus orientadores, Professor Doutor Michel Corci Batista e ao Professor Doutor Ederson Carlos Gomes, meu coorientador nesta empreitada. Cada ensinamento fornecido por eles foi de suma importância para o meu desenvolvimento tanto pessoal quanto acadêmico. Sem a orientação e apoio deles, esta conquista não teria sido possível.

Agradeço aos meus colegas de sala, que tornaram os dias de estudo não apenas produtivos, mas agradáveis e enriquecedores. Nossa troca de conhecimentos não se limitou às discussões em sala de aula, mas foi marcada por momentos de descontração e camaradagem. Agradeço por todo apoio e incentivo durante esta jornada acadêmica. A amizade que construímos continuará a ser valorizada e cultivada.

À Secretaria do Curso, pela cooperação e todo direcionamento no momento de dúvidas, foi o suporte para que tornasse possível essa finalização.

Às significativas contribuições dos membros da banca de qualificação, a Professora Doutora Fernanda e meu orientador, Professor Doutor Michel Corci Batista, que foram essenciais para enriquecer e aprimorar a aplicação do nosso produto educacional. Suas análises e sugestões acrescentaram uma perspectiva valiosa ao trabalho, permitindo uma abordagem mais abrangente e fundamentada. Expresso minha profunda gratidão pelo tempo dedicado e pelos *insights* compartilhados, que certamente contribuíram para a qualidade e relevância do meu trabalho acadêmico.

Gostaria de expressar meu profundo reconhecimento a minha família. Seu apoio incondicional foi fundamental para que eu pudesse enfrentar e superar este desafio. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, inspirando-me e encorajando-me a alcançar meus objetivos. Este momento é também uma celebração da nossa união e do amor que compartilhamos. Obrigado por fazerem parte desta jornada.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Agradeço também à CAPES, pois, “o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

A capacidade de desfrutar dessa presença do Universo talvez seja uma das coisas que mais diferenciam o homem dos outros animais.

(Caniato, 1981, p.07).

RESUMO

Este estudo dicou-se a avaliar o potencial pedagógico de uma proposta de ensino do Sistema Solar, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e na abordagem STEAM (do Inglês, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma instituição privada localizada na região Centro-Oeste do estado do Paraná. Com o intuito de alcançar tal propósito, delineou-se o seguinte conjunto de objetivos específicos: realizar uma análise abrangente da produção acadêmica concernente ao Ensino de Astronomia e à Teoria da Aprendizagem Significativa, a fim de fundamentar teoricamente a proposta de ensino; desenvolver uma proposta de ensino envolvendo o tema “Sistema Solar” que seja potencialmente significativa para os estudantes, explorando abordagens interdisciplinares e práticas pedagógicas inovadoras; identificar conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do Sistema Solar, por meio da identificação de subsunçores, com o intuito de adaptar o ensino às necessidades e níveis de compreensão dos estudantes; analisar os mapas mentais produzidos pelos estudantes ao término da implementação da proposta de ensino, a fim de avaliar a assimilação dos conteúdos. O trabalho está alicerçado nos pressupostos teóricos da pesquisa qualitativa do tipo descritiva, e, para constituição do corpus, foram utilizados questionários, mapas mentais e o diário de campo da pesquisadora. Os resultados evidenciaram o interesse dos estudantes pelo assunto trabalhado na proposta, bem como um entusiasmo para realizar as atividades propostas. Verificou-se ainda que ao final da implementação da proposta de ensino os estudantes conseguiram estabelecer relações importantes acerca do Sistema Solar envolvendo a noção de força gravitacional, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: astronomia; ensino fundamental; sistema solar; steam; teoria da aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the pedagogical potential of a teaching proposal for the Solar System, based on the Theory of Meaningful Learning (TAS) and the STEAM approach (English, Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), in a 9th grade class of a private institution located in the Central-West region of the state of Paraná. In order to achieve this purpose, the following set of specific objectives were outlined: to carry out a comprehensive analysis of the academic production concerning the Teaching of Astronomy and the Theory of Meaningful Learning, in order to theoretically support the teaching proposal; to develop a teaching proposal involving the theme “Solar System” that is potentially meaningful to students, exploring interdisciplinary approaches and innovative pedagogical practices; to identify students' prior knowledge about the Solar System, through the identification of subsumers, in order to adapt the teaching to the needs and levels of understanding of students; to analyze the mental maps produced by the students at the end of the implementation of the teaching proposal, in order to assess the assimilation of the contents. The work is based on the theoretical assumptions of descriptive qualitative research, and questionnaires, mental maps and the researcher's field diary were used to constitute the corpus. The results showed the students' interest in the subject worked on in the proposal, as well as an enthusiasm for carrying out the proposed activities. It was also found that at the end of the implementation of the teaching proposal, the students were able to establish important relationships about the Solar System involving the notion of gravitational force, showing signs of meaningful learning.

Keywords: astronomy; elementary education; solar system; steam; theory of meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 01	Trajétoria elíptica descrita por um planeta hipotético em torno do Sol.....	28
Figura 02	Plano da órbita do planeta.....	29
Figura 03	Área varrida pelo raio vetor.....	30
Figura 04	Representação de um satélite em órbita circular.....	39
Figura 05	Distribuição de trabalhos por ano.....	59
Figura 06	Divisão de trabalhos por região do país.....	60
Figura 07	Quantidade de Trabalho por nível educacional.....	61
Figura 08	Mapa conceitual de conceitos para identificação de subsunçores e para a organização do processo de ensino.....	74
Figura 09	Representação das localidades dos Núcleos Regionais de Educação onde atuam os professores participantes da pesquisa...	78
Figura 10	Respostas do questionário inicial com ênfase nas afirmações corretas.....	84
Figura 11	Respostas do questionário inicial com ênfase nas afirmações erradas.....	85
Figura 12	Atividades da etapa 1.....	88
Figura 13	Pergunta da plataforma quizzz.....	89
Figura 14	Resposta dada pelo estudante 2.....	90
Figura 15	Resposta dada pelo estudante.....	90
Figura 16	Resultado dos questionários do Quizzz.....	93
Figura 17	Visita ao Polo Astronômico Rodolpho Caniato da UTFPR em Campo Mourão-PR.....	93
Figura 18	Escrita e desenho acerca da visita do Estudante 14.....	94
Figura 19	Observação do Céu Noturno.....	95
Figura 20	Sistema Solar reproduzidos pelos estudantes.....	96
Figura 21	Mapa mental construído pelo estudante 6.....	99
Figura 22	Mapa mental construído pelo estudante 1.....	100

Quadros

Quadro 01	Os tipos de aprendizagem Significativa.....	17
Quadro 02	Tipos de Aprendizagem.....	20
Quadro 03	Apresentação do Produto Educacional.....	44
Quadro 04	Apresentação das etapas da proposta.....	45
Quadro 05	Apresentação das descrições de cada etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.....	46
Quadro 06	Trabalhos encontrados na BDTD e Portal de CAPES.....	56
Quadro 07	Questionário para identificação dos subsunçores.....	75
Quadro 08	Avaliação semântica feita pelos pesquisadores (P).....	77
Quadro 09	Comentários acerca das questões feitos pelos Pesquisadores.....	77
Quadro 10	Resultado da validação do questionário.....	79
Quadro 11	Exposição da retirada das questões 13 e 22.....	80
Quadro 12	Indicadores criados para o grau de certeza das respostas.....	81
Quadro 13	Representação das cores de cada indicador.....	82
Quadro 14	Resultado dos questionários inicial e final a partir dos indicadores para o grau de certeza das afirmativas.....	83
Quadro 15	Questões com maior índice de respostas difusas.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
LADECA	Laboratório para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e Astronomia
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNESP	Universidade Estadual de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	Introdução a Teoria da Aprendizagem Significativa.....	15
2.1.1	Subsunçores.....	15
2.1.2	Organizadores avançados.....	21
2.1.3	Diferenciação progressiva.....	22
2.1.4	Reconciliação integradora.....	23
2.2	Abordagem STEAM.....	24
2.3	Introdução à Astronomia: noções básicas para a compreensão do Sistema Solar.....	26
3	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	43
3.1	Caracterização do trabalho.....	43
3.2	Proposta de ensino apresentada como Produto Educacional.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1	Ensino de Astronomia e aprendizagem significativa: um estado de conhecimento.....	52
4.2	Criação e validação do questionário para identificação dos subsunçores.....	73
4.3	Resultado do questionário para identificação dos subsunçores.....	81
4.4	Relato de experiência.....	87
4.3	Resultado dos mapas mentais.....	97
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
	REFERÊNCIAS.....	104
	PRODUTO EDUCACIONAL.....	112

1 INTRODUÇÃO

A Astronomia desempenha um papel fundamental na Educação Básica, pois oferece uma oportunidade única de integrar diversas áreas do conhecimento, como Ciências, Matemática, História e Geografia. Ao explorar conceitos astronômicos, os estudantes desenvolvem habilidades de observação, raciocínio lógico e pensamento crítico. Além disso, o estudo da Astronomia desperta a curiosidade e o fascínio pelo universo, motivando os estudantes a investigarem e questionarem o mundo ao seu redor. Essa compreensão do cosmos não apenas enriquece o currículo escolar, mas promove uma visão mais ampla e holística do conhecimento, preparando os estudantes para enfrentar os desafios do século XXI com uma mente aberta e uma apreciação pela beleza e complexidade do cosmos.

De acordo com Batista (2016), nos últimos anos, o ensino de Astronomia tem sido objeto de diversas pesquisas na área de Ensino de Ciências, dentre alguns, destacamos: Leite (2002); Mees (2004); Pedrochi; Neves (2005), Langhi; Nardi (2005); Todas essas pesquisas evidenciam que é preciso direcionar uma atenção especial para o ensino de Astronomia, pois ele apresenta diversos problemas que perpassam a formação inicial dos professores que ministram essa temática, os problemas com livros didáticos, as propostas de ensino desconexas de referenciais teóricos que podem conduzir o trabalho docente, entre outros.

A complexidade do ensino de Astronomia, aliada aos desafios enfrentados pelos educadores, demanda uma análise crítica do estado atual da produção acadêmica relacionada ao Ensino de Astronomia. A ausência de uma abordagem consistente e alinhada aos referenciais teóricos adequados pode contribuir para a perpetuação de problemas observados, como a falta de conexão entre as propostas de ensino e a realidade dos estudantes.

Neste contexto, torna-se imperativo desenvolver propostas para o ensino de Astronomia que contemple a complexidade do tema e que se baseie em uma teoria de aprendizagem que sustente todas as etapas propostas.

Dessa maneira, a problemática central deste estudo concentra-se em como superar os desafios existentes no ensino de Astronomia, especialmente no que se refere ao tema Sistema Solar. Assim, por meio do desenvolvimento e implementação de uma proposta fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e na abordagem *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* (STEAM), visando aprimorar a qualidade do ensino e promover uma aprendizagem mais efetiva e significativa para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental em uma instituição privada de ensino na região Centro-Oeste do estado do Paraná.

Nessa perspectiva, objetiva-se avaliar o potencial didático de uma proposta para o ensino do Sistema Solar, sustentada na TAS e na abordagem STEAM em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental. Para tanto, elencou-se os seguintes objetivos específicos:

i) Analisar o estado recente da produção acadêmica relacionada ao Ensino de Astronomia e a Teoria da Aprendizagem Significativa.

ii) Desenvolver¹ uma proposta para o ensino do tema Sistema Solar que seja potencialmente significativa.

iii) Identificar os subsunçores dos estudantes participantes da proposta a respeito do Sistema Solar.

iv) Analisar os mapas mentais produzidos pelos estudantes ao final da implementação da proposta.

v) Avaliar a proposta de ensino.

Neste interim, estabelecemos que este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro se estabelece a partir desta introdução como recomenda o *template* do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica essencial para o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, é introduzida a TAS de Ausubel,

¹ Entendemos que esse é um verbo de ação e que não sustenta um objetivo de pesquisa, no entanto, em uma reunião de coordenadores da Área de Ensino da Capes, ocorrida em 15 e 16 de junho de 2023, achou-se pertinente para os Mestrados Profissionais inserirem um objetivo específico que fizesse menção ao produto educacional, visto que, uma pesquisa de natureza translacional, pressupõe um desenvolvimento técnico (produto educacional) associado.

destacando os conceitos cruciais de subsunçores, organizadores avançados, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Em seguida, apresenta-se a abordagem STEAM, delineando como os princípios de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática podem ser integrados ao ensino de Astronomia. Por fim, uma introdução específica à Astronomia, focada no tema Sistema Solar, contextualiza o cenário educacional, preparando o terreno para a proposta de ensino.

O terceiro capítulo detalha o encaminhamento metodológico adotado no estudo, iniciando com a caracterização do trabalho, elucidando objetivos, público-alvo e contexto de implementação. Em seguida, apresenta-se os instrumentos de coleta de dados como questionário para identificação de subsunçores, atividades de organização avançada do conhecimento e mapas mentais. A proposta de ensino, concebida como produto educacional, é apresentada como o cerne metodológico para alcançar os objetivos estabelecidos.

O quarto capítulo concentra-se na análise e discussão dos resultados obtidos ao longo da pesquisa. Inicialmente, são apresentados os dados oriundos do questionário para identificação dos subsunçores, fornecendo *insights* acerca das concepções prévias dos estudantes. Em seguida, o relato de experiência detalhado destaca os momentos cruciais durante a implementação da proposta de ensino. O capítulo culmina com a análise dos mapas mentais produzidos pelos estudantes, proporcionando uma avaliação abrangente com a assimilação e integração das informações, evidenciando a eficácia da abordagem proposta. E, por fim o capítulo 5 mais uma vez como recomendação do MNPEF, apresenta as considerações finais do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução à Teoria da Aprendizagem Significativa

Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel (1963) tem como objetivo investigar os processos e mecanismos envolvidos na construção da estrutura cognitiva do indivíduo. Em sua abordagem, a estrutura cognitiva prévia do aprendiz é considerada o elemento chave e a principal variável isolada que afeta diretamente a aprendizagem e a assimilação de novos conhecimentos. Dessa maneira, é fundamental que o professor não despreze o conhecimento e os conceitos trazidos pelo estudante, e que o mundo do estudante seja observado como um fenômeno de conceitos. Seguindo essa perspectiva, é importante destacar que os conceitos não emanam do mundo do professor, mas do mundo do estudante (Botari *et al.*, 2012).

A TAS tem sido amplamente discutida no campo da psicologia da educação e de acordo com Ausubel (1963), um dos principais expoentes dessa abordagem, Aprendizagem Significativa ocorre quando o novo conhecimento é relacionado de maneira não-arbitrária e substancial com o que o estudante já sabe (Ferreira; Couto; Silva Filho, 2021). Para ele “A aprendizagem significativa ocorre quando o novo material a ser aprendido é relacionado com conceitos ou proposições relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de modo não arbitrário e substantivo” (Ausubel, 2003, p. 33).

Portanto, para Ausubel (2003) a Aprendizagem Significativa não se resume a um simples processo de memorização, mas a um processo de construção do conhecimento a partir da relação entre conceitos e ideias já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Com isso, a Aprendizagem Significativa se torna uma ferramenta valiosa para uma educação mais eficiente e duradoura.

Assim, alcançar a Aprendizagem Significativa é um processo fundamental na educação e na construção do conhecimento, e segundo Ausubel (1963), ela só ocorre quando uma nova informação é relacionada com um aspecto específico e relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Essa

interação entre a nova informação e a estrutura de conhecimento específica é chamada por Ausubel de “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”. Segundo Moreira (1995, p. 153):

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, isto é, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Dessa maneira, compreender como ocorre a Aprendizagem Significativa é crucial para a prática pedagógica, e ao considerar a estrutura cognitiva prévia do estudante como um elemento chave para a aprendizagem, o professor pode criar estratégias pedagógicas que promovam a construção de conhecimento de maneira significativa. Por meio da identificação dos subsunçores, é possível conectar novas informações aos conhecimentos prévios do estudante e promover uma aprendizagem mais significativa e duradoura (Silva Filho; Ferreira, 2022; Silva Filho *et al.* 2022).

De acordo com Ausubel (1963), a Aprendizagem Significativa é contrária ao modelo tradicional de aprendizagem mecânica, pois, nesse tipo de aprendizagem, o processo de ensino e aprendizagem é considerado arbitrário e pouco acolhedor, no qual o estudante não é o sujeito ativo do conhecimento, mas um mero espectador. O estudante não é capaz de produzir novas ideias ou conceitos a partir do conhecimento que já possui, limitando-se a memorizar e reproduzir conceitos previamente adquiridos.

De acordo com Präss (2012), a Aprendizagem Significativa ocorre quando novas ideias são relacionadas de maneira lógica e explícita com ideias já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Além disso, ela é caracterizada pela sua substantividade, na qual o aprendiz é capaz de compreender o significado do conteúdo ensinado e expressá-lo com suas próprias palavras.

Segundo Moreira (1995), Ausubel categorizou a Aprendizagem Significativa em três, preparamos um quadro para compreender essas aprendizagens significativas:

Quadro 01 - Os tipos de aprendizagem Significativa.

Teoria	O que é?	Como Funciona?	Exemplos
Aprendizagem Representacional	Este é o tipo mais básico de aprendizagem significativa.	Envolve atribuir significados a símbolos, geralmente palavras. Significa identificar o significado desses símbolos em relação aos seus referentes, que podem ser objetos, eventos ou conceitos.	Se você aprende que a palavra "Sol" representa o grande astro no centro do Sistema Solar que fornece luz e calor à Terra, você realizou uma aprendizagem representacional.
Aprendizagem de Conceitos	Esta é, de certa maneira, uma extensão da aprendizagem representacional.	Envolve representar conceitos por meio de símbolos particulares, que são genéricos ou categorizados. Esses símbolos representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, isto é, padrões recorrentes em eventos ou objetos.	Se você entende o conceito de "triângulo" como uma figura geométrica com três lados e três ângulos, você realizou uma aprendizagem de conceitos.
Aprendizagem Proposicional	Distingue-se da aprendizagem representacional.	Nesse tipo de aprendizagem, a tarefa não é apenas entender o significado de palavras isoladas ou combinadas, mas compreender o significado de ideias expressas sob a maneira de proposições. Em outras palavras, é entender o significado que vai além da soma dos significados das palavras ou conceitos na proposição.	Se você compreende a proposição "A Terra gira ao redor do Sol" não apenas como a combinação de palavras, mas entendendo o significado mais amplo e a relação entre essas palavras, você realizou uma aprendizagem proposicional.

Fonte: Elaboração própria com base em Moreira (1995).

Essencialmente, Ausubel propõe uma progressão hierárquica em que a aprendizagem representacional é a base, seguida pela aprendizagem de conceitos e, finalmente, a aprendizagem proposicional, que envolve um entendimento mais profundo das relações entre conceitos expressos em proposições.

2.1.1 Subsunçores

Dentro desse arcabouço teórico, é imperativo compreender a centralidade da Aprendizagem Significativa, conforme destacado por Ausubel (Moreira, 1995). A Aprendizagem Significativa é inextricavelmente ligada ao papel desempenhado pelos subsunçores, que atuam como elementos facilitadores na incorporação de novas informações à estrutura cognitiva do aprendiz. Essa relação simbiótica entre Aprendizagem Significativa e subsunçores constitui a base para uma compreensão mais profunda dos processos cognitivos envolvidos na assimilação de conhecimento.

Dessa maneira, o entendimento do subsunçor é essencial, imaginemos que no contexto do Sistema Solar, pode-se considerar o conceito de subsunçores como elementos prévios de conhecimento que facilitam a compreensão de novas informações acerca de astros, planetas e fenômenos celestes. Por exemplo, se um estudante já possui conhecimentos acerca da órbita dos planetas ao redor do Sol, os tamanhos relativos dos planetas ou as propriedades dos corpos celestes, esses conhecimentos prévios servirão como subsunçores segundo Ausubel (1963). Assim, ao introduzir informações mais detalhadas acerca de um planeta específico, como suas características atmosféricas ou sua composição geológica, a presença desses subsunçores pode facilitar a assimilação e compreensão dos conceitos. A relação entre um conhecimento e outro pode facilitar a elaboração de novos conhecimentos pelo estudante.

No contexto do que definimos como conhecimento prévio, identificamos elementos distintivos, tais como ideias e conceitos. É essencial compreender que o conhecimento não emerge de maneira aleatória; ao contrário, requer um processo de aprendizado para se configurar como uma Aprendizagem Significativa.

No âmbito da aquisição de conceitos, destacam-se dois processos fundamentais: formação e assimilação. A formação de conceitos assume preponderância durante a fase pré-escolar, enquanto a assimilação torna-se proeminente em ambientes escolares e os de formação cognitiva, por exemplo

um indivíduo adulto que vai a uma escola de música, isto é, o indivíduo pode ter uma noção de instrumentalização, mas ao assimilar com as aulas ele adquire as técnicas para realizar suas habilidades. Na formação de conceitos, o aprendiz desenvolve entendimentos acerca dos objetos, eventos e propriedades por meio de experiências e interações sociais. Por exemplo, o conceito de música pode ser formado a partir da vivência auditiva e do compartilhamento cultural com exemplificamos acima (Sousa; Silvano e Lima, 2018).

A TAS, fundamentada nas contribuições de Ausubel (1963), destaca a importância da assimilação como um processo-chave no desenvolvimento cognitivo e ocorre quando novos conceitos ou proposições, potencialmente significativos, são incorporados à estrutura cognitiva do indivíduo. Essa integração não se dá de maneira isolada, mas sob a influência de ideias ou conceitos mais amplos e inclusivos preexistentes na mente do aprendiz. O processo de assimilação é vital para a construção de conhecimento, servindo como um mecanismo pelo qual novas informações se conectam e enriquecem o entendimento existente. Dessa maneira:

[...] a assimilação é um processo que ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativo, e assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do mesmo (Moreira, 1995, p. 156).

Neste contexto, ressoa a afirmação de Moreira (1995) acerca da assimilação como um fenômeno intrínseco ao aprendizado significativo. Ele sublinha que a assimilação não apenas denota a incorporação de novas informações, mas evidencia a capacidade do aprendiz em relacionar o novo conhecimento a estruturas cognitivas preexistentes. O autor destaca que essa integração pode assumir diversas caracterizações, como exemplos, extensões, elaborações ou qualificações dos conceitos já existentes. Assim, a assimilação emerge como um processo dinâmico e essencial na construção do conhecimento, em que a interação entre o antigo e o novo se revela como um elemento fundamental na promoção da aprendizagem com significado.

Ao adentrarmos nas nuances do processo de Aprendizagem Significativa proposto por Ausubel, é essencial compreender as diferentes

maneiras pelas quais novas informações se integram à estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse contexto, destacam-se três categorias fundamentais: aprendizagem subordinada, superordenada e combinatória. Cada uma destas categorias reflete como a mente organiza e assimila conhecimentos, seja incorporando detalhes específicos, abraçando conceitos mais amplos ou integrando informações de maneira única. O Quadro 02 visa explicar essa diferenciação.

Quadro 02: Tipos de Aprendizagem.

Teoria	O que é?	Exemplos
Aprendizagem Subordinada	Imagine que sua mente é como uma casa e já possui algumas salas (ideias ou conceitos). Agora, quando você aprende algo novo que se encaixa perfeitamente em uma dessas salas existentes, isso é chamado de aprendizagem subordinada.	Se você já tem conhecimento acerca de planetas e aprende acerca de Marte, que é um planeta específico, isso é uma aprendizagem subordinada.
Aprendizagem Superordenada	Agora, pense que já conhece bastante acerca de planetas individuais e, em seguida, aprende algo mais amplo, como "corpos celestes". Isso é chamado de aprendizagem superordenada, pois é uma ideia mais geral e abrangente no contexto do sistema solar.	Se você já conhece vários planetas e, em seguida, aprende acerca de "corpos celestes", que engloba planetas, luas, asteroides, etc., isso é uma aprendizagem superordenada.
Aprendizagem Combinatória	Agora, pense em uma sala especial em sua mente para coisas únicas, que não se encaixam diretamente nas salas existentes. Quando você aprende algo que não se relaciona diretamente com o que já sabe acerca de planetas, mas ainda é significativo, isso é uma aprendizagem combinatória.	Se você já tem conhecimento acerca de planetas e, em seguida, aprende acerca de "gravidade", que não se encaixa diretamente na categoria de planetas, mas é relevante de maneira geral para o sistema solar, isso é uma aprendizagem combinatória.

Fonte: Elaboração própria com base em Moreira (1995).

Dessa maneira, a categorização apresentada (subordinada, superordenada e combinatória) revela-se como um guia valioso para compreender o intrincado processo de assimilação de novos conhecimentos. Vale observar que essa classificação não apenas complementa, mas dialoga de maneira coerente com as anteriores categorias de aprendizagem propostas por Ausubel (representacional, de conceitos e proposicional). Assim, ao explorarmos as intrincadas conexões entre o já conhecido e o recém-adquirido, emerge uma

compreensão mais holística acerca de como a mente humana constrói significado e enriquece sua estrutura cognitiva.

2.1.2 Organizadores Avançados

É importante ressaltar que o termo organizador avançado também é conhecido como organizador prévio na TAS de Ausubel, os termos diferem apenas por uma questão de tradução do original. O autor também faz o uso destes como uma estratégia deliberada para manipular a estrutura cognitiva, com o objetivo de facilitar a Aprendizagem Significativa. Segundo Moreira (1995, p. 155), “organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si”.

Portanto, a principal finalidade dos organizadores avançados reside em atuar como mediadores entre o conhecimento preexistente do aprendiz e as novas informações que se almeja adquirir. Essa função é essencial para viabilizar a aprendizagem significativa do material. Em termos mais simples, os organizadores avançados desempenham um papel crucial ao estabelecer vínculos entre o conhecimento prévio do aprendiz e as informações necessárias, tornando mais acessível a assimilação do novo conhecimento de maneira mais profunda e com significado (Moreira, 1995).

Um dos princípios de sua formulação e uso envolvem três fatores principais: a) a identificação da **importância potencial** de determinadas ideias para a cognição; b) a **clarividência de materiais gerais e inclusivos implicam possibilidades mais concretas de elucidação e de integração cognitiva**; e, por fim, c) que eles são tanto mais qualificados quanto possível clarificar as suas relações com a estrutura do conhecimento e as formas de aprendizagem (Ferreira *et al.* 2020).

A estratégia proposta por Ausubel (1963) reflete uma abordagem consciente na facilitação do processo de aprendizagem, reconhecendo a importância de ancorar novos conceitos em estruturas cognitivas já existentes. Essa abordagem visa criar uma base sólida para a assimilação de novas informações, promovendo uma aprendizagem mais duradoura e significativa.

2.1.3 Diferenciação Progressiva

A Diferenciação Progressiva, fundamentada na teoria de Ausubel, Novack e Hanisian (1980), é uma estratégia educacional que visa estruturar o aprendizado de maneira sequencial e hierárquica. Nessa abordagem, os conteúdos mais abrangentes são inicialmente apresentados ao estudante, proporcionando uma visão global do conhecimento a ser assimilado. O princípio subjacente é a compreensão de que a assimilação efetiva ocorre de maneira mais eficiente quando se parte de conceitos amplos para, gradualmente, diferenciar em elementos mais específicos (Ausubel; Novack; Hanisian, 1980).

No contexto da Diferenciação Progressiva, a apresentação ordenada dos conceitos possibilita ao estudante estabelecer conexões significativas entre o conhecimento prévio e as novas informações. A sequência lógica de apresentação dos conteúdos facilita a assimilação, proporcionando uma base sólida para a compreensão dos detalhes mais específicos. Ao começar com ideias mais inclusivas, os estudantes são guiados em uma jornada cognitiva que reflete a progressão natural da consciência diante de um novo campo de conhecimento (Ausubel; Novack; Hanisian, 1980).

É crucial observar que a estrutura cognitiva do aprendiz organiza o conhecimento hierarquicamente, com conceitos mais abrangentes ocupando posições superiores. Segundo Silva Filho et al. (2021, p. 13):

Ausubel concebia a estrutura cognitiva humana como sendo, essencialmente, uma estrutura hierarquicamente ordenada de objetos epistemicamente cada vez mais inclusivos, a saber, nomes, conceitos, proposições e teorias, que se organizam como árvores relacionais.

A Diferenciação Progressiva, portanto, respeita essa estrutura e propõe uma metodologia de ensino que segue a ordem natural da mente na assimilação e organização do conhecimento. Ao adotar essa abordagem, os educadores buscam não apenas transmitir informações, mas promover uma aprendizagem mais significativa, duradoura e contextualizada. Essa estratégia contribui para a construção de uma compreensão sólida, onde os estudantes podem integrar novos conhecimentos de maneira mais eficaz, enriquecendo assim sua bagagem cognitiva (Ausubel; Novack; Hanisian, 1980).

2.1.4 Reconciliação Integradora

A Reconciliação Integradora, de acordo com Ausubel, Novack e Hanisian (1980), representa uma estratégia pedagógica que se integra à Diferenciação Progressiva, buscando aprofundar a aprendizagem de maneira mais abrangente. Esta abordagem se desenrola quando são exploradas conexões entre conceitos, ressaltando similaridades, diferenças e resolvendo discrepâncias aparentes. Complementando a Diferenciação Progressiva, a Reconciliação Integradora desempenha um papel essencial, visto que cada aprendizagem progressiva naturalmente evolui para uma reconciliação integrativa.

A dinâmica colaborativa entre professor e estudante é um elemento-chave nesse contexto, enfatizando a necessidade de uma troca de significados eficaz. O estudante compartilha seu conhecimento prévio, enraizado na tradição e experiência pessoal, enquanto o professor contribui com conhecimentos subjacentes, abordando fundamentos e metodologias de ensino. Essa interação enriquece o processo educacional, promovendo uma compreensão mais completa e contextualizada do conteúdo (Ausubel; Novack; Hanisian, 1980).

Ao valorizar o conhecimento prévio do estudante, o professor organiza os conteúdos de maneira a permitir que o estudante construa sua própria compreensão, partindo de sua realidade, cultura e vivências. Essa prática fundamental possibilita que a Reconciliação Integradora ocorra de maneira mais eficaz, facilitando a recombinação cognitiva entre ideias, conceitos e proposições já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa abordagem não apenas consolida os fundamentos do conhecimento, mas estimula uma participação ativa e engajada dos estudantes no processo educacional, contribuindo para uma aprendizagem mais profunda e autêntica (Ausubel, Novack e Hanisian, 1980).

Nessa perspectiva tem-se a Aprendizagem Significativa como uma concepção cognitivista, portanto descritiva do processo e não do resultado; assim, o processo de aprendizagem resulta da interação e da organização de material instrucional na estrutura cognitiva do indivíduo. A Aprendizagem

Significativa parte ainda da ideia de que o que mais influencia a aprendizagem é o que o indivíduo já sabe (subsunção), e, que o material de ensino deve se relacionar com a estrutura cognitiva de forma a não-arbitraria, possibilitando a organização avançada, a possibilidade de diferenciação e de reconciliação, o engajamento e, por fim, a capacidade de formular soluções de mesma natureza em categorias distintas de problemas.

2.2 Abordagem STEAM

Conforme Chaves, Ferreira e Ferreira (2021), o modelo educacional brasileiro tem passado por mudanças significativas nas últimas décadas, principalmente no que se refere ao reconhecimento das diferenças individuais dos estudantes e à necessidade de adaptação do método de ensino para atender às suas necessidades específicas. No entanto, apesar dos esforços empreendidos, ainda há muitas críticas quanto ao sistema educacional do País.

Isso se deve, em grande parte, à falta de investimentos em infraestrutura e formação de professores, bem como à falta de políticas públicas efetivas para a melhoria da qualidade do ensino. Além disso, o modelo educacional brasileiro ainda é bastante focado em um método de ensino convencional, que não leva em consideração a diferença individual dos estudantes e as suas diferentes maneiras de aprender. Isso acaba por limitar o potencial dos estudantes.

Chaves, Ferreira e Ferreira (2021) afirmam que a metodologia de educação STEAM propõe a integração de conhecimentos em Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática a fim de preparar os estudantes para desafios da sociedade e do mercado de trabalho; dessa maneira, a abordagem STEAM caracteriza-se como uma abordagem interdisciplinar.

O modelo STEAM permite a interdisciplinaridade e o aprendizado por meio da colaboração entre os estudantes, tornando o ensino mais desafiador e atrativo. Para implementar a metodologia, é necessário preparar os professores e escolher caminhos para apresentar os conceitos de maneira integrada, como o de oficinas e debates em sala de aula. Tal abordagem também ajuda no desenvolvimento de competências socioemocionais e pode ser aplicada por

meio de problemas reais e ferramentas tecnológicas. A integração de disciplinas para ensinar pode ser um caminho positivo para a educação.

A implementação da abordagem STEAM nas escolas visa integrar diferentes áreas do conhecimento com o objetivo de estimular a criatividade, inventividade, empatia, humanismo, e a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes indispensáveis para a vida atual, como o pensamento computacional e a mentalidade ‘faça você mesmo’ da cultura maker (Graça *et al.*, 2020).

A boa aplicação da abordagem educacional baseada no STEAM, tendo por referência fundamentação teórica apropriada, tem potência de causar mudança significativa na educação e nas salas de aula, visto que promove o protagonismo do estudante, incentiva a inovação e a colaboração, fortalecendo o processo de ensino-aprendizagem (Graça *et al.*, 2020).

O êxito na adoção de uma Educação inovadora depende da criação de um ambiente que favoreça a participação dos envolvidos, permitindo que se envolvam e contribuam, aumentando o senso de pertencimento e responsabilidade. É crucial que todos os atores da educação mudem sua mentalidade para garantir uma experiência educacional rica e engajadora. Assim, a abordagem STEAM pode levar à inovação na sala de aula e incentivar a descoberta, sendo aplicável em cinco áreas distintas: Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (Lorenzin, 2019).

As etapas descritas são ferramentas valiosas para guiar os estudantes na criação e execução de projetos que permitem uma abordagem lúdica e interdisciplinar, favorecendo o pensamento crítico e científico. Essa metodologia pode ser aplicada em diferentes níveis educacionais, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio e em todas as áreas do conhecimento, promovendo uma maior integração entre elas e o desenvolvimento de habilidades e competências.

A partir da utilização dessa abordagem pedagógica, os estudantes são estimulados a desenvolver suas habilidades de maneira autônoma, interativa e colaborativa, por meio da construção, criação, teste e resolução de problemas relacionados ao seu projeto.

De acordo com Pugliese (2020), o enfoque na abordagem STEAM promove uma aprendizagem por meio da experimentação, que é uma das mais utilizadas no Brasil. Ao colocar em prática metodologias ativas, os estudantes têm a chance de lidar com Matemática, Ciências, Artes, Engenharia e Tecnologia de maneira inventiva e numa abordagem investigativa.

2.3 Introdução à Astronomia: noções básicas para a compreensão do Sistema Solar

A Astronomia é considerada a mais antiga Ciência datada, responsável pelo estudo da origem, formação, composição, variedade e interação entre os astros, corpos celestes e fenômenos que ocorrem em todo o universo, como o Sol, a Lua, estrelas, planetas, cometas, nebulosas, galáxias e toda a imensidão presente fora da atmosfera terrestre.

O surgimento da Astronomia remonta às primeiras civilizações que observavam o céu para determinar a época adequada para plantio/colheita de suas lavouras, e posteriormente, para estruturar seus calendários. Esses povos também construía monumentos em pedra que, combinados com a posição do Sol, determinavam as passagens de tempo, estações do ano e solstícios (Sagan, 1996).

Ao longo da história, diversos filósofos impulsionaram o estudo da Astronomia, como Aristóteles (2006), que esclareceu a influência da luz solar nas fases da Lua e argumentou que elas eram causadas pela interação entre o Sol, a Lua e a Terra. Ele afirma que quando a Lua está entre a Terra e o Sol, ela é iluminada pelo Sol em seu lado oposto. Já quando a Terra está entre a Lua e o Sol, a luz solar é bloqueada pela Terra, evoluiu em uma Lua nova. Porém, ao falar de Astronomia estabeleceu uma das mais belas passagens no que diz respeito ao estudo desta área:

Todas as pessoas que têm olhos podem ver as estrelas, mas eles não podem compreender o que elas são ou como elas são organizadas. É necessário, portanto, que estudemos a astronomia e a astrologia, se quisermos compreender os movimentos dos corpos celestes, sua natureza e suas propriedades (Aristóteles, 2006, p. 13).

Outros filósofos que trataram acerca da Astronomia foram Aristarco, Erastóstenes e Ptolomeu. Aristarco foi o primeiro a levantar a hipótese de que a Terra fazia o movimento de translação (Rosa, 2012). Erastóstenes, quem mediu com precisão o diâmetro terrestre estabelecendo que a circunferência da Terra era de 252.000 estádios (Estrabão, 1967), e Ptolomeu foi responsável por discutir os movimentos dos planetas,

No século XVI, Nicolau Copérnico, apoiando-se firmemente na relatividade do movimento, propôs um sistema cosmológico no qual, entendia como circulares as trajetórias dos corpos celestes (Batista; Vieira; Oliveira, 2022), isto é, admitia que os planetas do nosso Sistema Solar descreviam trajetórias circulares, das quais o Sol ocupava o centro (Calçada; Sampaio, 1998).

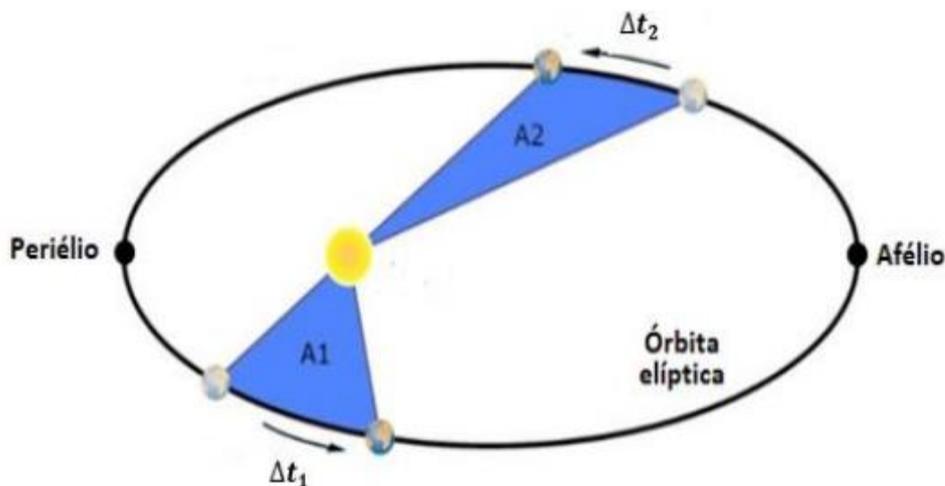
Dois dos mais fervorosos e influentes adeptos da teoria copernicana foram Galileu e Kepler. Kepler propôs-se demonstrar experimentalmente que a teoria copernicana estava correta; para isto aceitou trabalhar com Tycho Brahe, diretor do Observatório de Praga e que dividia com Galileu as honras de maior astrônomo da época.

Após alguns anos de análise dos dados constituídos por Tycho Brahe, Kepler concluiu que de maneira alguma as órbitas dos planetas poderiam ser consideradas circulares, visto que sua análise indicava claramente que a trajetória de Marte era uma elipse da qual o Sol ocupava um dos focos. Ao se dedicar ao estudo das trajetórias dos planetas descobriu que os diversos planetas descreviam órbitas elípticas, das quais o Sol sempre ocupava um dos focos, esse resultado é atualmente conhecido como 1ª Lei de Kepler, ou Lei das órbitas, e pode ser descrito como: a trajetória de cada planeta é uma elipse, da qual o Sol ocupa sempre um dos focos (Tipler; Mosca, 2006).

A *Nova Astronomia Etiológica*, publicada em 1609, trazia ainda uma outra descoberta de Kepler, a de que os planetas em suas órbitas elípticas, se movem mais lentamente quando estão mais afastados do Sol, e mais rapidamente quando estão mais próximos. Procurando relacionar tais fatos, Kepler percebeu que se imaginássemos um planeta qualquer ligado ao Sol por meio de um fio elástico o movimento desse planeta manteria constante a razão $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ entre a

área ΔA varrida pelo fio e o intervalo de tempo Δt durante o qual a área foi varrida. Esse resultado é conhecido atualmente como 2ª Lei de Kepler, ou Lei da Áreas, e é enunciado da seguinte maneira, a velocidade areolar de cada planeta é constante, isto é, o raio vetor (vetor do Sol até o planeta) varre áreas iguais em tempos iguais como mostra a Figura 01.

Figura 01 - Trajetória elíptica descrita por um planeta hipotético em torno do Sol.



Fonte: Vieira, Batista e Ramos (2021, p. 64).

Pode-se matematicamente escrever a segunda lei de Kepler da seguinte maneira:

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta A_2}{\Delta t_2}, \quad (1)$$

em que ΔA representa a área e Δt , o intervalo de tempo.

Assim, quando o planeta descreve sua órbita no sentido do periélio para o afélio o movimento descrito é considerado retardado, e quando o planeta descreve sua órbita no sentido do afélio para o periélio o movimento descrito é considerado acelerado (Vieira; Batista; Ramos, 2021).

Para um entendimento matemático desse resultado tomemos a definição da grandeza² momento angular (L) como $L = (\mathbf{r} \times \mathbf{p}) = (\mathbf{r} \times m\mathbf{v})$, quando tal grandeza derivada em relação ao tempo tem-se:

² A grandezas vetoriais serão representadas nesse texto com negrito.

$$\dot{\mathbf{L}} = \frac{d}{dt}(\mathbf{r} \times m\mathbf{v}) \quad (2)$$

$$\dot{\mathbf{L}} = \dot{\mathbf{r}} \times m\mathbf{v} + \mathbf{r} \times m\dot{\mathbf{v}} \quad (3)$$

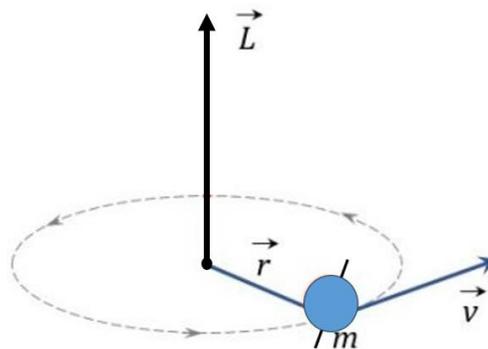
$$\dot{\mathbf{L}} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad (4)$$

$$\dot{\mathbf{L}} = \mathbf{r} \times F(r) \frac{\mathbf{r}}{r} \quad (5)$$

$$\dot{\mathbf{L}} = \mathbf{0}. \quad (6)$$

Nota-se que $\dot{\mathbf{L}} = \mathbf{0}$ (constante ($L = 0$)) e, portanto, há a conservação da quantidade de movimento angular. A Figura 02, retrata a constância de L .

Figura 02 - Plano da órbita do planeta.

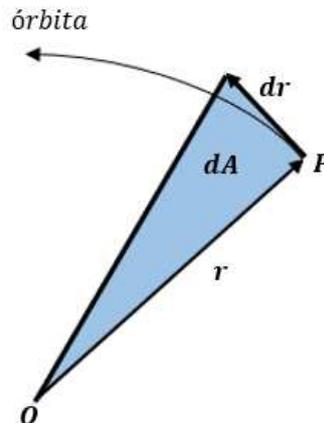


Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir da Figura 02, pode-se dizer que o trajeto do planeta não “escapa” do plano perpendicular a L . Esse plano contém toda a trajetória sendo r sempre ortogonal a L . Assim, infere-se que r varrerá pontos que estarão sempre dentro de um plano ortogonal a L e passando pela origem, quando L for constante (Watari, 2003).

Considere agora uma parte infinitesimal de certo trajeto de um planeta que corresponda, a partir de um ponto P , um deslocamento $d\mathbf{r}$, conforme Figura 03 (Nussenzveig, 2002).

Figura 03 - Área varrida pelo raio vetor.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir da Figura 03, é possível perceber um vetor \mathbf{r} ligando o centro O ao ponto P e varrendo uma área sombreada dA dada como:

$$A = \frac{1}{2} |\mathbf{r} \times d\mathbf{r}| \quad (7)$$

Sendo que o tempo da área varrida por \mathbf{r} com a taxa de variação, também chamada de velocidade areolar, é dada como:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} \left| \mathbf{r} \times \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right| \quad (8)$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} |\mathbf{r} \times \mathbf{v}|. \quad (9)$$

Mas, $\mathbf{p} = m\mathbf{v} \rightarrow \mathbf{v} = \frac{\mathbf{p}}{m}$, então:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2m} |\mathbf{r} \times \mathbf{p}| \quad (10)$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} \quad (11)$$

A magnitude do momento angular e velocidade areolar são diretamente proporcionais. Assim, pode-se afirmar que:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} = \text{constante}, \quad (12)$$

corroborando o resultado já apresentado anteriormente como Lei das áreas.

Dez anos depois de publicar *a Nova Astronomia Etiológica*, Kepler publicou um novo livro, intitulado *Harmonias do Mundo*. Nesse ele enunciou a última lei que regia o movimento planetário. Essa lei, que é conhecida com 3ª Lei de Kepler, ou Lei dos períodos, pode ser enunciada da seguinte maneira: o quadrado do tempo necessário para um planeta completar uma volta em torno do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da sua órbita.

$$T^2 \propto R^3. \quad (13)$$

As leis de Kepler foram obtidas por indução empírica e se limitavam a descrever os movimentos que a observação direta associava aos diversos planetas do nosso Sistema Solar, mas não fornecia qualquer informação teórica do porquê de tais movimentos acontecerem. Assim, um problema que ainda se precisava resolver na época era: *quais as forças que atuam sobre um dado planeta, fazendo com que ele se mova numa trajetória elíptica como descoberta por Kepler?*

Newton se interessou muito pelo problema e, resolveu-o algum tempo após, supondo que as leis da Mecânica descritas por Galileu e por ele próprio, eram validas não apenas para corpos situados na superfície da Terra, mas para quaisquer corpos em quaisquer situações.

Tomando por base a noção de aceleração centrípeta já descrita no momento e as leis de Kepler, Newton descreve a lei do inverso do quadrado. De acordo com Dias *et al.* (2004), essa formulação seria, apenas, uma parte da Gravitação Universal. A descoberta importante feita por Newton seria a interação mútua, isto é, as interações de corpos que atraem e são atraídos. A partir do exposto pode-se dizer que a Lei do inverso do quadrado pode ser evidenciada a partir da lei de Kepler, conhecida hoje por nós como Lei dos Períodos.

Em 1714, Newton chega a afirmar que havia chegado à ideia Lei do inverso do quadrado ($F \propto \frac{1}{d^2}$), a partir da junção da 3ª lei de Kepler ($T^2 \propto r^3$) e pela tendência centrífuga que em uma notação atual pode ser expressa por $a = \frac{v^2}{r}$.

Para entender a Lei do inverso do quadrado³ deve-se partir da força centrípeta

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}, \quad (14)$$

mas

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad (15)$$

em que T é o período do movimento. Substituindo (15) em (14), tem-se:

$$F = m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} \quad (16)$$

$$F = m \cdot (2\pi)^2 \cdot \frac{r^2}{T^2 r} \quad (17)$$

$$F = m \cdot (2\pi)^2 \cdot \frac{r^2}{T^2} \cdot \frac{1}{r} \quad (18)$$

$$F = m \cdot (2\pi)^2 \cdot \frac{r}{T^2}. \quad (19)$$

Multiplicando o numerador e o denominador por r^2 :

³ Para essa demonstração, utilizaremos apenas o módulo das grandezas físicas envolvidas.

$$F = m. (2\pi)^2 \cdot \frac{r^3}{T^2} \cdot \frac{1}{r^2}. \quad (20)$$

Lembramos que a terceira Lei de Kepler é dada por:

$$\frac{r^3}{T^2} = k = \text{constante} \quad (21)$$

Assim,

$$F = \left[m. (2\pi)^2 \cdot \frac{r^3}{T^2} \right] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (22)$$

$$F = [\text{constante}] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (23)$$

$$F = [G.M.m] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (24)$$

Onde G é a constante gravitacional e M e m as massas que se atraem mutuamente e r a distância entre as massas,

Assim, numa linguagem simplificada podemos dizer que: *no Universo, duas quaisquer partículas se atraem, sendo o módulo da força de atração que uma exerce sobre a outra diretamente proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas*, podendo seu módulo ser representado algebricamente pela equação.

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}, \quad (25)$$

em que G é uma constante de proporcionalidade denominada constante gravitacional. Seu valor foi determinado medindo a força entre dois corpos de massas inerciais dadas, situados a uma distância dada. Esta determinação foi feita pela primeira vez por Cavendish em 1797.

Essa constante é uma constante universal e não depende dos corpos nem da distância entre eles ou do meio que os envolve, depende somente do sistema de unidades utilizado. No Sistema Internacional, esse valor é:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 / kg^2.$$

Essa é a Física que sustenta nosso entendimento em Astronomia Planetária, do porquê os planetas não deixam suas órbitas. Atualmente, a Astronomia é dividida em oito ramos: Astronomia Planetária, Astrobiologia, Astrofísica, Astroquímica, Astrometria, Astronomia Estrelar, Astronomia Galáctica e Cosmologia. Cada um desses ramos tem suas particularidades e objetivos específicos de estudo.

Ela é uma Ciência fascinante que pode despertar o interesse de estudantes de todas as idades, além de proporcionar uma visão ampla do universo e dos fenômenos que nele ocorrem. O ensino da Astronomia também pode contribuir para o aumento da motivação e interesse dos estudantes em relação às disciplinas relacionadas à Ciências e Física. No entanto, é comum que o ensino da Astronomia seja negligenciado nas escolas, especialmente no Ensino Fundamental (Batista, Fusinato e Ramos, 2017). Nesse sentido, é importante refletir a respeito das abordagens pedagógicas utilizadas para o ensino da Astronomia e sua passagem na promoção do aprendizado significativo dos estudantes.

Essa afirmação é corroborada por estudos na área, que apontam que o ensino de Astronomia pode estimular o interesse dos estudantes em Ciências e Matemática, além de fornecer a compreensão de fenômenos naturais e processos físicos (Batista; Fusinato; Ramos, 2017; Santos *et al.* 2023).

A Astronomia tem exercido um papel de relevância indiscutível ao longo da história da humanidade, fundamentando-se em suas contribuições multifacetadas para diversas esferas do conhecimento humano. Por meio dela, logramos estabelecer referências temporais, tais como as estações do ano, a medida do tempo, a determinação de posições celestes e a elaboração de calendários, configurando-se, assim, como uma disciplina intrinsecamente

conectada ao tecido social. Sob a perspectiva tecnológica, é pertinente mencionar o desenvolvimento de computadores, linguagens computacionais e as comunicações via satélite, os quais se originaram, em parte, da necessidade de aprimorar os métodos de investigação e análise astronômica (Maragni, 2022).

A observação astronômica, por sua vez, figura como uma das mais antigas Ciências praticadas pela humanidade, remontando a períodos primordiais em que os corpos celestes, em sua majestosa trajetória pela esfera celeste, eram retratados em paredes de cavernas e monumentos, símbolos da admiração e reverência do ser humano perante o cosmos. Tal veneração dos astros deu origem ao estudo sistemático de sua natureza e movimentos, suscitando questionamentos acerca de sua composição, dinâmica e distância, entre outros aspectos fundamentais (Maragni, 2022).

Assim, ressaltamos que o Sol e o Sistema Solar desempenham papéis cruciais na configuração e manutenção da vida na Terra, exercendo influência direta acerca da dinâmica climática e os ciclos biológicos do planeta. Enquanto o Sol se destaca como fonte primordial de energia, responsável por sustentar a vida por meio da irradiação de luz e calor, o Sistema Solar configura-se como um intrincado arranjo de corpos celestes, tais como planetas, luas e asteroides, que orbitam em torno de sua estrela central. O Sol é o núcleo do sistema solar, sendo uma imensa esfera de plasma composta predominantemente por hidrogênio e hélio, cujas reações nucleares internas geram uma quantidade colossal de energia irradiada para o espaço, influenciando os fenômenos astrofísicos e climáticos de nosso sistema planetário. Estima-se que o diâmetro do Sol seja aproximadamente de 1,4 milhões de quilômetros, excedendo em cerca de 109 vezes o diâmetro terrestre, representando 99,86% da massa total do Sistema Solar, com uma massa aproximadamente 333 mil vezes maior que a da Terra (Maragni, 2022).

A composição solar é majoritariamente composta por hidrogênio, correspondendo a aproximadamente 74% de sua massa, e hélio, contribuindo com cerca de 24%, enquanto os 2% restantes consistem em uma variedade de outros elementos e gases. As temperaturas extremas presentes na superfície solar, atingindo cerca de 5.500 graus Celsius, contrastam com as altíssimas

temperaturas no núcleo estelar, onde as reações nucleares fervilham, alcançando milhões de graus Celsius.

O Sistema Solar, por sua vez, constitui um intrincado sistema planetário composto por uma diversidade de corpos celestes que orbitam em torno de nossa estrela central, o Sol. Localizado na vastidão da Via Láctea, especificamente no braço espiral denominado Braço de Órion, o Sistema Solar ocupa uma posição dinâmica dentro da galáxia, situando-se aproximadamente a dois terços do caminho do centro galáctico até a borda da Via Láctea (Maragni, 2022).

No cerne deste sistema, encontra-se o Sol, uma estrela que emite intensa luz e calor, fundamentais para a sustentação da vida nos planetas que o circundam. Os principais protagonistas deste cenário celestial são os oito planetas do sistema planetário solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Acompanhando estes, temos os chamados planetas anões, uma categoria especial que inclui Plutão, Eris, Haumea, Makemake e Ceres, os quais, embora não classificados como planetas tradicionais pela União Astronômica Internacional, compartilham características planetárias e orbitam o Sol, contribuindo para a riqueza e complexidade do Sistema Solar (Maragni, 2022).

Além dos planetas, o Sistema Solar abriga um conjunto diversificado de luas, incluindo a nossa própria Lua, que enriquecem a paisagem celeste. Adicionalmente, asteroides e cometas, muitos deles agrupados no Cinturão de Asteroides entre Marte e Júpiter, adornam os confins do Sistema Solar, enquanto objetos gelados na região do Cinturão de Kuiper e além, como Plutão, adicionam uma camada adicional de fascínio à sua composição (Maragni, 2022).

Fora dos limites do Sistema Solar, encontramos os exoplanetas, planetas que orbitam estrelas além do Sol. Estes corpos planetários foram identificados por meio de observações astronômicas, frequentemente utilizando técnicas que detectam variações sutis na luz de suas estrelas hospedeiras causadas pela presença dos exoplanetas. Este domínio da pesquisa astronômica tem revelado uma gama impressionante de sistemas planetários

distantes, ampliando nosso entendimento da diversidade e complexidade do universo (Maragni, 2022).

A descoberta e estudo dos exoplanetas revestem-se de uma importância ímpar para a compreensão da diversidade e distribuição dos sistemas planetários no universo, fornecendo *insights* cruciais acerca das condições propícias à formação e habitabilidade de planetas em geral. Desde a primeira detecção em 1992, a identificação de milhares de exoplanetas tem desempenhado um papel significativo no avanço do campo da Astrofísica, expandindo consideravelmente nosso conhecimento acerca da vastidão e complexidade do cosmos (Andrade *et al.*, 2023).

Direcionando o foco para um dos corpos celestes mais singulares de nosso sistema planetário, a Terra, destacam-se algumas características fundamentais que delineiam seu funcionamento intrínseco, segundo Maragni (2022):

1. **Órbita e Rotação:** A Terra realiza uma órbita elíptica ao redor do Sol, completando um ciclo em aproximadamente 365,25 dias, definindo assim o período de um ano. Ademais, o planeta gira em torno de seu próprio eixo, completando uma rotação a cada cerca de 24 horas, estabelecendo a duração de um dia.
2. **Atmosfera:** A Terra é envolta por uma atmosfera composta predominantemente por nitrogênio e oxigênio, desempenhando um papel crucial na regulação térmica do planeta, bem como na proteção contra radiações solares nocivas e na manutenção de condições propícias à existência de água no estado líquido.
3. **Hidrosfera:** A presença abundante de água na maneira de oceanos, mares, rios e lagos configura a hidrosfera terrestre, desempenhando um papel vital na sustentação da vida e na modulação dos padrões climáticos.
4. **Geologia:** A Terra apresenta uma estrutura geológica complexa, composta por uma crosta sólida e núcleo interno e externo, predominantemente constituídos por ferro e níquel. A atividade geológica, incluindo a movimentação das placas tectônicas, é responsável por fenômenos como terremoto e vulcanismo.

5. Campo Magnético: O núcleo terrestre gera um campo magnético que atua como um escudo protetor, desviando as partículas carregadas do vento solar e contribuindo para a preservação da atmosfera e das condições favoráveis à vida.
6. Biosfera: A camada da Terra onde se desenvolve a vida, denominada biosfera, engloba uma diversidade de ecossistemas, desde os profundos oceanos até as altas montanhas, sustentando uma ampla variedade de formas de vida e interações biológicas.

Todos esses componentes interagem de maneira intrincada e interdependente, gerando um ambiente singular que sustenta uma vasta gama de formas de vida. Até o momento, a Terra representa o único local conhecido no universo onde a vida prospera. Contudo, os cientistas estão empenhados em explorar, por meio da Astrobiologia, exoplanetas e luas dentro do Sistema Solar, em busca de ambientes que possam abrigar outras manifestações de vida (Maragni, 2022).

As condições fundamentais para a existência de vida, tais como a presença de água líquida e uma atmosfera adequada, desempenham um papel crucial nesse contexto. A detecção de exoplanetas situados na denominada zona habitável onde as condições ambientais são propícias para a existência de água líquida desperta especial entusiasmo. Embora evidências diretas de vida extraterrestre ainda não tenham sido obtidas, a exploração nesse campo prossegue, impulsionada pelos avanços na tecnologia de observação e pelas missões espaciais. Diante da vastidão do universo, a perspectiva de vida para além da Terra continua a suscitar um interesse fascinante entre cientistas e entusiastas da exploração espacial (Maragni, 2022).

Quanto aos satélites, estes podem ser classificados em duas categorias:

Satélites Naturais: Trata-se de corpos celestes que orbitam planetas. Por exemplo, a Lua é o satélite natural da Terra. Alguns planetas, como Júpiter, também possuem múltiplos satélites naturais, conhecidos como luas.

Satélites Artificiais: São artefatos criados pelo ser humano e lançados ao espaço com o propósito de orbitar a Terra ou outros corpos celestes. Esses satélites desempenham uma variedade de funções, incluindo comunicação,

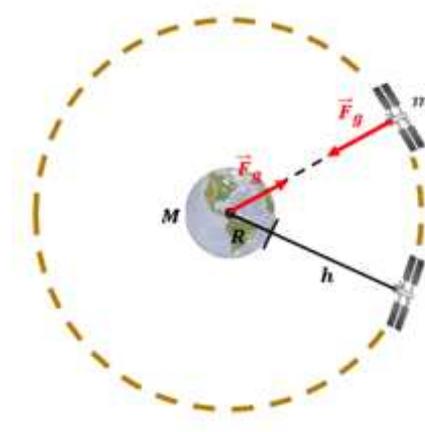
monitoramento climático, navegação por GPS, observação da Terra, pesquisa científica e sistemas de navegação por satélite.

Utilizando o exemplo da Lua, destaca-se que este é o único satélite natural da Terra, orbitando nosso planeta a uma distância média de aproximadamente 384.400 quilômetros. A Lua desempenha funções cruciais, sua força gravitacional mantém a Terra em uma órbita estável ao seu redor, e a interação gravitacional entre a Lua e a Terra resulta em fenômenos como as marés oceânicas, exercendo influência direta sobre nosso planeta. Apesar de sua gravidade ser apenas cerca de 1/6 da terrestre, essa força desempenha um papel determinante nos movimentos celestes e nos ciclos naturais observados na Terra. Missões de exploração à Lua proporcionam uma compreensão mais aprofundada de sua geologia, composição e história, contribuindo para o avanço do conhecimento humano acerca de nosso satélite natural (Andrade *et al.* 2023).

Por outro lado, os satélites artificiais desempenham um papel crucial em nossa vida cotidiana, especialmente no campo das telecomunicações, incluindo telefonia, internet, transmissão de dados, televisão e navegação por satélite. Estes dispositivos são responsáveis pela conectividade global e pela facilitação da comunicação em escala mundial (Maragni, 2022).

Para um entendimento da Física envolvida, considere que um satélite de massa m esteja em órbita circular de raio r em torno da Terra de massa M , Figura 04.

Figura 04 - Representação de um satélite em órbita circular.



Fonte: Vieira, Batista e Ramos (2021, p. 78).

Devemos somar a distância do raio da Terra (R) com a distância da superfície da Terra até o satélite (h), essa distância é a distância do centro da Terra até o satélite, e será definida como r .

$$r = R + h. \quad (26)$$

Tem-se ainda que a força resultante que age sobre o satélite é a força gravitacional \vec{F}_g . No entanto, no Movimento Circular a força resultante recebe o nome de força centrípeta \vec{F}_c (Halliday, Resnick; Walker, 2016).

Pode-se, então, a partir da lei da Gravitação Universal, determinar a velocidade do satélite em torno da Terra. Sabendo que a força de atração gravitacional entre a massa da Terra (M) e a massa do satélite (m), a qual atua no satélite, é a resultante centrípeta, necessária para mantê-lo em órbita pode-se fazer:

$$F_c = F_g \quad (27)$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = G \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (28)$$

$$v^2 = G \frac{M}{r}. \quad (29)$$

Substituindo (26) em (29), tem-se:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{(R+h)}}. \quad (30)$$

Desse resultado, tira-se que a velocidade com que o satélite se move em sua órbita não depende da sua massa. Segundo Pietrocola *et al.* (2010), um satélite geostacionário parece estar parado, para um observador na Terra, porque ele gira sobre um ponto do equador com um período igual ao de rotação

da Terra, para que isso seja possível o satélite e o planeta precisam ter a mesma velocidade angular.

Além da Lua e dos satélites artificiais, o Sistema Solar abriga uma variedade de outros corpos celestes, como asteroides, que são rochas ou metais variando em tamanho desde pequenos fragmentos até objetos maiores. A maioria dos asteroides reside no cinturão de asteroides localizado entre Marte e Júpiter. Cometas, por sua vez, são corpos celestes compostos principalmente de gelo, poeira e rochas, com órbitas elípticas que os levam a se aproximar do Sol, formando uma cauda característica quando o gelo sublima sob o calor solar. Meteoroides são pequenos fragmentos de asteroides ou cometas, e quando entram na atmosfera da Terra e queimam devido ao atrito, são chamados de meteoros; se atingem a superfície da Terra, tornam-se meteoritos. Além do cinturão de asteroides, há o Cinturão de Kuiper, uma região mais distante que contém corpos gelados, como Plutão e outros objetos transnetunianos (Maragni, 2022).

Nesse contexto, adentramos no intrigante campo da Astrobiologia, refletindo acerca da busca contínua por vida em outros locais do universo, impulsionada por descobertas em exoplanetas e luas. A exploração espacial, incluindo missões recentes, como a da Índia à Lua, tem revelado novos horizontes e nos aproximado ainda mais de desvendar os mistérios do cosmos. A exploração do universo ao nosso redor é uma jornada incessante, repleta de perguntas fascinantes acerca de nossa origem, existência e o potencial para vida além da Terra (Andrade *et al.*, 2023).

A exploração de Marte como um novo lar para a humanidade tem sido uma discussão fervorosa entre os cientistas, e não é para menos. Com todas as dificuldades enfrentadas para manter os seres humanos fora da Terra, surge a especulação acerca de novos mundos dentro e fora do Sistema Solar que poderiam ser locais habitáveis no futuro. No centro dessa especulação, encontra-se Marte, nosso vizinho vermelho.

A escolha desse planeta como candidato a novo mundo baseia-se, em parte, em sua proximidade com a Terra, o que tornaria viável a viagem até ele após avanços tecnológicos significativos. Marte, com metade do tamanho da

Terra e uma rotação que se completa em aproximadamente um dia terrestre, apresenta-se como uma alternativa intrigante. No entanto, a realidade atual nos lembra das barreiras que enfrentamos.

Uma viagem até Marte levaria cerca de um ano para ser concluída, algo atualmente impossível devido à falta de uma espaçonave capaz de transportar o volume de combustível necessário para uma jornada tão longa, e também pela ausência de um combustível mais potente e compacto. Apesar das esperanças levantadas pela possível presença de sulcos de água na superfície marciana, a verdade é que até o momento, Marte, assim como a maioria dos outros planetas exceto a Terra, carece de água líquida em sua superfície e de uma atmosfera capaz de sustentar a vida humana (Andrade *et al.*, 2023).

3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da pesquisa desenvolvida na dissertação

Este trabalho configura-se como um estudo qualitativo do tipo descritivo, uma vez que busca à análise e interpretação de dados teóricos, não sendo utilizadas técnicas estatísticas (Batista; Fusinato, 2015).

Silva e Menezes (2001, p. 21), discorrem um entendimento para a pesquisa descritiva:

[ela] visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento.

Com relação aos encaminhamentos, pode-se dizer que a pesquisa é do tipo observação participante. Esta pesquisa em particular será do tipo observação participante natural, pois a pesquisadora já é membro da comunidade observada. Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador observador admite um posicionamento ativo e interativo, envolvendo-se, assim, com diferentes aspectos do fenômeno observado.

Os dados para a realização desta pesquisa foram constituídos no primeiro semestre do ano de 2023, entre 10/03/2023 e 10/07/2023, com um grupo de 22 estudantes, sendo 10 meninas e 12 meninos, que estudavam no 9º ano do Ensino Fundamental em uma instituição da rede privada de ensino da cidade de Araruna, região centro-oeste do estado do Paraná.

Para a constituição do *corpus* da pesquisa, foram utilizados os seguintes instrumentos: 1. questionários, 2. mapas mentais, e 3. o diário de campo da pesquisadora.

Os questionários foram aplicados no início e no fim da implementação da proposta a fim de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e verificar como tais conhecimentos se organizavam ao término do processo.

O mapa mental, solicitado aos estudantes ao final do trabalho, tinha como objetivo avaliar toda a proposta desenvolvida. Ao final, também foi solicitado aos estudantes que escrevessem um pequeno texto em que

pudessem avaliar as atividades realizadas durante a implementação da proposta de ensino.

E, por fim, também se utilizou o diário de campo da pesquisadora, no qual foram registradas as suas impressões acerca da participação dos estudantes nos encontros. Segundo Batista e Gomes (2023), o diário de campo consiste em um conjunto de narrações da pesquisadora que refletem condutas, nas dimensões objetiva e subjetiva, acerca dos processos mais significativos da ação.

3.2 Proposta de ensino apresentada como Produto Educacional

O nosso produto educacional caracteriza-se como uma proposta de ensino acerca do Sistema Solar, conforme descrição contida no Quadro 03.

Quadro 03 – Apresentação do Produto Educacional⁴.

TÍTULO: ESTUDANDO O SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
TIPO DE ATIVIDADE: Atividade Presencial – com atividades presenciais e remotas, a partir de uma perspectiva interdisciplinar	
PÚBLICO-ALVO	Estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental, anos finais
OBJETIVO GERAL	Desenvolver, aplicar e avaliar uma proposta para o ensino do Sistema Solar, sustentada na teoria da aprendizagem significativa (TAS) e na abordagem STEAM.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar a importância dos conteúdos básicos da Astronomia para a formação de um estudante crítico; • Realizar diferentes atividades práticas alicerçadas na abordagem STEAM; • Promover o desenvolvimento da expressão oral e escrita; • Possibilitar o trabalho em grupo.
PRÉ-REQUISITOS	Não há
CONTEÚDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo. • O Sol, os planetas e suas características. • Fenômenos decorrentes da inclinação e dos movimentos da Terra. • Ordem de grandeza astronômica • Satélites e suas influências na Terra.

⁴ Produto na íntegra no Apêndice A.

	<ul style="list-style-type: none"> • Outros corpos celestes.
ÁREAS DA BNCC	
HABILIDADES	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES
(EF09CI14)	Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
(EF09CI15)	Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
(EF09CI16)	Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
(EF09CI17)	Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Fonte: Elaboração própria (2023).

A proposta em questão segue uma estrutura composta por 13 aulas presenciais, as quais devem ser divididas em três etapas distintas. Além disso, serão atribuídas atividades assíncronas aos estudantes para serem realizadas em seus domicílios. O Quadro 04 apresenta as temáticas relacionadas a cada módulo.

Quadro 04 – Apresentação das etapas da proposta.

ETAPA 1	IDENTIFICAÇÃO DOS SUBSUNÇORES
1 Aula	Aplicação de um questionário de subsunção.
ETAPA 2	ORGANIZAÇÃO AVANÇADA
3 Aulas	Aplicação de questões de organização do conhecimento (etapa em grupo). Apresentação temática para a turma (etapa em grupo). Aplicação de um quizizz (etapa individual). Visita ao planetário.
ETAPA 3	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA
Parte 1 3 Aulas	O Sol e as características do Sistema Solar. <ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo nossa estrela, o Sol (Brilho, temperatura, luminosidade, tamanho, cor). • Composição do Sistema Solar (planetas do Sistema Solar: interiores e exteriores, cinturões, planetas anões). • Localização do Sistema Solar no Universo. • Exoplanetas.
Parte 2 3 Aulas	A Terra no espaço

	<ul style="list-style-type: none"> • Terra: movimentos e fenômenos (Rotação, Translação, dias e noites e estações do ano). • Possibilidade de vida fora da terra.
Parte 3 3 Aulas	Satélites e suas influências <ul style="list-style-type: none"> • Satélites (naturais e artificiais). • Lua (falar das missões espaciais que chegaram na Lua, inclusive essa recente da Índia que pousou no “lado escuro” da Lua) e sua influência nas marés (trazer para a discussão a questão da força de atração gravitacional). • Satélites artificiais (associar novamente com a força de atração gravitacional e discutir suas implicações nas telecomunicações e em outras áreas).
Parte 4 3 Aulas	Outros corpos do Sistema Solar <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar os outros astros do Sistema Solar: meteoritos, asteroides, cometas.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Como se trata de um trabalho que propõe uma interdisciplinaridade na abordagem STEAM, em cada parte da etapa 3 sugere-se uma interação entre as áreas, da Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Nessa perspectiva, tem-se, no Quadro 05 a organização das atividades de cada etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Quadro 05 - Apresentação das descrições de cada etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Parte 1 3 Aulas	<p>Tema da aula: O Sol e as características do Sistema Solar</p> <p>Problema: Como compreender as propriedades do Sol e do Sistema Solar, bem como sua posição no Universo?</p> <p>Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão das características do Sol e do Sistema Solar, bem como de sua localização no Universo.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar e descrever as principais características do Sol, incluindo brilho, temperatura, luminosidade, tamanho e cor; 2. Explorar a composição do Sistema Solar, incluindo os planetas interiores e exteriores, cinturões de asteroides e planetas anões; 3. Compreender a localização do Sistema Solar no contexto do Universo; 4. Introduzir o conceito de exoplanetas e sua importância na busca por vida fora da Terra. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação de conceitos fundamentais por meio de aulas expositivas dialogadas, ilustrações e vídeos;
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Realização de atividades práticas, como observação solar segura (utilizando equipamentos apropriados) e modelagem do Sistema Solar; 3. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos e responder a perguntas. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aulas expositivas dialogadas com slides e recursos multimídia; 2. Modelos tridimensionais do Sistema Solar; 3. Gráficos e ilustrações para representar as características do Sol e dos planetas; 4. Livros didáticos e materiais online para pesquisa adicional. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação escrita abordando os conceitos-chave do Sol e do Sistema Solar; 2. Participação ativa em discussões em sala de aula e atividades práticas; 3. Projeto de pesquisa acerca de exoplanetas, incluindo um relatório escrito e uma apresentação oral.
<p>Parte 2 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: A Terra no espaço</p> <p>Problema: Como a localização e os movimentos da Terra no espaço afetam nossa vida, e, a possibilidade de vida fora dela?</p> <p>Objetivo principal: Compreender a posição da Terra no espaço e como seus movimentos influenciam os fenômenos naturais e a possibilidade de vida.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Descrever os movimentos da Terra de rotação e translação; 2. Explicar como a rotação da Terra causa o ciclo de dia e noite; 3. Compreender como a inclinação do eixo da Terra dá origem as estações do ano; 4. Discutir as condições necessárias para a vida na Terra e a busca por vida fora do nosso planeta. <p>Metodologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada acerca dos movimentos da Terra no espaço; • Utilização de modelos e recursos visuais para demonstrar os conceitos; • Atividades práticas, como experimentos de inclinação e simulações de órbitas terrestres; • Debate acerca da possibilidade de vida em outros planetas. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mapas celestes e modelos tridimensionais da Terra e do Sistema Solar; 2. Simulações computacionais interativas;

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Atividades práticas, como a criação de modelos de estações do ano; 4. Discussões em grupo e debates acerca da existência de vida fora da Terra. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prova escrita abordando os movimentos da Terra e suas consequências; 2. Participação ativa nas discussões em sala de aula e nas atividades práticas; 3. Avaliação da compreensão dos movimentos terrestres por meio de exercícios práticos. 4.
<p>Parte 3 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: Satélites e suas influências;</p> <p>Problema: Como os satélites, sejam eles naturais ou artificiais, influenciam nossa vida cotidiana e o entendimento do universo?</p> <p>Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão abrangente acerca do papel dos satélites, tanto naturais quanto artificiais, em nossa sociedade e sua influência nas atividades humanas e na pesquisa espacial.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar e diferenciar, satélites naturais e artificiais; 2. Estudar a influência da Lua nas marés e discutir a força de atração gravitacional; 3. Compreender como os satélites artificiais são utilizados em telecomunicações e outras áreas. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aulas expositivas dialogadas para introduzir os conceitos de satélites naturais e artificiais; 2. Demonstração de experiências práticas relacionadas à gravidade e sua influência nas marés; 3. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como as aplicações dos satélites artificiais. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação visual com imagens e vídeos para ilustrar conceitos; 2. Modelagem de marés usando maquetes; 3. Simulações computacionais para demonstrar a órbita de satélites; 4. Mapas lunares e materiais de pesquisa acerca de missões à Lua. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação escrita abordando os conceitos fundamentais acerca de satélites naturais e artificiais; 2. Apresentações individuais ou em grupo acerca da influência da Lua nas marés e sua importância;

	<p>3. Discussão em sala de aula acerca das aplicações práticas dos satélites artificiais.</p>
<p>Parte 4 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: Outros corpos do Sistema Solar;</p> <p>Problema: Como diferenciar e compreender outros astros do Sistema Solar, como meteoritos, asteroides e cometas?</p> <p>Objetivo principal: Capacitar os estudantes a identificar, diferenciar e compreender os principais corpos do Sistema Solar além dos planetas, incluindo meteoritos, asteroides e cometas.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Descrever as características distintas de meteoritos, asteroides e cometas; 2. Analisar a origem e a composição desses corpos celestes; 3. Compreender a importância do estudo desses corpos para a Ciência e a exploração espacial. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação de conceitos por meio de aulas expositivas dialogadas com imagens e vídeos; 2. Atividades práticas, como a análise de amostras de meteoritos e simulações de colisões de asteroides; 3. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como os impactos de asteroides na Terra. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentações visuais com imagens e esquemas para facilitar a compreensão dos conceitos; 2. Amostras de meteoritos (se disponíveis) para demonstração prática; 3. Simulações computacionais para mostrar colisões e trajetórias de asteroides e cometas. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação escrita que inclui questões acerca das características e diferenças entre meteoritos, asteroides e cometas; 2. Apresentação oral ou em grupo acerca da importância da pesquisa de asteroides ou cometas; 3. Participação ativa nas discussões em sala de aula.

Fonte: Elaboração própria (2024).

O presente trabalho consiste em uma proposta de ensino embasada na TAS e na abordagem STEAM, cujo tema é o Sistema Solar. A proposta será desenvolvida a partir das seguintes etapas:

Levantamento de Subsunoçores: Realizado por meio de um Questionário acerca do tema Sistema Solar, Apêndice 1.

Organização Avançada: Aplicado aos estudantes (organizados em pequenos grupos) questões do tipo preenchimento de lacunas e associação de colunas.

Os estudantes tiveram 20 (vinte) minutos para discutir entre si e responder todas as questões, então a professora entregou uma atividade de cada vez para o grupo, assim, quando cada grupo concluía a primeira atividade, ao entregar para a professora, já retirava a próxima.

Ao concluírem as atividades, cada pequeno grupo apresentou para o grande grupo uma das questões de preenchimento de lacuna. Essa apresentação foi seguida de uma discussão a respeito do assunto que permeava as questões.

Ao final desta etapa, foi realizada mais uma atividade de organização, que consistia em um quizizz, com questões de Astronomia que envolviam o tema Sistema Solar. Esta etapa foi cumprida individualmente.

E, para encerrar o processo de organização avançada, foi feita uma visita ao planetário Rodolpho Caniato da UTFPR, *campus* de Campo Mourão, em que o professor responsável (orientador desse trabalho) apresentou aos estudantes uma sessão de planetário com o tema Sistema Solar, e em seguida conduziu uma discussão buscando estabelecer uma ponte entre os conhecimentos prévios identificados como subsunoçores e o novo conhecimento que eles iriam estudar nas aulas seguintes. O fio condutor dessa discussão foi a ideia de gravidade, assunto até então nunca estudado formalmente pelos estudantes.

Diferenciação Progressiva: As aulas foram desenvolvidas usando a abordagem STEAM, para que os estudantes pudessem construir conexões entre as diferentes áreas de conhecimento. As atividades foram organizadas em diferentes etapas, de maneira que os estudantes pudessem aprender gradativa progressivamente, com foco em:

➤ Ciências: Compreensão da estrutura do Sistema Solar, suas características, propriedades e fenômenos que ocorrem em cada planeta, bem como as leis de Kepler e a lei da gravitação.

- Tecnologia: Uso de ferramentas tecnológicas para explorar o Sistema Solar, incluindo a observação de receptores, satélites e missões espaciais.
- Engenharia: Construção de modelos de planetas e satélites, para entender melhor suas características e propriedades.
- Artes: Uso de atividades artísticas para explorar o Sistema Solar, como a pintura, a criação de diagramas, criação de *layout* para uma exposição acerca do Sistema Solar.
- Matemática: Utilização de conceitos matemáticos para compreender as distâncias e tamanhos dos planetas e satélites, isto é, para o estudo de escalas, dimensões e potência de base 10.

Reconciliação Integradora: Esta fase teve como objetivo integrar os conhecimentos adquiridos nas diferentes áreas de conhecimento abordadas durante a diferenciação progressiva. Nela, os estudantes tiveram a oportunidade de compreender as conexões entre os diferentes conceitos, aplicando-os às situações práticas.

Os estudantes foram desafiados a desenvolver projetos envolvendo o Sistema Solar, que exigiam o uso dos saberes adquiridos nas diferentes áreas de conhecimento. Esses projetos foram orientados pela professora responsável pela proposta de ensino, mas os estudantes puderam desenvolver a autonomia, iniciativa e criatividade durante a realização das atividades.

Além disso, os estudantes participaram de discussões em grupo, a fim de compartilhar suas ideias e conhecimentos com os colegas. O compartilhamento de experiências e pontos de vista pode contribuir para uma maior compreensão dos conceitos estudados.

Avaliação: A avaliação se deu por meio da participação, do desenvolvimento e da apresentação dos projetos, mapas mentais, questionários, isto é, todos os documentos produzidos pelos estudantes durante a implementação da proposta de ensino. É importante ressaltar que a avaliação da proposta ocorreu quando os estudantes inferiram a aplicação dos conhecimentos adquiridos e demonstraram capacidade de integrar as diferentes áreas de conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensino de Astronomia e aprendizagem significativa: um estado de conhecimento

De acordo com Batista (2016), nos últimos anos o ensino de Astronomia tem sido objeto de diversas pesquisas na área de Ensino de Ciências, dentre alguns, estacamos: Leite (2002), Mees (2004), Pedrochi; Neves (2005), Langhi; Nardi (2005), Batista; Fusinato; Ramos (2017), Oliveira; Fusinato; Batista (2018), Oliveira; Fusinato; Batista (2022), Ortiz *et al.* (2019), Vieira; Batista; Ramos (2021), Batista *et al.* (2022), Vieira e Batista (2022), Vieira *et al.* (2022). Todas essas pesquisas evidenciam que, é preciso direcionar uma atenção especial para o ensino de Astronomia, pois o mesmo apresenta diversos problemas que perpassam a formação inicial dos professores que ministram essa temática, os problemas com livros didáticos, as propostas de ensino desconexas de referenciais teóricos que podem conduzir o trabalho docente, entre outros.

Ao analisarem uma parcela significativa dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Ferreira *et al.* (2021) indicam que existe uma desarticulação entre a teoria de aprendizagem escolhida pelo autor e os encaminhamentos metodológicos escolhidos por ele para o desenvolvimento do trabalho, o que evidencia uma deficiência ou uma lacuna no que Mizukami (2006) chama de conhecimento para a prática. Silva Filho *et al.* (2021) sinalizam que:

O que ocorre, aparentemente, é o fato de que, em muitos desses trabalhos, as teorias de aprendizagem não estão cumprindo mais do que papel de mero prospecto. Ou, quando muito, comparecem apenas como um horizonte conceitual difuso, o qual, no mais das vezes, se estabelece com o único objetivo de fixar uma terminologia técnica que não se compromete fortemente com as definições e com as premissas da teoria que a engendrou. O problema é que, quando não existe real comprometimento com a verdade das premissas da teoria assumida, dificilmente se pode dizer que a verdade das conclusões – e elas podem, sem sombra de dúvida, ser verdadeiras, em muitos casos – seja consequência estrita da verdade da própria teoria (Silva Filho *et al.*, 2021, p. 3).

Na busca por referenciais norteadores para as propostas didáticas (chamadas aqui de produtos educacionais), Nesi e Batista (2018), evidenciaram que no Paraná, a perspectiva teórica está centrada na Teoria da Aprendizagem Significativa fortemente disseminada por Moreira.

Nessa perspectiva, nosso trabalho se concentra na investigação das tendências e abordagens específicas para o ensino de Astronomia, com ênfase na promoção da Aprendizagem Significativa.

O objetivo principal deste estudo é analisar o estado atual da produção acadêmica relacionada ao Ensino de Astronomia e a teoria da Aprendizagem Significativa, no período específico de 2010 a 2023, considerando diversos aspectos, como temas mais explorados, metodologias utilizadas, áreas de aplicação e as contribuições para a área. A escolha da data se justifica por 2009 ter sido o ano internacional da Astronomia e com isso muitos projetos terem recebido incentivo no país, tendo seus primeiros resultados divulgados em 2010.

O contexto metodológico desta pesquisa segue os pressupostos teóricos qualitativos, com base nas orientações de Romanowski e Ens (2006) e Ferreira (2002). Esses autores propõem uma abordagem analítica.

Para alcançar esses objetivos, foram conduzidas buscas nas bases de dados BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e na Plataforma Sucupira da CAPES, com a utilização das palavras-chave “Ensino de Astronomia” e “Aprendizagem Significativa”. Essas buscas permitiram identificar trabalhos acadêmicos, como teses e dissertações, relacionados ao ensino de Astronomia no contexto brasileiro, com ênfase na aplicação da Aprendizagem Significativa de acordo com a teoria proposta por Ausubel.

O resultado da análise revelou uma série de estudos e pesquisas que abordam diferentes aspectos do ensino de Astronomia e sua relação com a aprendizagem significativa. Os trabalhos investigam estratégias pedagógicas, uso de tecnologia, interdisciplinaridade e a criação de materiais didáticos para promover uma compreensão mais profunda dos conceitos astronômicos por parte dos estudantes. Além disso, destacam a importância de abordagens inovadoras e recursos pedagógicos que despertem o interesse e o engajamento dos estudantes no aprendizado da Astronomia.

Dessa maneira, esta pesquisa busca contribuir para o avanço do ensino de Astronomia no Brasil, identificando as tendências atuais e as melhores práticas pedagógicas que promovem a Aprendizagem Significativa nessa área do conhecimento. Os estudos analisados oferecem *insights* valiosos para educadores e pesquisadores interessados em aprimorar o ensino de Astronomia em todos os níveis de educação, proporcionando uma base sólida para futuras investigações e melhorias na prática educacional.

4.1.1 O ensino de Astronomia

O ensino de Astronomia possui um potencial único para inspirar e engajar estudantes de todas as idades, despertando seu interesse tanto pela Ciência quanto pela Matemática. Este potencial se baseia em uma compreensão profunda do universo e dos fenômenos astronômicos que o habitam. No entanto, é lamentável que, muitas vezes, o ensino de Astronomia seja negligenciado, especialmente no nível do Ensino Fundamental (Batista, Fusinato e Ramos, 2017).

Para abordar esse desafio, é crucial refletir acerca das estratégias pedagógicas empregadas no ensino de Astronomia e seu impacto na promoção do aprendizado significativo dos estudantes. Uma abordagem eficaz deve considerar que a Astronomia é uma Ciência que, além de transmitir conhecimentos específicos acerca do cosmos, também é capaz de estimular a curiosidade, a investigação e a compreensão dos processos naturais e físicos que regem nosso universo.

Dessa maneira, o ensino de Astronomia pode atuar como um catalisador para o interesse dos estudantes em Ciências e Matemática, porque ela oferece a oportunidade de explorar conceitos complexos por meio de observações diretas, experimentos práticos e a resolução de problemas do mundo real. Além disso, a natureza visualmente cativante da Astronomia, com imagens de estrelas, planetas e galáxias, pode envolver os estudantes de maneira emocional e estimular a sua imaginação.

4.1.2 Encaminhamentos para o estado do conhecimento

A presente pesquisa está de acordo com os pressupostos teóricos qualitativos, na qual desenvolvemos um *Estado do Conhecimento* com o objetivo de mapear a produção num período delimitado em anos, locais, áreas de produção e setor das publicações a respeito do tema estudado (Romanowski; Ens, 2006; Ferreira, 2002). Nesse sentido, esses autores indicam alguns questionamentos para serem realizados acerca das publicações – que em nosso caso envolveu “Ensino de Astronomia” e Aprendizagem Significativa” – para que se possa fazer uma análise criteriosa em relação a estas pesquisas. Estes questionamentos são:

- a) Quais são os temas mais focalizados?
- b) Como estes têm sido abordados?
- c) Quais as abordagens metodológicas empregadas?
- d) Quais contribuições e pertinência destas publicações para a área?

Assim, com o intuito de identificar como o ensino de Astronomia e a Aprendizagem Significativa têm sido desenvolvidas no Brasil em todos os níveis de ensino, realizamos uma busca na BDTD com o intuito de mapear os trabalhos acadêmicos (teses e dissertações) que versam acerca do tema.

Para isso, ao entrar na página da BDTD, clicamos na ferramenta de “busca avançada”, de modo que pudéssemos realizar um filtro que estivesse mais próximo de nosso objetivo. Então, utilizamos como termos de buscas, em todos os campos, as palavras-chave “Ensino de Astronomia” e “Aprendizagem Significativa”, para identificar a quantidade de publicações que envolviam a temática.

Similarmente, fizemos também busca no portal da CAPES, junto à Plataforma Sucupira, e para isso também utilizamos primeiro as palavras-chave “Ensino de Astronomia” AND “Aprendizagem Significativa”, visando identificar pesquisas que estivessem de acordo com o escopo deste trabalho publicadas em dissertações e teses.

4.1.3 Resultados encontrados para o estado do conhecimento

Com a realização do levantamento, foram encontradas 04 pesquisas no portal da BDTD e 25 pesquisas no portal da CAPES, totalizando 29 trabalhos selecionados, conforme apresentado no Quadro 06. Desse total, nenhum dos trabalhos estava em ambos os portais, e também todos pesquisas pesquisas de dissertações, originadas principalmente no PROFIS/MNPEF.

Quadro 06 - Trabalhos encontrados na BDTD e Portal de CAPES

Universidade	Ano	Autor	Título do trabalho	Tipo do Trabalho	Direcionamento			
					E.F. 1	E.F. 2	E.M	For. Profes.
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS UFG	2010	MARCOS FERNANDODA SILVA	Mediação computacional como fator de motivação e de aprendizagem significativa no ensino de ciências do 9º ano: tópico de astronomia	Diss.		x		
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO UFRPE	2010	MARIEL JOSÉ PIMENTEL DE ANDRADE	O Ciclo de Experiência de Kelly e a teoria da aprendizagem significativa: uma reconciliação integradora para o ensino de astronomia com o uso de ferramentas computacionais	Diss.				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – ARARANGUÁ UFSC	2016	RAFAEL RAMOS MACIEL	A astronomia nas aulas de física: uma proposta de utilização de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)	Diss.				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC UFABC	2016	WILLIAM FERNANDES DA SILVA	Origem, evolução e morte das estrelas: uma sequência didática para os alunos do ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO UNIVASF	2016	FRANCISCO PETRONIO DE OLIVEIRA E SILVA	Utilização de celulares como ferramentas no ensino de astronomia: aplicativo Star Chart como planetário.	Diss.				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE UFS	2016	MANOEL MESSIAS PEREIRA VALIDO FILHO	Medidas da Velocidade da Luz Usando Observações e Simulações Astronômicas das Luas de Júpiter	Diss.			x	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ UTFPR	2017	FABIO AUGUSTO SPINA	Linguagem científica e aprendizagem significativa em abordagem de astronomia no ensino fundamental	Diss.		x		
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ UESC	2017	LEOMIR BATISTA NERES	O stellarium como estratégia para o ensino de astronomia	Diss.				x
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO UFRPE	2019	JOAO NEVES DE PASSOS CASTRO	Baralho Estelar: a construção de conhecimentos de Astronomia através de um jogo didático	Diss.			x	

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – MEDIANEIRA UTFPR	2019	ALDA FONTOURA ROSSETTO	Uma proposta de sequência didática na abordagem de conceitos básicos no ensino de astronomia	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ UFPI	2019	JONIELTON PINHEIRO BACELAR	Sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ UECE	2019	FRANCISCO DE ASSIS SANTOS DE LIMA	Manifestações Artísticas como ferramentas para o ensino de Astronomia	Diss.			x	
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ UECE	2019	FRANCISCO AGENOR ALVES MARQUES	Uma sequência didática com um jogo digital para o apoio ao ensino de astronomia no ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA UnB	2020	GUILHERME HENRIQUE SCHINZEL	Buracos negros – uma proposta de sequência didática em forma de UEPS para o ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ UFPA	2020	FERNANDO WAGNER FERREIRA BATISTA	Uma proposta de sequência didática para a implementação de um minicurso de astronomia	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO UFERSA	2020	JOAO PAULO SOARES	Elaboração de uma componente curricular eletiva nas escolas em tempo integral (EEMTIS) do Ceará com foco na olimpíada brasileira de astronomia (oba)	Diss.			x	
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA UnB	2020	ROBERTO VINICIOS LESSA DO COUTO	Astronomia no Ensino Médio: uma abordagem simplificada a partir da teoria da relatividade geral	Diss.			x	
UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL	2020	ANASTACIO, MARCO ANTONIO SANCHES	Astronomia no ensino médio: uma proposta de curso com foco na aprendizagem significativa e uso de ambiente colaborativo como ferramenta de tecnologia digital.	Diss.			x	
UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA UNEB	2020	JOÃO DA SILVA MELO	Ensino de astronomia pelo estudo colaborativo das marés	Diss.		x		
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO UFRPE	2020	CLAUDIO ROBERTO BARROZO DA SILVA	Ensino de astronomia usando um jogo de trilha para o estudo da evolução estelar no ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO UNIVASF	2020	CLEMILTON DA SILVA OLIVEIRA	O ensino de astronomia pelo viés investigativo	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS UFAL	2020	CHARLES LISBOA TENORIO DE MAGALHAES	Astronomia prática: site com roteiros experimentais para o ensino de astronomia no ensino médio.	Diss.			x	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ UNIFESPA	2021	ALAIS ESPÍRITO SANTO DA SILVA	Guia didático e o jogo do universo: o ensino de astronomia em ciências no 9º ano	Diss.		x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ UFPI	2021	WILLIAM DE SOUZA MELO	Uma proposta de ensino de astronomia por meio de um jogo em <i>RPG MAKER</i>	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ UFPI	2022	GENILSON DE OLIVEIRA SOUZA	Proposta de uma sequência didática com aulas sobre astronomia mediadas por simulações criadas no <i>CELESTIA</i> e no <i>STELLARIUM</i>	Diss.			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ	2022	FRANCISCO FELIPE MOURA FONTELE	Sequência didática para o ensino de astronomia de onda gravitacional e interferência no ensino médio	Diss.			x	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO UFMA	2022	ERIVALDO AROUCHE LIMA	Livro virtual: tópicos de astronomia no 9º ano do ensino fundamental	Diss.		x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA UNIR	2022	GILVANA SILVA PONTES	Física e recursos didáticos: proposta para a inserção de <i>storytelling</i> de astronomia no último ano do ensino fundamental	Diss.		x		
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ UECE	2023	GEUSELINE COSTA FREIRE	O ensino de astronomia através de oficinas pedagógicas	Diss.			x	

Fonte: Elaboração própria (2024).

Durante a pesquisa das temáticas abordadas em artigos científicos, a primeira observação feita foi catalogar essas pesquisas por ano de publicação. É perceptível, na Figura 05, a seguinte distribuição: em 2010, que é o nosso recorte temporal, tivemos apenas duas publicações. Somente em 2016 encontramos quatro publicações relacionadas à temática. Em 2017, foram realizados dois trabalhos relacionados à área, mas em 2018, mais uma vez, não encontramos publicações relacionadas à temática. A partir desse ponto, observamos uma grande produção na área em si, com o ano de 2019 registrando cinco publicações e o ano de 2020 com nove publicações. Este último ano foi quando encontramos o maior número de textos que buscavam compreender a temática. Em 2021, registramos duas publicações; em 2022, quatro; e até o momento de 2023, tivemos apenas uma publicação.

Figura 05 - Distribuição de trabalhos por ano.

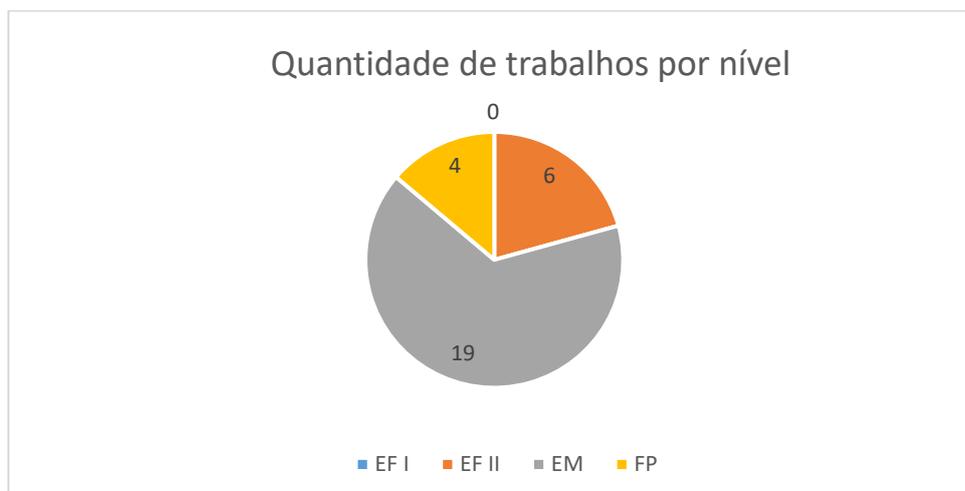
Fonte: Elaboração própria (2024).

Após destacarmos a quantidade de trabalhos distribuídos ao longo dos anos, passamos a discutir os locais onde esses trabalhos foram realizados, isto é, a região em que essas pesquisas foram conduzidas, conforme podemos observar na Figura 06. Na região Nordeste, encontramos 18 trabalhos publicados, destacando-se como a região com o maior número de publicações e superando significativamente a segunda colocada, que engloba as regiões Norte, Centro-Oeste e Sul. Coincidentemente, a região Sudeste, uma das mais populosas, apresentou o menor índice de pesquisa, com apenas dois trabalhos realizados.

Figura 06 - Divisão de trabalhos por região do País.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 07 fornece uma análise interessante da produção de trabalhos acadêmicos acerca do ensino de Astronomia conforme as etapas da Educação Básica e Superior. Nota-se que, no Ensino Fundamental I, não foi registrado a publicação de nenhum trabalho, indicando uma lacuna de pesquisa nesse segmento, porém, no Ensino Fundamental II identificamos seis trabalhos. Já no Ensino Médio foi a etapa na qual encontramos a maior quantidade de publicações, totalizando dezenove trabalhos publicados, e por fim, no Ensino Superior foram identificados mais quatro trabalhos.

Figura 07 - Quantidade de Trabalho por nível educacional.

Fonte: Elaboração própria (2024).

A seguir, descreveremos individualmente cada uma das publicações, examinando as características de cada pesquisa, a metodologia, e suas contribuições para o campo do ensino de Astronomia e a promoção de uma Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel.

Silva (2010) investigou o potencial da integração de hipertextos e mediação pedagógica para alcançar Aprendizagem Significativa em Astronomia, envolvendo estudantes do 9º ano em Goiânia, Goiás. Inspirado pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o estudo abrangeu quatro fases: avaliação inicial, adaptação do hipertexto, aulas com o uso do material e avaliação final. O trabalho revelou que a combinação de hipertextos e mediação pedagógica resultou em uma ferramenta motivadora e contribuiu para a Aprendizagem Significativa.

Andrade (2010) investigou o potencial da integração de estratégias da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) nas fases do Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) para o ensino de Astronomia. O estudo demonstrou que essa integração era possível, contribuindo para objetivos específicos em cada etapa, e também explorou o uso de softwares educativos para criar materiais Potencialmente Significativos. Para isso realizou um estudo empírico com estudantes de Pedagogia na busca de evidenciar ganhos na aprendizagem de

conceitos astronômicos, de modo que o trabalho oferecesse *insights* para a adoção do CEK e TAS em várias áreas do conhecimento.

Maciel (2016) abordou a atual contribuição de trabalhos, muitos deles oriundos de licenciaturas e programas de pós-graduação em ensino, para o aprimoramento do ensino público brasileiro. A interdisciplinaridade e o resgate de saberes muitas vezes negligenciados na Educação Básica foram enfatizados, destacando a falta de materiais acessíveis e confiáveis para professores em busca de estratégias inovadoras. O estudo descreveu a criação, aplicação e avaliação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), fundamentadas na Aprendizagem Significativa de Ausubel. Essas unidades, disponibilizadas *online*, visam orientar professores do ensino básico, estabelecendo conexões entre Astronomia e conteúdo de Física, além de servir como repositório para outras sequências didáticas.

Silva (2016) delineou um estudo para desenvolver e avaliar uma sequência didática em Astronomia para estudantes do último ano do Ensino Médio em uma escola pública de São Paulo. Focalizando a escassez de trabalhos específicos acerca da astronomia estelar, a pesquisa abordou a origem, evolução e morte das estrelas. A produção educacional resultante foi um material didático destinado a auxiliar professores na elaboração de aulas sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e os mapas conceituais de Novak. A análise dos mapas conceituais e um teste de múltipla escolha indicaram indícios de aprendizado significativo dos conceitos tratados.

Oliveira e Silva (2016) abordou os desafios atuais da educação brasileira, enfatizando a importância de um ensino de qualidade que promova o desenvolvimento, cidadania e preparo para o trabalho. Este estudo, vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, propôs a criação de um produto didático para o Ensino Médio, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Moreira. Explorando o uso de recursos tecnológicos, como *smartphones*, o objetivo foi aplicar sistematicamente o produto didático no ensino de Astronomia por meio de um curso de extensão.

Valido Filho (2016) apresentou uma sequência didática modular interdisciplinar, alinhada ao currículo do ensino básico, focada na medida da

velocidade da luz. Com base no método de Römer para medir a diferença de tempo de ocultações das luas de Júpiter, atividades foram desenvolvidas, abrangendo observações telescópicas, análises de dados com *software* de Astronomia, simulações e uso de planilhas. Os módulos independentes geraram sequência didática, tutoriais, vídeo-tutoriais e info-animações, apoiando aulas teóricas por meio de abordagens de Aprendizagem Significativa e instrução entre colegas. Testes pré e pós-intervenção demonstraram uma melhoria considerável nas respostas, superando a média nacional do ENEM.

Spina (2017) abordou o uso da tecnologia de *blogs* como complemento pedagógico no Ensino Fundamental II, visando ao aprimoramento da linguagem científica e compreensão dos conteúdos de Ciências Naturais, especialmente Astronomia. Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky, a pesquisa envolveu estudantes do 5º e 9º ano em um colégio particular de Curitiba, Paraná, de 2011 a 2017. Por meio da Análise de Conteúdo foi revelado que o uso colaborativo das TIC estimulou a interação e a curiosidade, contribuindo para a apropriação da linguagem científica e conceitos pelos estudantes. A abordagem de *blogs* apresentada pode servir como proposta relevante para outras realidades e níveis de ensino, incentivando a aprendizagem contínua e colaborativa.

Neres (2017) explorou o uso do software de código aberto *Stellarium* para abordar conceitos astronômicos em sala de aula, capacitando os estudantes a simularem diversos fenômenos astronômicos e desenvolver habilidades tecnológicas. O software permitiu a exploração de fenômenos astronômicos complexos, como fases da Lua e movimentos do Sol e dos astros. Mediante essa abordagem tecnológica, o estudo desenvolveu atividades estruturadas baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, visando a compreensão aprofundada da Astronomia e produzindo uma sequência de ensino para outros professores. Concluiu-se que abordagem, aplicada em sala de aula foi bem recebida pelos estudantes.

Rossetto (2019) propôs um produto educacional que se baseia nos conhecimentos prévios dos estudantes acerca da Astronomia e do Sistema

Solar, buscando promover a Aprendizagem Significativa por meio da articulação dos conceitos. A pesquisa se fundamentou na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, utilizando uma ação diagnóstica para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes. Os resultados indicaram que muitos estudantes enfrentam dificuldades em compreender os conceitos relacionados ao tema, e que serviram de base para o desenvolvimento de uma sequência didática que utilizou atividades para promover a aprendizagem significativa e o uso de tecnologias em sala de aula, visando auxiliar a prática docente e a reflexão acerca do ensino de Física.

Bacelar (2019) desenvolveu um trabalho com o objetivo de aprimorar o ensino e aprendizagem da Astronomia no Ensino Médio por meio de uma sequência didática. A pesquisa foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, por meio de uma didática que se mostrou eficaz em motivar os estudantes, permitindo a interação e troca de informações, evidenciando a aprendizagem significativa por meio do envolvimento ativo dos estudantes em suas construções e descobertas. Os resultados indicaram uma motivação genuína dos estudantes em aprender Astronomia por meio de atividades variadas.

Alves Marques (2019) abordou os desafios no ensino de Astronomia e a relevância do uso de jogos educativos para engajar os estudantes. Para isso propôs uma sequência didática fundamentada em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), realizada em seis aulas, incluindo um jogo digital educativo chamado Cosmopla, que focado em Astronomia, consiste em criar e posicionar planetas nas órbitas corretas, utilizando sua velocidade de escape. Os resultados mostraram maior engajamento, crescimento na aprendizagem e satisfação dos estudantes, evidenciando uma Aprendizagem Significativa.

Santos de Lima (2019) realizou uma intervenção didática na disciplina de Física do Ensino Médio, abordando o tema da Astronomia junto aos estudantes do 1º ano de modo interdisciplinar, incorporando diversos recursos didáticos provenientes de outras disciplinas e linguagens artísticas para auxiliar no ensino dos conceitos astronômicos. A base teórica para a abordagem foi a Teoria da

Aprendizagem Significativa de David Ausubel, cujo objetivo era superar o modelo tradicional de aulas expositivas e apoiar-se em recursos cênicos, como teatro, pintura, música e artes visuais, para explorar conceitos astronômicos. Os resultados demonstraram que essa sequência didática interdisciplinar, conseguiu estimular os estudantes e aumentar seu engajamento no processo de aprendizagem.

Schinzel (2020) apresentou uma dissertação descrevendo a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) acerca de Buracos Negros. Desenvolveu-se duas aplicações, sendo uma presencial somente para estudantes de Ensino Médio em Brasília-DF e a outra, adaptada na modalidade remota devido à pandemia, para estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio em Luziânia-GO. Por meio da lente da Aprendizagem Significativa de Ausubel, as atividades foram organizadas hierarquicamente para explorar os indicadores de aprendizagem significativa. A abordagem buscou desenvolver o conhecimento dos estudantes por meio de sondagens e questionamentos significativos.

Ferreira Batista (2020) desenvolveu uma dissertação explorando o potencial do ensino de Astronomia em uma cidade específica, aplicando uma sequência didática em formato de minicurso de Astronomia. A proposta teve como objetivo principal analisar, planejar, executar e avaliar o minicurso para aprimorar o ensino-aprendizagem em Física e Astronomia. Utilizando a teoria Sociointeracionista de Vygotsky e a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a metodologia envolveu atividades lúdicas e interativas, aulas expositivas, pesquisas, experimentos, jogos interativos e observação celeste. A abordagem colocou o estudante como protagonista e demonstrou a utilidade da sequência didática como ferramenta no planejamento didático.

Soares (2020) desenvolveu um trabalho voltado para a elaboração de uma Componente Curricular de Astronomia e Astronáutica como Atividade Eletiva em Escolas em Tempo Integral de Ensino Médio no Ceará. O objetivo era preparar os estudantes para a Olimpíada Brasileira de Astronomia, embasado nos princípios da Aprendizagem Significativa e sequência didática. O material de apoio abrangeu temas da Astronomia desde a antiguidade até a renascença,

destacando os filósofos e teorias que moldaram a Ciência, assim como a Astronáutica, focando nos conteúdos da olimpíada, e a metodologia baseou-se na avaliação do nível de proficiência, taxa de reprovação e notas dos estudantes na prova da OBA. Os resultados indicaram aprendizagem em Astronomia e Astronáutica, incentivando a educação científica e a pesquisa.

Lessa do Couto (2020) conduziu uma dissertação que investigou a possibilidade de conectar a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel com o Programa de Filosofia para Crianças e Adolescentes de Matthew Lipman para desenvolver uma sequência didática no Ensino Médio, focada em tópicos de astronomia relacionados à gravitação. A sequência é mediada por tecnologias educacionais digitais e avaliada considerando a proficiência e as teorias psicológicas e educacionais. Os resultados inferiram maior interesse pelo conteúdo, desenvolvimento de habilidades superiores e progresso no conhecimento, indicando Aprendizagem Significativa e mecânica, concluindo que a introdução de temas astronômicos e física moderna é viável no Ensino Médio, inclusive em escolas públicas, trazendo um contraponto ao currículo tradicional.

Passos de Castro (2020) investigou o uso do jogo como recurso pedagógico para aprimorar o ensino-aprendizagem de Astronomia, destacando o potencial educativo dela ao interagir com outras áreas do conhecimento, especialmente no ensino de ciências. O trabalho visa despertar o interesse dos estudantes do Ensino Médio, especialmente na Astronomia, por meio de um Baralho Estelar como instrumento didático para facilitar a compreensão dos conceitos, baseado na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Moreira. Os resultados indicam direções metodológicas para a produção de conhecimento por meio de jogos e para o ensino de Física, e dessa maneira contribui ao oferecer aos educadores uma ferramenta que estimula o interesse dos estudantes e conecta a teoria à prática no ensino da Astronomia.

Anastacio (2020) abordou a relevância histórica e multidisciplinar da Astronomia, sendo uma Ciência que desperta fascínio e possui potencial para desenvolver competências e habilidades no Ensino Médio. O objetivo da pesquisa foi apresentar um curso de Astronomia com ênfase na Aprendizagem

Significativa e no uso de um ambiente colaborativo como ferramenta tecnológica, incluindo o uso de um ambiente virtual, proporcionando uma experiência de ensino híbrido que envolveu os estudantes. Este curso se mostrou viável para o Ensino Médio, aproveitando as oportunidades proporcionadas pelos itinerários formativos da Base Nacional Comum Curricular, e a análise estatística de pré e pós-testes indicou indiretamente que os 33 estudantes que frequentaram o curso experimentaram Aprendizagem Significativa.

Melo (2020) explorou o estudo da astronomia no Ensino Fundamental, apoiado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para mostrar a relação entre a física das marés e o campo gravitacional lunar e solar, usando esse fenômeno como instrumento pedagógico motivador. O projeto teve como objetivo despertar o interesse nas Ciências Naturais, envolvendo estudantes, funcionários da escola e pais, muitos dos quais pescadores e marisqueiras. A sequência didática, dividida em seis momentos, envolveu observações e análises dos dados físicos como temperatura, umidade do ar, corrente marítima, vazão da maré e influência do campo gravitacional lunar nas marés. O uso de tecnologias, como medidores eletrônicos e programas de simulação, adicionou uma dimensão tecnológica ao projeto, de modo que proporcionou uma nova perspectiva na comunidade escolar, tornando os estudantes parte do universo explorado e permitindo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos.

Barrozo da Silva (2020) investigou o ensino de Astronomia, com foco no ciclo de vida das estrelas, introduzindo temas como nebulosas, sistema solar e estrelas, ressaltando a importância da seleção de materiais potencialmente significativos para promover o processo de ensino-aprendizagem. A abordagem pedagógica se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel incluiu a aplicação de testes de sondagem para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes, bem como a análise dos resultados obtidos. A dissertação descreve a criação e implementação de um produto educacional, um jogo de tabuleiro chamado “Via Solare”, onde conceitos astronômicos abordados em sala de aula são aplicados em um trajeto de jogo. O produto educacional foi testado com estudantes do segundo ano do Ensino Médio, a as ações adotadas,

como avaliar o conhecimento prévio dos estudantes, utilizar materiais significativos e aplicar o jogo educacional, mostraram que a abordagem resultou em uma Aprendizagem Significativa por parte dos estudantes.

Silva Oliveira (2020) abordou o ensino de Astronomia no contexto educacional brasileiro, especialmente com a implementação da BNCC, se propondo a criar Sequências de Ensino Investigativas, com foco em temas astronômicos, que promovam a Aprendizagem Significativa. Logo, teve como objetivo o desenvolvimento de sequências de ensino que explorem o conhecimento astronômico de maneira interativa e a criação de um produto educacional destinado a apoiar o ensino de Astronomia, com base na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. A implementação dessas sequências em sala de aula demonstrou uma interação eficaz dos estudantes nas atividades propostas, além de ressaltar a importância de revisar conhecimentos prévios como base para adquirir novas ideias relacionadas à Astronomia.

Tenório de Magalhães (2020) desenvolveu um trabalho que explora o potencial das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação, com foco na disciplina de Astronomia com objetivo de preencher as lacunas no ensino dessa ciência no Brasil, especialmente no que diz respeito a informações práticas e experimentais. A dissertação resultou na criação de um site que oferece informações didáticas e práticas acerca da Astronomia, destinado a professores e estudantes da Educação Básica, com informações confiáveis, experimentos e recursos que enriquecem o processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma maior conexão entre as informações do cotidiano dos estudantes e o conhecimento formal estabelecido pela ciência. Esse trabalho demonstra como as TICs podem ser aproveitadas de maneira eficaz para melhorar o ensino da Astronomia e facilitar a interação dos estudantes com os conteúdos científicos.

Santo da Silva (2021) desenvolveu um trabalho que aborda a importância do ensino de Astronomia na disciplina de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental. Para isso, foi criado um Guia Didático e um jogo chamado "Universo", ambos focados nos conteúdos da disciplina e adaptados para uma abordagem de aprendizagem significativa, levando em consideração os

conhecimentos prévios dos estudantes. O trabalho foi aplicado em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e os resultados mostraram um aumento significativo no conhecimento dos estudantes acerca dos tópicos abordados, evidenciando a eficácia dos recursos didáticos desenvolvidos, demonstrando que a criação de recursos didáticos adequados e a aplicação de uma abordagem de aprendizagem significativa podem enriquecer o ensino de Astronomia e despertar o interesse pela disciplina.

Souza Melo (2021) desenvolveu um trabalho que aborda o ensino de Astronomia na perspectiva da integração das tecnologias da internet, mediado por um jogo de *Role-playing Game (RPG)* na plataforma *RPG MAKER*, como uma ferramenta inovadora para o processo de ensino e aprendizagem. O objetivo central do trabalho foi criar um jogo por meio do *RPG MAKER* para auxiliar no ensino de Astronomia no Ensino Médio. O contexto da pandemia da COVID-19 em 2020 exigiu a adaptação das atividades para um formato remoto, mas isso não prejudicou o desenvolvimento e a análise da proposta, que foi realizada com estudantes 1º e 2º ano do Ensino Médio Integrado ao Profissional. Os resultados indicaram que o ensino de Astronomia mediado por um jogo de RPG promoveu uma aprendizagem motivadora, com alto grau de satisfação e participação dos estudantes, incorporando elementos de Aprendizagem Significativa e oferecendo uma nova abordagem de ensino por meio de tecnologias inovadoras.

Oliveira Souza (2022) reconhecendo a influência das tecnologias na educação desenvolveu um produto educacional embasado na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, composto por aulas de Astronomia que incorporam a utilização de simuladores digitais, como *Celestia* e *Stellarium*, com objetivo de proporcionar uma ferramenta nova e atrativa para professores e estudantes, permitindo a exploração e compreensão dos fenômenos cósmicos de maneira significativa. Com a implementação dos simuladores e análise de questionários pré e pós aulas utilizados para coletar dados acerca dos conhecimentos prévios e avaliar a eficácia do método, os resultados mostraram que a metodologia aplicada motivou a participação dos

estudantes, introduziu tópicos astronômicos no ensino de Física e demonstrou a aquisição de conhecimento acerca de leis físicas associadas à Astronomia.

Moura Fontele (2022) apresenta uma proposta de ensino de Astronomia abordando ondas gravitacionais e interferência, destinada a estudantes do Ensino Médio, por meio de uma sequência didática embasada nas teorias da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e do Alinhamento Construtivo de Biggs e Tang. O objetivo é servir como incentivo para a criação de novas sequências didáticas pelos próprios professores, valorizando essa abordagem como um modelo, que engloba diversas atividades, tanto em sala de aula quanto fora dela, cuidadosamente planejadas e organizadas para alcançar os objetivos de aprendizado definidos previamente. Ela incorpora métodos como experimentação e a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), concedendo aos estudantes um papel ativo e autônomo na construção do próprio conhecimento, com o intuito de tornar a aprendizagem mais eficaz e significativa, que é o resultado almejado.

Arouche Lima (2022) aborda o desenvolvimento de um livro virtual de Ciências focado em Astronomia para o ensino de Física no Ensino Fundamental. A escolha desse tema parte da percepção de que o ensino de Física, especialmente no que se refere à Astronomia, muitas vezes não se conecta de maneira significativa com a realidade dos estudantes. A pesquisa tem como objetivo principal apresentar um livro virtual contendo tópicos fundamentais de Astronomia como um produto educacional para fomentar a aprendizagem significativa de Física no Ensino Fundamental. A abordagem se fundamenta na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, e envolveu pesquisa bibliográfica, utilizando fontes como livros didáticos, monografias e artigos científicos acerca do tema, bem como um estudo empírico que resultou na criação do livro virtual como produto educacional. Os resultados evidenciam que a incorporação de ferramentas tecnológicas em sala de aula desperta maior interesse dos estudantes pela disciplina e que o produto educacional desenvolvido tem o potencial de facilitar a aprendizagem mais significativa de Física no Ensino Fundamental.

Pontes (2022) propõe a utilização do *Storytelling* como recurso didático para tornar as aulas de ciências mais atrativas e gerar interesse pelos conteúdos de Astronomia no 9º do Ensino Fundamental. Diante da carência de abordagens envolventes para o ensino de Astronomia, o objetivo geral é avaliar como o uso do *Storytelling* pode tornar as aulas de ciências mais atrativas e gerar interesse pelos conteúdos de Astronomia entre os estudantes e como as Teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Sociointeracionista de Vygotsky podem complementar a ação pedagógica nesse contexto. Os resultados demonstram que os estudantes envolvidos conseguiram lembrar partes da narrativa e aplicar os conhecimentos adquiridos em atividades práticas, evidenciando o interesse despertado pela abordagem. Os dados também mostram que os estudantes se sentiram motivados pela história e expressaram desejo por mais experiências semelhantes em outros conteúdos de Astronomia. Conclui-se que o uso do *Storytelling*, em um processo interativo e contextualizado, pode tornar os conteúdos de Astronomia mais atraentes e despertar o interesse dos estudantes.

Por fim, Costa Freire (2023) investigou o uso da metodologia de oficinas pedagógicas no ensino de Astronomia como uma ferramenta para promover uma aprendizagem potencialmente significativa, destacando sua importância no Ensino Médio nas competências e habilidades da BNCC. Duas oficinas foram conduzidas: a primeira abordou o sistema solar, construindo planetas em escala de tamanho e distância em relação ao sol e a segunda focou no movimento de projéteis. O produto da pesquisa é um manual com o roteiro das oficinas, guiado e avaliado pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Questionários investigativos foram usados para coletar dados, incluindo pré-testes e pós-testes para medir a aprendizagem, e a análise dos dados demonstrou que a metodologia das oficinas pedagógicas foi eficaz, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, que se envolveram ativamente e atuaram como protagonistas na construção de seus próprios conhecimentos.

4.1.4 Considerações acerca do estado do conhecimento

O estudo da Astronomia desempenha um papel fundamental no desenvolvimento dos estudantes, incentivando o pensamento crítico, a curiosidade científica e a compreensão do universo que nos cerca, tudo isso somado a Aprendizagem Significativa promove um protagonismo na vida educacional do estudante.

Os estudos apresentados neste trabalho demonstraram que a Aprendizagem Significativa, baseada nas teorias de Ausubel, pode ser eficazmente aplicada ao ensino de Astronomia. Dentre as tecnologias utilizadas tivemos a criação de sequências didáticas, jogos educativos, recursos tecnológicos e abordagens pedagógicas inovadoras, os pesquisadores têm contribuído para a melhoria do ensino e aprendizagem dessa área da ciências.

Além disso, a análise dos resultados desses estudos mostrou que os estudantes podem adquirir um conhecimento mais profundo e duradouro acerca da astronomia quando os conceitos são apresentados de maneira significativa, relacionados às suas experiências prévias e contextualizados em suas vidas cotidianas. Isso fortalece a ideia de que o ensino de Astronomia não deve ser apenas um conjunto de fatos e teorias, mas uma jornada de descoberta e compreensão que envolva os estudantes ativamente. Outro ponto a ser destacado é o papel das tecnologias da informação e comunicação (TICs) no ensino de Astronomia. Muitos dos estudos apresentados neste trabalho exploraram o uso de recursos tecnológicos, como jogos digitais, sites educacionais e softwares interativos, para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. Isso reflete a importância de manter o ensino alinhado com as tendências tecnológicas, tornando-o mais atrativo e envolvente para os estudantes da era digital. No entanto, é crucial ressaltar que, embora tenhamos visto avanços significativos na pesquisa acerca do ensino de Astronomia, ainda existem desafios a serem superados. Muitos desses desafios estão relacionados à formação de professores, à disponibilidade de recursos didáticos e ao acesso à educação de qualidade em Astronomia, especialmente em escolas públicas.

4.2 Criação e validação do questionário para identificação dos subsunçores

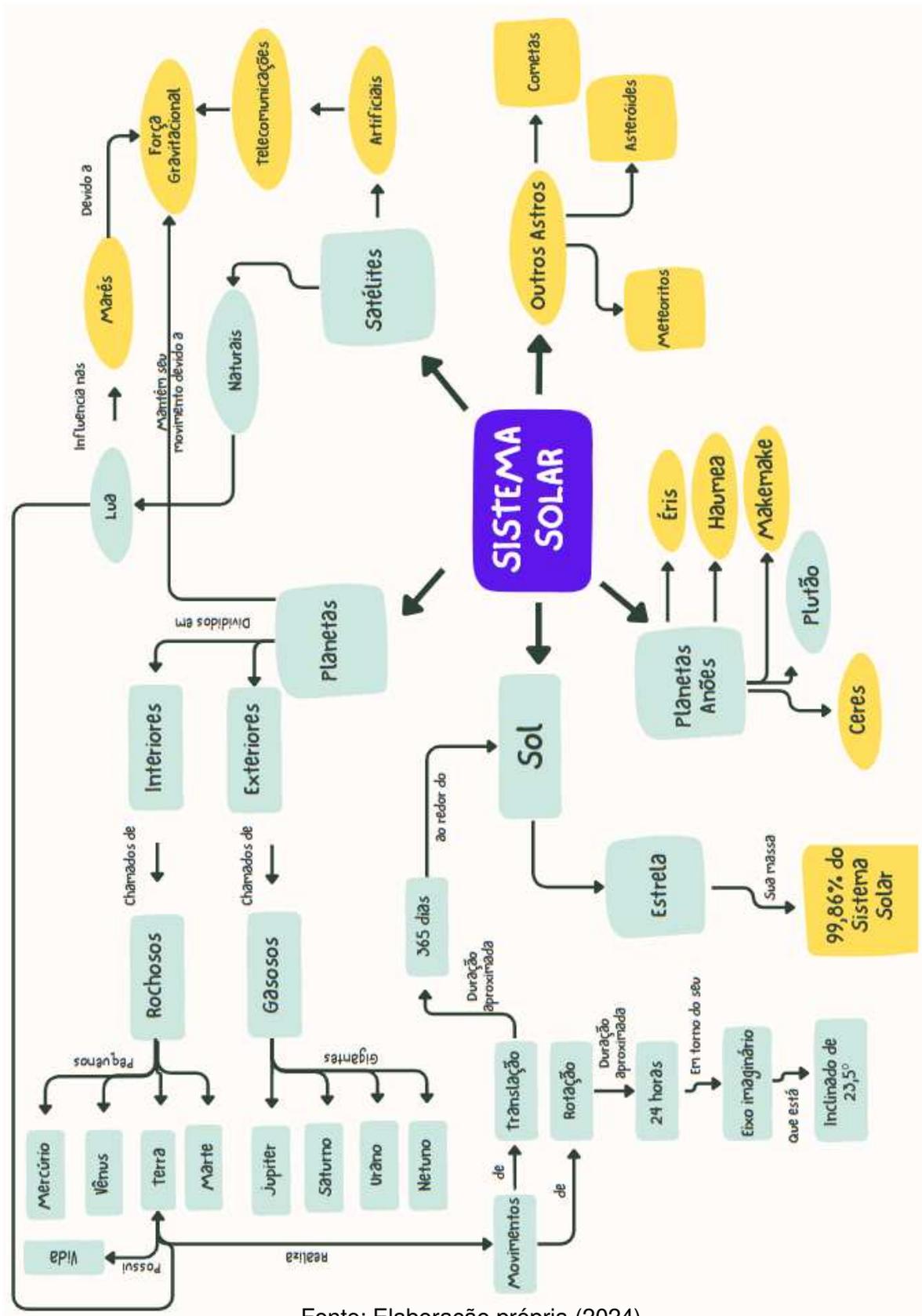
A Educação em Astronomia é essencial para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, estimulando o pensamento crítico e a compreensão do universo. No entanto, identificar subsunçores, representa um desafio.

Neste contexto, elaboramos um questionário composto inicialmente por 25 afirmativas do tipo verdadeiro ou falso, com a possibilidade, em cada afirmativa, de o estudante marcar o grau de certeza com que estava respondendo a cada uma, em que a escala é compreendida por cinco possibilidades na seguinte ordem: muito inseguro, inseguro, neutro, seguro e muito seguro. Essa etapa, segundo Silva Filho e Ferreira (2023) e Ferreira *et al.* (2023), não deve ser realizada para a explicitação de conhecimentos bem estruturados na estrutura cognitiva do estudante, relacionados com o tema a ser ensinado. Ao contrário, “ela visa atingir uma estrutura mental ainda difusa, na qual os conceitos podem guardar maior ou menor distância conceitual para aqueles conceitos que se deseja ensinar” (Silva Filho e Ferreira, 2023, p. 67).

A partir das afirmativas de verdadeiro ou falso “é possível fazer a investigação da estrutura cognitiva do estudante quanto aos seus conceitos prévios de modo guiado” (Silva Filho e Ferreira, 2023, p. 67).

As questões presentes no questionário versam acerca de conceitos fundamentais de Astronomia, com a temática Sistema Solar. Para a construção, foi desenvolvido um mapa de conceitos (Figura 08) com base no assunto apresentado em diferentes livros didáticos dos anos finais do Ensino Fundamental, e, na experiência da pesquisadora a fim de possibilitar a identificação dos subsunçores dos estudantes e apresentar conceitos a serem estudados.

Figura 8: Mapa conceitual de conceitos para identificação de subsunções e para a organização do processo de ensino



Fonte: Elaboração própria (2024).

No mapa conceitual apresentado na Figura 08, os conceitos em azul claro são aqueles para a identificação de subsunçores, já os que estão em amarelo são aqueles relativos à organização do processo de ensino, isto é, aqueles conceitos que os estudantes irão estudar durante o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

É a partir dos conceitos em azul desse mapa conceitual da Figura 10 que se elaborou o questionário para a identificação dos subsunçores. Ele considerou conceitos-chave e dificuldades frequentemente observadas em estudantes 9º ano do Ensino Fundamental. Ao todo, foram elaboradas 25 afirmativas para serem respondidas com verdadeiro ou falso, conforme vemos no Quadro 07:

Quadro 07 - Questionário para identificação dos subsunçores.

Questão	Verdadeiro ou Falso	Pouco importante	Importante	Muito importante	Afirmação	Muito inseguro	inseguro	Neutro	Seguro	Muito Seguro
1	V				O Sol é uma estrela.					
2	V				O Sol é o centro do Sistema Solar.					
3	F				O Sol é o centro do Universo.					
4	V				Sistema Solar é o nome dado ao conjunto de astros que orbitam o Sol.					
5	V				O Sistema Solar é composto por planetas rochosos e planetas gasosos.					
6	F				No Sistema Solar já é possível encontrar vida em outro planeta que não seja a Terra.					
7	F				No Sistema Solar temos várias estrelas, mas o Sol é a maior e a mais brilhante delas.					
8	V				O movimento que os planetas realizam ao redor do Sol é chamado de translação.					
9	F				A Terra é um satélite que gira ao redor do Sol.					
10	V				A Terra se mantém girando ao redor do Sol por causa de uma força de atração gravitacional.					
11	F				Recentemente foi comprovado que a Terra é plana.					
12	V				Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol.					
13	F				Mercúrio é conhecido como planeta vermelho.					
14	F				Saturno é o maior planeta do Sistema Solar.					

15	V			O planeta Vênus é conhecido como Estrela Dalva.					
16	V			Um satélite orbita um planeta.					
17	F			A Lua é uma estrela que aparece a noite no céu.					
18	V			A Lua mesmo estando muito distante da Terra é responsável pelas marés alta e baixa nas praias.					
19	F			A Lua é um satélite natural que muda de maneira ao longo do mês para formar as diferentes fases.					
20	V			Lunetas, telescópios e binóculos são instrumentos que podem utilizados para observação do céu.					
21	V			Mesmo sem o auxílio de instrumentos é possível observar no céu (a olho “nó”) planetas como Vênus, Marte e Jupiter.					
22	F			Já tivemos casos de discos voadores vindos de outros planetas que desceram na Terra.					
23	F			O Sol é maior que a Lua e menor que a Terra.					
24	V			A Terra é maior que a Lua e que Mercúrio.					
25	V			Jupiter é maior que a Terra e menor que o Sol.					

Fonte: Elaboração própria (2024).

Após a elaboração, submeteu-se o instrumento criado ao Grupo de Pesquisa LADECA (Laboratório para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e Astronomia), recebendo análises críticas e sugestões valiosas que aprimoraram a clareza e pertinência das questões. Obtivemos a avaliação de 6 (seis) pesquisadores da área de Educação em Astronomia, membros do grupo de pesquisa em que foi desenvolvida esta Dissertação.

Seguindo um processo de validação do instrumento, submete-se o questionário para alguns pesquisadores da área de Educação em Astronomia, buscando garantir consistência, correção, coesão, aderência, clareza e adequação aos objetivos propostos. Suas contribuições refinaram ainda mais o instrumento, assegurando sua validade acadêmica. Ao total foram consultados 5 pesquisadores da área de Educação em Astronomia, das seguintes Universidades: UTFPR, UFPR, UEM e UNESP. O quadro 08 apresenta a avaliação semântica dos pesquisadores da área.

Quadro 08 - Avaliação semântica feita pelos pesquisadores (P)

Questão	Enunciado antes da validação	Comentários dos avaliadores	Versão final do enunciado
5	O Sistema Solar é composto por planetas rochosos e planetas gasosos.	Nem o Verdadeiro e nem o Falso são respectivamente totalmente verdadeiros ou totalmente falsos. Há muito mais coisas além de planetas. Tem Planetas Anões, satélites naturais, cometas, Asteroides e poeira, por exemplo (Pesquisador 1).	Os planetas que compõem o Sistema Solar são divididos em rochosos e gasosos.
9	A Terra é um satélite que gira ao redor do Sol.	Precisa-se tomar um cuidado com uma eventual confusão com "gira em torno do Sol". Já presenciei situações que estudantes confundiram o girar em torno de si (rotação) com girar em torno do Sol (Pesquisador 1).	A Terra é um satélite que orbita o Sol.
10	A Terra se mantém girando ao redor do Sol por causa de uma força de atração gravitacional.	Eu sugiro substituir "girando" por "orbitando" (Pesquisador 1).	A Terra se mantém orbitando ao redor do Sol por causa de uma força de atração gravitacional.

Fonte: Elaboração própria (2024)

A partir do Quadro 07 é possível perceber que apenas o pesquisador P1, sugeriu alteração em enunciados de questões os outros pesquisadores apenas atestaram a qualidade das questões e acerca do grau de dificuldade de cada uma. Alguns pesquisadores fizeram comentários acerca das questões, esses comentários estão apresentados no Quadro 09.

Quadro 09 - Comentários acerca das questões feitos pelos Pesquisadores.

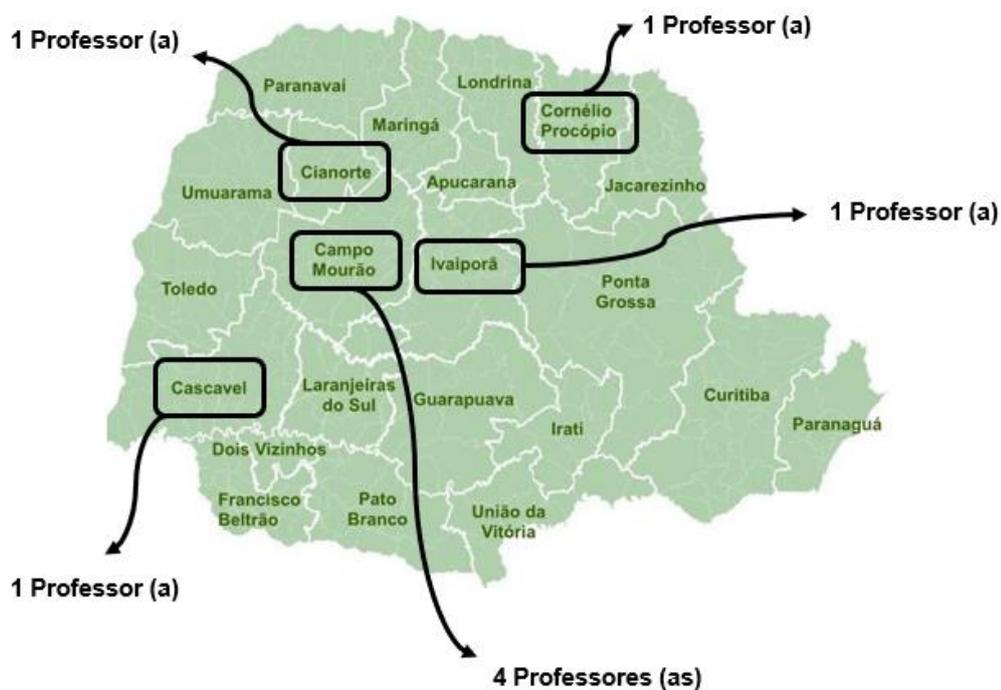
Questão	Enunciado	Comentários dos avaliadores
11	Recentemente foi comprovado que a Terra é plana.	Essa quero ver quantos vão defender... Espero que nenhum (P2).
14	Saturno é o maior planeta do Sistema Solar.	Eu acho que essas aqui são importantes também, mas comparando com as afirmações anteriores e posteriores, ficam um pouco mais numa categoria de saber memorizado, algo nesse sentido (P2).
19	A Lua é um satélite natural que muda de maneira ao longo do mês para formar as diferentes fases.	Talvez eles pensem que a maneira seja o aspecto visual, e não o todo dela (o corpo dela), como nas respostas que podemos receber quando perguntamos acerca de isso, e a criança fala "ah ela fica fininha, porque cortam um pedaço dela", mas no sentido de entendimento dessa palavra, não sei se me fiz entender... MAS ao tentar dar uma sugestão, nada me ocorreu. É só uma ideia que pode acontecer (P2).
22	Já tivemos casos de discos voadores vindos de outros planetas que desceram na Terra.	Não sei se essa questão é relevante dentro do escopo na qual você quer investigar (P1)

23	O Sol é maior que a Lua e menor que a Terra.	Essa questão está ótima, mas pode pegar quem ler muito rapidamente. Mas eu não tenho sugestão de mudança, gostei dela, faz pensar nos 3 elementos em comparação, se a criança não desenvolveu essa noção, ou ainda tem concepções alternativas, vai ser fácil identificar (P2).
----	----------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaboração própria (2024).

Os outros pesquisadores apenas marcaram o grau de importância de cada questão, não apresentando sugestões de adequações. Para garantir a aplicabilidade prática e concretizar uma validação semântica, buscamos a perspectiva de professores de Física da Educação Básica no estado do Paraná. Isso se deve ao fato de ser muito importante saber as perspectivas de profissionais que se encontram em sala de aula, e vivenciam esses conteúdos em seu dia a dia. Ao total, foram selecionados 8 (oito) professores de diferentes localidades do Paraná, conforme vemos na Figura 09.

Figura 09 – Representação das localidades dos Núcleos Regionais de Educação onde atuam os professores participantes da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A validação do questionário junto aos três grupos – LADECA, pesquisadores da área de Educação em Astronomia e professores da Educação

Básica do Paraná – propiciou um refinamento significativo do instrumento a ser aplicado. O processo de validação compreendeu três categorias de avaliação para cada pergunta: “muito importante” (M), “importante” (I) e “pouco importante” (P). Os resultados dessa validação foram organizados no Quadro 10, fornecendo uma visão clara do impacto das contribuições desses grupos na melhoria do questionário.

O Quadro 10, apresentado a seguir, sistematiza as avaliações realizadas por esses grupos, oferecendo uma representação visual da validação e consolidando as contribuições que aprimoraram a qualidade do questionário a ser utilizado na pesquisa. No Quadro 10 a sigla P significa pouco importante, a sigla I significa importante e a sigla M significa muito importante.

Quadro 10 - Resultado da validação do questionário.

Questão	Grupo de Pesquisa						Pesquisadores					Professores							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
1	M	M	I	M	M	I	M	I	M	P	M	M	M	M	M	M	M	M	M
2	M	M	M	M	M	I	I	M	I	P	I	M	M	M	M	M	I	M	M
3	M	M	M	I	M	I	M	M	P	P	I	M	I	M	M	I	M	P	P
4	I	M	M	M	I	M	I	M	P	P	P	I	M	M	M	M	M	M	I
5	M	M	I	M	M	M	I	M	M	P	M	M	M	M	M	M	I	M	I
6	I	I	I	I	M	I	P	I	M	P	M	M	I	I	I	I	M	P	P
7	I	M	P	M	M	M	I	M	P	P	M	M	I	M	I	M	M	P	I
8	M	M	I	M	M	M	I	M	I	P	I	M	M	M	M	M	M	M	I
9	P	M	I	M	M	I	I	I	M	P	I	I	I	M	M	M	I	P	P
10	M	M	M	I	M	M	I	M	M	P	P	M	I	M	M	M	M	M	I
11	I	I	I	M	M	M	M	M	P	P	I	I	P	M	M	M	M	P	M
12	I	M	P	I	I	I	I	I	P	P	M	I	I	M	M	M	I	M	I
13	P	I	P	P	I	M	P	I	P	I	P	I	P	M	M	I	I	P	P
14	I	M	P	I	I	I	I	M	P	I	I	I	P	M	M	M	I	P	P
15	I	I	P	P	I	M	I	I	P	P	I	I	I	M	M	I	I	M	I
16	I	M	I	M	M	M	M	M	P	P	P	M	I	M	M	I	M	M	I
17	M	M	P	I	M	M	P	I	I	P	M	P	I	M	I	I	M	P	P
18	M	M	I	M	M	M	M	M	M	P	I	M	M	M	M	M	I	M	I
19	I	M	I	M	M	M	I	M	M	P	M	I	P	M	M	M	M	P	P
20	I	I	M	M	I	I	I	M	I	P	P	I	M	M	M	I	M	M	M
21	I	M	I	M	M	I	M	M	M	P	M	I	M	M	M	P	M	M	M
22	P	P	P	P	M	M	M	I	P	P	M	P	P	I	M	P	M	P	P
23	I	M	P	M	M	I	M	I	I	P	I	I	P	M	M	P	M	P	I
24	P	M	P	M	M	M	I	M	P	P	I	I	I	M	M	M	M	M	I
25	P	M	P	M	I	I	I	I	I	P	P	I	I	I	M	M	I	M	I

Fonte: Elaboração própria (2024).

Os resultados desse processo de validação conduziram a ajustes importantes no instrumento, destacando-se a exclusão das questões 13 e 22, bem como ajustes semânticos em outras questões. A decisão de excluir as alternativas 13 e 22 foi fundamentada na análise conjunta das avaliações dos três grupos, os quais, em sua maioria, consideraram essas opções pouco relevantes, conforme Quadro 11.

Quadro 11 - Exposição da retirada das questões 13 e 22.

Questão	Grupo de Pesquisa	Pesquisadores	Professores	Grau de importância Final
1	I	M	M	M
2	M	I	M	M
3	I	I	I	I
4	I	P	M	I
5	M	M	M	M
6	I	I	I	I
7	I	I	I	I
8	M	I	M	M
9	I	I	I	I
10	M	I	M	M
11	I	I	M	I
12	I	I	I	I
13	P	P	P	P
14	I	I	P	I
15	P	I	I	I
16	I	P	I	I
17	I	I	P	I
18	M	M	M	M
19	I	M	I	I
20	I	I	M	I
21	I	M	M	M
22	P	I	P	P
23	I	I	I	I
24	I	I	I	I
25	I	I	I	I

Fonte: Elaboração própria (2024).

Faz-se importante ressaltar que, para a análise do grau de importância final apresentado no Quadro 11, os três grupos de validação tinham o mesmo

peso, prevalecendo assim a maioria. Nos casos em que cada grupo optou por uma classificação como na questão 04, por exemplo, utilizou-se o grau de importância intermediário, o que nesse trabalho é o grau importante (I).

Tal consenso proporcionou uma base sólida para a tomada de decisão, respaldada pela expertise do Grupo de Pesquisa LADECA, pelos conhecimentos específicos dos pesquisadores em Educação em Astronomia e pela experiência prática dos professores da Educação Básica do Paraná. O grau de importância foi aferido por maioria simples em cada um dos grupos pesquisados conforme Quadro 11, ainda de acordo com o mesmo quadro, o grau de importância final foi determinado também por maioria simples, e em caso de divergência entre os grupos avaliadores, como na questão 4, consideramos o valor médio entre as opções. A exclusão das questões 13 e 22 não apenas reflete o comprometimento em manter um questionário refinado, mas ilustra a sensibilidade em incorporar *feedbacks* críticos para garantir a relevância e eficácia do instrumento. Além disso, os ajustes semânticos realizados em outras questões foram pautados nas sugestões apontadas pelos grupos validadores, visando otimizar a compreensão e a precisão das perguntas.

O questionário validado foi então aplicado na turma 9º ano do Ensino Fundamental escolhida para a implementação da proposta de ensino desenvolvida como produto educacional.

4.3 Resultado do questionário para identificação dos subsunçores

Para a devida interpretação do questionário inicial, criou-se indicadores associados ao grau de certeza, Quadro 12, com que os sujeitos participantes responderam às afirmativas.

Quadro 12 - Indicadores criados para o grau de certeza das respostas.

Gabarito da Questão	Grau de certeza com sua respectiva sigla	Representação do grau de certeza da resposta
Correta (C)	Neutro (N); Seguro (S); Muito Seguro (MS)	1
	Inseguro (I); Muito Inseguro (MI)	2
Errada (E)	Neutro (N); Seguro (S); Muito Seguro (MS)	1

	Inseguro (I); Muito Inseguro (MI)	2
--	-----------------------------------	---

Fonte: Elaboração própria (2024).

Quando o estudante acerta a questão com um alto grau de certeza, respondendo de maneira segura, muito segura ou ainda neutra, classificou-se esse tipo de resposta como C_1 ; já quando ele responde corretamente, mas com um grau de certeza baixo, do tipo inseguro ou muito inseguro, classificou-se esse tipo de resposta como C_2 . O mesmo se dá para quando assinalam a resposta errada. Uma resposta errada com alto grau de certeza é representada pelo indicador E_1 , e com baixo grau de certeza E_2 . A partir desse processo é possível inferir acerca dos subsunçores dos estudantes, ainda que por uma escolha metodológica tenha-se agrupado os graus de certeza seguro e muito seguro e os graus de certeza inseguro e muito inseguro, para fazer uma avaliação acerca do nível do subsunçor, como o número de indicações do grau de certeza neutro foi muito baixo comparado aos outros, escolheu-se associá-lo aos graus de certeza seguro e muito seguro devido as respostas já apresentadas pelos estudantes a outras alternativas do questionário.

Para a devida interpretação dos resultados do questionário, foi estabelecido um padrão de cores para facilitar a visualização dos indicadores para cada afirmativa, conforme mostra o Quadro 13.

Quadro 13 – Representação das cores de cada indicador.

Indicador	Cor
C1	Azul
C2	Amarelo
E1	Alaranjado
E2	Verde

Fonte: Elaboração própria (2024).

O Quadro 14 apresenta as respostas dos estudantes ao questionário inicial já com os indicadores apresentados de desempenho Roxo desempenho alto, branco desempenho mediano e vermelho desempenho baixo.

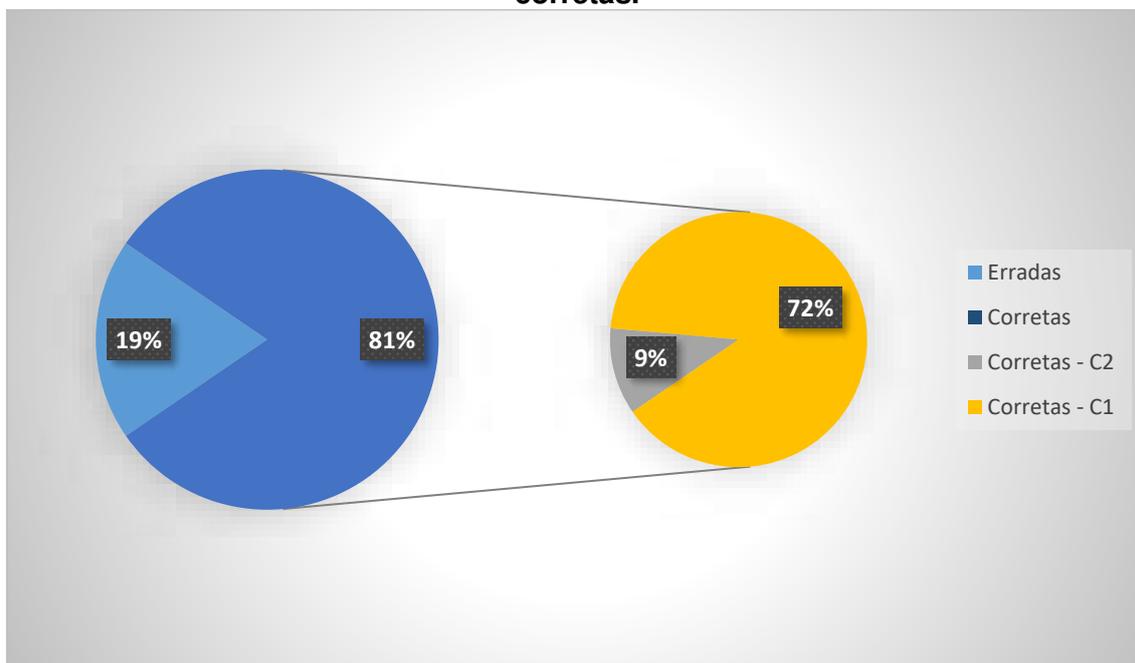
Quadro 14 – Resultado dos questionários inicial e final a partir dos indicadores para o grau de certeza das afirmativas.

Questão	Gabarito	Estudant e.1	Estudant e.2	Estudant e.3	Estudant e.4	Estudant e.5	Estudant e.6	Estudant e.7	Estudant e.8	Estudant e.9	Estudant e.10	Estudant e.11	Estudant e.12	Estudant e.13	Estudant e.14	Estudant e.15	Estudant e.16	Estudant e.17	Estudant e.18	Estudant e.19	Estudant e.20	Estudant e.21	Estudant e.22
		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1									
1	V	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1									
2	V	C1	C1	C1	E1	C1	E1	E1	E2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	E2	C1						
3	F	C1	E1	C1	E1	E1	C2	C1	C1	C1	E1	C2	E1	E1									
4	V	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1									
5	V	C1	C1	C1	C1	E2	E2	C1															
6	F	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C1	E2	E1	C1	C1	C1	E1	E1	E1	C1						
7	F	E1	E1	E1	C1	C1	C1	C1	C2	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E2	E2	E1	C1	E1	E1	E1	E1
8	V	C1	C1	C1	E1	C1	E1	C2	E1	E1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1						
9	F	C1	E1	E1	C1	C1	C2	C2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1								
10	F	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C1															
11	V	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C1	C1	C1	C2	C2	C1									
12	F	C1	C1	E1	C1	C1	C1	C1	C2	E1	C1	C1	C1	C1	E1	E2	E1	C1	C1	C1	E1	E1	E1
13	F	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C1	E1	C2	C1	E1	C1	C1	C1	C1	C1						
14	V	C2	C1	C2	E1	E1	E1	E1	E2	E2	E1	E1	E1	E1	E2	C2	C1	E1	E1	E2	C2	C2	C1
15	V	C1	C1	C1	C1	C2	E2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1									
16	F	C1	E1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	E1	C1	C1	C1	E1	E1	E1							
17	F	C1	C1	C1	E1	C1	E1	C1	E1	C1	C1	E1	C1	E1	E1	E1	E1	E1	E2	E2	E2	E2	C1
18	V	C1	C1	E1	C1	E1	C1	C1	C1	E1	C1	C1	C1	E1									
19	V	E1	E1	E1	C1	C1	C1	C1	E1	E1	E2	C1	E1	C1	E2	E2	E1						
20	F	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	E1						
21	F	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1									
22	V	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C1	C1	C1	C2	C2	C1									
23	V	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C1									

Fonte: Elaboração própria (2024)

A partir do Quadro 13, é possível identificar que para o questionário obteve-se um total de 506 respostas, advindas de 22 estudantes respondendo 23 afirmativas cada um. Desse número, tem-se um total de 81% de acerto e 19% de erro. Do respectivo percentual de acertos, tem-se que 72% dos estudantes acertaram a afirmativa com alto grau de certeza na resposta, isto é, indicador C1, e os outros 28% que acertaram a afirmação, a fizeram com baixo grau de segurança, isto é, para esses estudantes o conhecimento da afirmativa é dito difuso (Silva Filho e Ferreira, 2023), para essa parcela de estudantes o indicador é C2, como indicado na Figura 10.

Figura 10 – Respostas do questionário inicial com ênfase nas afirmações corretas.

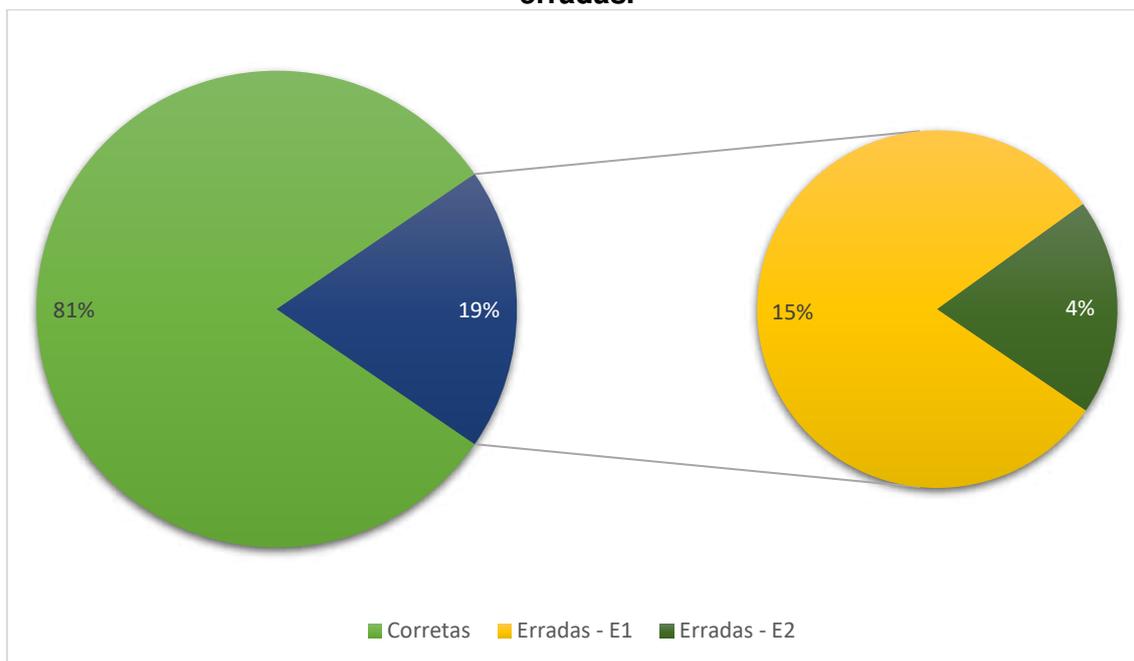


Fonte: Elaboração própria (2024).

Nessa primeira análise, evidencia-se que, dos 409 acertos, faz-se importante direcionar o olhar para os 45 entendidos como conhecimentos difusos, classificados com C2, pois é a partir deles que o professor pode desenvolver um processo de organização avançada, isto é, desenvolver um conjunto de aulas a fim de permitir aos estudantes compreender o assunto, e tais conhecimentos bem estruturados em sua estrutura cognitiva (Ferreira e Silva Filho, 2021; Ferreira *et al.* 2022).

É possível perceber, ainda a partir do Quadro 13, que, 19% das afirmativas (97 afirmativas) assinaladas como erradas, 15% (78 afirmativas) estão classificadas como E1, isto é, erradas e com alto grau de certeza e, os outros 4%, (19 afirmativas), classificadas como E2, representam um conhecimento difuso, Figura 11.

Figura 11 – Respostas do questionário inicial com ênfase nas afirmações erradas.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Tal resultado permite apontar um cenário delicado, pois, se há 22 estudantes que assinalaram de maneira errada o gabarito ao menos uma vez, com um alto grau de certeza, isto é, todos os estudantes tinham alto grau de certeza de ao menos uma questão que assinalaram errado. Essa é a situação que precisa ser melhorada com uma intervenção didática, isto é, essas respostas erradas assinaladas com muita confiança pelos estudantes precisam ser uma baliza para o trabalho docente, a fim de que tanto as respostas do tipo E1, quanto as do tipo E2 possam ser transformadas em conhecimentos bem estruturados em sua estrutura cognitiva (Ferreira e Silva Filho, 2021; Ferreira *et al.* 2022).

Ainda em uma análise do Quadro 14, tem-se que 142 estudantes do total de 506, isto é, 28%, deram respostas que podem ser consideradas pela literatura (Ferreira; Silva Filho, 2021, Ferreira *et al.* 2022, Silva Filho *et al.* 2024) como difusas, identificadas no quadro como C₂, E₁ e E₂. Entende-se que, a partir de tais respostas, o professor pode preparar um processo de organização avançada.

Há dois tipos de organização avançada: uma relacionada à revisão dos conceitos subsunçores que se mostraram fracamente presentes na estrutura

cognitiva do estudante, como maneira de fortalecer essa presença e torná-lo uma boa âncora cognitiva; outra relacionada com a aproximação entre os temas subsunçores e os temas a serem ensinados, esta propriamente dita de organização avançada (informação verbal⁵).

Assim, o maior índice de respostas difusas advém das questões 07, 14, 17 e 19, como mostra o Quadro 15.

Quadro 15 – Questões com maior índice de respostas difusas.

Questão	Número de marcações nos graus de certeza		
	C ₂	E ₁	E ₂
07 - No Sistema Solar temos várias estrelas, mas o Sol é a maior e a mais brilhante delas.	1	14	2
14 - O planeta Vênus é conhecido como estrela Dalva.	5	10	4
17 - A Lua é um satélite natural que muda de maneira ao longo do mês para formar as diferentes fases.	--	10	3
19 - Mesmo sem o auxílio de instrumentos é possível observar o céu (a olho "nú") planetas como Vênus, Marte e Jupiter.	--	7	3
Total	6	41	12

Fonte: Elaboração própria (2024)

Percebe-se, no quadro 15, que 41 respostas (para as 4 questões) foram erradas, mas com alto grau de segurança (E₁); já outras 18 respostas foram corretas ou erradas, mas com baixo grau de segurança (C₂ ou E₂). Esse total de 59 respostas que evidenciam conhecimentos difusos permite saber quais assuntos necessitam ser mais bem trabalhados com os estudantes.

Identificar esse resultado é muito importante para conduzir o processo de organização avançada de revisão, a fim de que os conhecimentos antecedentes se constituam minimamente na estrutura cognitiva do sujeito, para que, então, possa ser realizada uma conexão com os novos conhecimentos.

⁵ Fala do Professor Doutor Olavo Leopoldino da Silva Filho na reunião do grupo de pesquisa em Ensino de Física, discutindo encaminhamentos do Projeto: Plataforma de avaliação digital voltada à aprendizagem significativa em física: fundamentos, interfaces e aplicações de WebQuests no Ensino Médio, em 26 jun 2023.

4.4 Relato de experiência

4.4.1 A organização avançada do conhecimento

Dividimos a estrutura organizacional avançada em fases distintas, as quais ocorreram de maneira sequencial, apresentando graus de interconexão entre si. As fases tiveram início a partir de questionários respondidos pelos estudantes, formulados sob a maneira de atividades, como o Quizizz, além disso, incluíram visitas e palestras no Planetário Rodolfo Caniato da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão.

A etapa 1 do trabalho compreendeu a condução de seis instâncias de atividades, envolvendo preenchimento e associação de lacunas, estas foram meticulosamente coordenadas em pequenos grupos, com uma cuidadosa seleção dos participantes. A elaboração destes grupos foi conduzida criteriosamente, com o intuito de fomentar a diversidade de habilidades e desempenhos individuais.

Esta organização estratégica incorporou um estudante destacado pelo seu desempenho superior no questionário inicial de subsunção, assumindo um papel de liderança para conferir uma base sólida ao grupo. Simultaneamente, foi incluído um estudante com desempenho inferior, visando estimular um ambiente colaborativo de apoio mútuo e promover a partilha de conhecimentos. Adicionalmente, dois estudantes com desempenho mediano foram integrados, contribuindo para uma dinâmica que abraça diversas perspectivas e habilidades.

As atividades foram distribuídas aos grupos por meio de uma cópia impressa em papel colorido, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Atividades da etapa 1.

Atividade 1

Podemos dizer que o [] compreende todos os [] que estão sob o domínio [] do [].

Gravitacional; Solar
Sistema; objetos; Sol

Atividade 5

As [] surgem decorrentes da atração [] que a [] exerce nas [] dos oceanos, e, em uma menor escala, da [] gravitacional que o [] exerce sobre os [].

Sol; Lua; Atração; marés; Águas; Oceanos; Gravitacional.

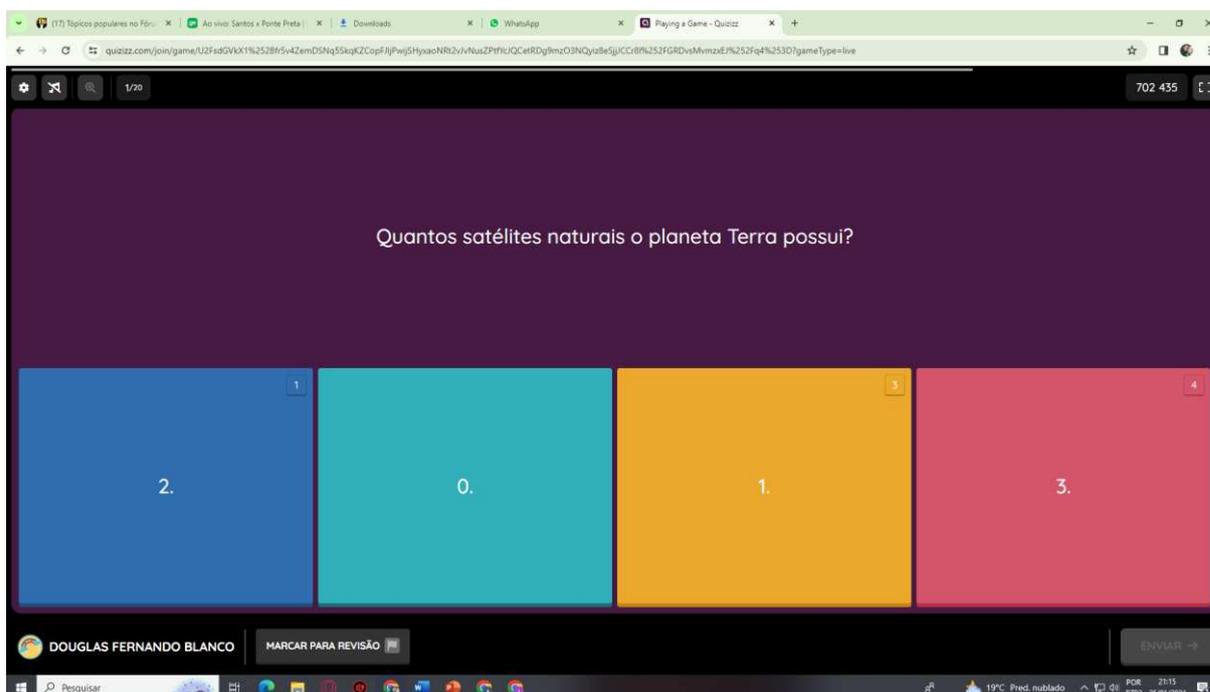
Fonte: Elaboração própria (2024).

As atividades apresentam um pequeno texto com lacunas que demandam dos estudantes o preenchimento com as indicações disponíveis na parte inferior da imagem. A realização desse preenchimento exige não apenas raciocínio, mas conhecimento acerca do Sistema Solar.

Em seguida foi realizado a análise e o debate dos resultados obtidos nas atividades de organização do conhecimento. Neste contexto, a pesquisadora selecionou uma atividade específica para cada grupo, na qual um estudante foi designado para apresentar ao grande grupo as respostas elaboradas pelo seu grupo. O estudante escolhido como porta-voz foi aquele que apresentou um desempenho inferior no questionário de identificação dos subsunçores, com o objetivo de envolver tal estudante e nivelar o conhecimento prévio da turma toda.

Em seguida, foi aplicado um *Quizizz* abordando o tema do Sistema Solar (Figura 13). Para esta atividade, cada discente utilizou seu dispositivo móvel conectado à rede fornecida pela instituição educacional. Esse Quizizz compreendeu 20 questões, estruturadas em verdadeiro ou falso, e de múltipla escolha.

Figura 13 - Pergunta da plataforma quizizz.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os estudantes dedicaram entre 15 (quinze) e 20 (vinte) minutos à execução do *Quizizz*. As perguntas abarcaram três níveis distintos de complexidade, englobando graus fácil, médio e difícil.

Uma outra etapa de organização avançada do conhecimento foi realizada com uma visita ao planetário da UTFPR, *campus* de Campo Mourão, na qual os estudantes se deslocaram até a universidade. Durante essa visita, o professor Dr. Michel Corci Batista, apresentou uma sessão de planetário acerca do Sistema Solar, e, em seguida conduziu uma discussão buscando relacionar os subsunçores com o assunto, que ainda seria estudado na próxima etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A participação contemplou 26⁶ estudantes, e, propiciou-lhes uma compreensão abrangente acerca do tema Sistema Solar, incluindo aspectos como gravidade, dimensões dos planetas, as discrepâncias entre os planetas gasosos e rochosos, bem como o funcionamento do relógio solar a partir do movimento aparente do Sol.

⁶ Nesse dia, tínhamos a participação de quatro alunos que não estavam presentes no dia da aplicação do questionário inicial.

Após a visita ao planetário, foi solicitada uma questão aos estudantes, indagando: “O que eu aprendi no planetário?” como apresentado nas Figuras 14 e 15. Essa abordagem visou identificar os aspectos que mais chamaram a atenção durante a apresentação, proporcionando uma análise subjetiva das percepções dos estudantes. Esta indagação, por sua natureza aberta, incita uma resposta que denota aquisição de conhecimento previamente não adquirido pelo estudante. Além do questionamento, solicitou-se que os estudantes produzissem um desenho representativo do conteúdo aprendido, contribuindo para uma expressão visual e complementar da compreensão adquirida, proporcionando aos estudantes uma outra maneira de representação.

Figuras 14 – Resposta dada pelo estudante 2.

O que eu aprendi no planetário?
 O planetário mostra diversas coisas, os planetas e várias características deles, o motivo de os planetas sempre estarem em sua órbita e a cintura de asteroides, que se originou da terra, a grande massa de júpiter, os planetas gasosos e rochosos, a forma como a gravidade afeta na órbita dos planetas.

No verso nós deveríamos fazer um desenho representando o planetário

Fonte: Estudante 2 (2024)

Figuras 15 - Resposta dada pelo estudante

O que eu aprendi no planetário?

Aprendi sobre os planetas, porque Plutão é um planeta anão, e vi sobre o sistema solar, foi muito interessante, os relógios (solar e indígena) que foram mostrados e explicados aumentaram meus conhecimentos, os planetas rochosos são separados dos planetas gasosos pela cintura de asteroides, todos os planetas depois da cintura tem anéis, quanto maior a massa de um planeta ou estrela mais força de atração ele tem para isso a Terra só atrai a Lua e o Sol atrai todos os planetas.

Fonte: Estudante 1 (2024)

Como finalização dessa etapa, foi realizada uma “Noite Astronômica”, que contou com a presença dos estudantes no colégio para a observação do céu noturno. Durante essa atividade, os estudantes puderam identificar estrelas, observar a Lua e sua fase naquela data, além da visualização do planeta Vênus. Esta atividade esteve sob a supervisão da pesquisadora, que teceu explicações elucidativas acerca das constelações e as fases lunares.

4.4.2 A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora do conhecimento

O desenvolvimento do ensino acerca de conceitos básicos de astronomia associados ao Sistema Solar envolveu uma abordagem pedagógica multifacetada, com múltiplas etapas e estratégias que visavam estimular a compreensão e o interesse dos estudantes. A primeira aula iniciou-se com a aplicação de um questionário destinado a identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema em questão. Esse instrumento permitiu uma avaliação inicial das lacunas de entendimento e das áreas de conhecimento consolidadas pelos estudantes, com a duração de 20 (vinte) minutos, realizada de maneira individual.

Na segunda aula, adotou-se um formato de atividade colaborativa, no qual os estudantes foram divididos em equipes de cinco membros. Dentro dessas equipes, dois integrantes foram selecionados com base no bom desempenho no questionário, um estudante com resultado mediano e os outros dois que não alcançaram um desempenho satisfatório. Os dois melhores classificados no questionário assumiram o papel de auxiliares, orientando os demais na realização da atividade completa. Esse arranjo promoveu um ambiente propício para debates, trocas de experiências e construção coletiva do conhecimento, culminando em um aprendizado mais significativo e contextualizado. Após essa etapa, os dois estudantes que não obtiveram desempenho satisfatório apresentaram seu tema aos demais colegas da sala. Durante as apresentações,

observou-se um grande engajamento e um trabalho em equipe colaborativo. Ficou evidente que todos os estudantes conseguiram apresentar o conteúdo de maneira satisfatória, demonstrando um significativo avanço em relação à primeira etapa do processo.

Posteriormente, os discentes foram envolvidos em uma atividade individual em formato de quiz, hospedada na plataforma digital Quizizz, abordando o tema do Sistema Solar, Figura 16. Esta iniciativa visou fomentar uma competição saudável entre os estudantes, mediante a apresentação de 20 questões de múltipla escolha e de complete, que variavam desde perguntas acerca das características dos corpos celestes até questionamentos acerca de conceitos fundamentais, tal como exemplificado por indagações como "qual o maior planeta do Sistema Solar" e "o Sol é uma ____". Os resultados obtidos foram altamente satisfatórios, evidenciados por uma taxa de participação de 100% entre os estudantes e uma precisão de respostas de 82%, conforme documentado na análise de desempenho apresentada. Entende-se segundo Silva Filho e Ferreira (2022) e Ferreira *et al.* (2022) que esse processo inicial de com questões mais simples cumpriu um papel importante de revisão do conteúdo, a fim de que aquele estudante que apresentou muita dificuldade no questionário inicial (de identificação dos subsunçores) desenvolvesse em sua estrutura cognitiva subsunçores iniciais para que o processo de organização avançada fizesse sentido para ele, e conseqüentemente a etapa de ensino (diferenciação progressiva e reconciliação integradora) tivesse um resultado satisfatório.

Esta abordagem, marcada pela ludicidade e dinamismo, proporcionou uma experiência de aprendizado envolvente e singular, recebendo ampla aceitação por parte dos discentes.

Figura 16 - Resultado dos questionários do Quizziz.

Fonte: Elaboração própria (2024)

A quarta aula consistiu em uma visita ao Polo Astronômico Rodolpho Caniato da UTFPR em Campo Mourão-PR (Figuras 17 A e B), representando uma oportunidade única para os estudantes expandirem seus horizontes além do ambiente escolar tradicional. Durante a visita guiada, as explicações foram apresentadas pelo professor Doutor Michel Corci Batista, que despertando a curiosidade dos estudantes e enriquecendo seus entendimentos a respeito do Sistema Solar. Tópicos como a gravidade em diferentes planetas e o funcionamento do relógio solar foram abordados, promovendo uma imersão no tema e estimulando o interesse dos estudantes pela Astronomia. Os estudantes ficaram encantados com a visita, fizeram questionamentos ao professor, além do que, ele conseguiu aguçar a curiosidade dos estudantes a respeito do Sistema Solar, conforme podemos ver na imagem a seguir.

Figura 17 - Visita ao Polo Astronômico Rodolpho Caniato da UTFPR em Campo Mourão-PR.**A****B**

Fonte: Elaboração própria (2024).

Na imagem "A", observa-se a exposição do docente acerca das dimensões dos planetas, sua relação comparativa de tamanho e a influência da gravidade inerente a esses corpos celestes. Por outro lado, na imagem designada como "B", o professor expõe acerca do conceito de relógio solar. Nesse contexto imagético, é perceptível a posição do docente em relação ao ambiente circundante, com destaque para o reflexo solar que incide, projetando uma sombra cuja posição sugere o horário de 10 horas da manhã. Após a visita os estudantes foram provocados a produzir um texto a respeito do que aprenderam no planetário, juntamente a um desenho representativo daquilo que observaram, conforme vemos na Figura 18.

Figura 18 - Escrita e desenho acerca da visita do Estudante 14.



Fonte: Estudante 14 (2024).

Neste estágio crucial da proposta, os estudantes embarcaram em uma fascinante *observação do céu noturno a olho nu*, mergulhando em uma experiência sensorial que ultrapassou os limites da mera identificação de estrelas e planetas, alcançando até mesmo a contemplação de um dos mais proeminentes satélites naturais, a Lua.

A imersão nessa atividade proporcionou não apenas um contato direto com os corpos celestes, mas uma oportunidade para os estudantes desenvolverem uma conexão mais profunda com o cosmos. Ao observarem o céu noturno, puderam não só identificar constelações familiares, mas

compreender a magnitude do universo e a vastidão dos corpos celestes que o habitam. Além disso, a presença do satélite natural Lua, acrescentou uma dimensão adicional à experiência, permitindo aos estudantes contemplarem detalhes de sua superfície e compreenderem melhor os fenômenos que regem seu movimento e sua interação com a Terra. Dessa maneira, a Observação do Céu Noturno transcendeu o mero exercício acadêmico, transformando-se em uma jornada de descoberta e fascínio, que despertou a curiosidade dos estudantes e os incentivou a explorar os mistérios do universo de maneira mais profunda e reflexiva. Conforme podemos constatar na Figura 19.

Figura 19 - Observação do Céu Noturno.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A continuidade das atividades pedagógicas proporcionou uma imersão ainda mais profunda no estudo do Sistema Solar, explorando diferentes modalidades de aprendizado e expressão criativa dos estudantes. A fabricação de um modelo do Sistema Solar em tamanho e escala, adaptado ao ambiente da sala de aula, ofereceu uma oportunidade tangível para compreender as proporções e distâncias dos corpos celestes. A beleza e qualidade do modelo foram tão notáveis que se tornou destaque na feira de ciências do colégio, atraindo a atenção de muitos visitantes. Conforme podemos ver nas Figuras 20A e 20B.

Figura 20 - Sistema Solar reproduzidos pelos estudantes.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Na Figura 20A, é retratado o momento da realização da feira de ciências, na qual os estudantes apresentaram seus projetos à comunidade escolar, incluindo pais, estudantes e professores. A imagem evidencia a participação ativa e o envolvimento dos estudantes ao compartilharem os resultados de seus trabalhos. Por outro lado, na Figura 20B, é possível observar a concepção e elaboração de um protótipo representativo do movimento de translação e rotação dos corpos celestes. Este protótipo foi exibido durante a feira de ciências, destacando-se por seu funcionamento mecânico e pela contribuição para a compreensão dos fenômenos astronômicos pelos espectadores.

A criação de um *lapbook* do Sistema Solar permitiu aos estudantes a oportunidade de consolidar e organizar informações acerca dos planetas, suas características e curiosidades, incluindo aspectos relacionados à gravidade. A experiência prévia na fabricação do modelo em escala facilitou a execução deste trabalho, demonstrando a progressão do aprendizado e a consolidação dos conhecimentos adquiridos.

A produção de um fanzine acerca do Sistema Solar representou uma abordagem alternativa e criativa para aprofundar os conteúdos estudados. Esta atividade promoveu uma maior imersão no tema, evidenciando o engajamento dos estudantes e seu aprofundamento nos conceitos astronômicos. O uso das tecnologias no laboratório de informática para a elaboração de um jornal astronômico proporcionou uma oportunidade para explorar as relações entre a gravidade e diferentes fenômenos cósmicos, expandindo a compreensão dos

estudantes acerca da influência deste fenômeno não apenas em nosso planeta, mas em todo o universo.

Finalmente, a criação de um mapa mental integrando o Sistema Solar com a gravidade e suas curiosidades permitiu aos estudantes revisitar e consolidar os conceitos estudados, destacando a importância deste fenômeno na estrutura e funcionamento do Sistema Solar. Esta atividade reforçou a compreensão da complexidade e interconexão dos elementos astronômicos estudados, evidenciando o progresso no aprendizado e aprofundamento do conhecimento dos estudantes ao longo do curso.

4.5 Resultado dos mapas mentais

Os mapas mentais, enquanto representações visuais de dados, informações e conceitos derivados de um tema central, constituem uma ferramenta eficaz para organizar e facilitar a aprendizagem e memorização de determinado assunto (Batista; Gomes, 2023). Por meio de ramificações estruturadas, é possível apresentar de maneira lúdica as ideias, destacando a hierarquia e a interação entre os diversos elementos abordados. Essa metodologia de atividade explora a criatividade dos estudantes e a conexão entre os elementos, promovendo uma compreensão mais abrangente e integrada do conteúdo acadêmico (Batista; Gomes, 2024).

Cavalcanti (1998) argumenta que a produção de mapas mentais, dentro do âmbito do ensino formal, tem como intuito avaliar o grau de compreensão espacial dos estudantes; dessa maneira, em nosso trabalho queremos investigar sua percepção do Sistema Solar por meio destes mesmos mapas. Dessa maneira, a análise dos mapas mentais possibilita a avaliação da representação que possuem do ambiente cósmico em que estão imersos.

Os mapas mentais podem ser avaliados segundo Ontoria, Luque e Gómez (2008) a partir quatros critérios:

- a) **domínio técnico global:** refere-se à projeção na avaliação de modo que seja apresentado domínio técnico quanto a construção do mapa mental. Aqui deve-se observar como as ramificações foram produzidas as espessuras, as cores, da mesma forma o tamanho das letras utilizadas.

b) **imagem central e ramos principais:** inicia-se pelo primeiro nível em que se encontra o termo indutor ou imagem central, em seguida devem ser apresentados ramos equivalentes a grande subdivisões ou pontos de referência importantes, expressando ênfase, clareza, associação e criatividade. Finalizando pelo terceiro ou mais níveis, nas quais devem ser contempladas as ideias que partem de cada ramo principal, ou seja, devemos levar em consideração as ramificações primárias (do termo indutor para os primeiros conceitos), as ramificações secundárias (dos primeiros conceitos para os segundos), as ramificações terciárias (dos segundos conceitos para os terceiros) e assim sucessivamente.

c) **conteúdo do tema:** esta deve ser considerada a principal parte de avaliação e por isso recebe maior pontuação, porque nela se avalia o conteúdo conceitual, ou seja, se são apresentados os conteúdos suficientes para o desenvolvimento do tema. Também deve-se avaliar as relações entre a grafia e o conteúdo, de modo que devem promover as relações entre conceitos-ideias de diferentes ramos, representando maior nível de reflexão e de pensamento. Finaliza-se esse nível observando se houve compreensão do tema, tomando cuidado com os possíveis erros conceituais.

d) **criatividade:** avaliar utilizando critérios que pautem a originalidade, imaginação e organização dos conteúdos apresentados (Ontoria, Luque e Gómez, 2008, p. 131).

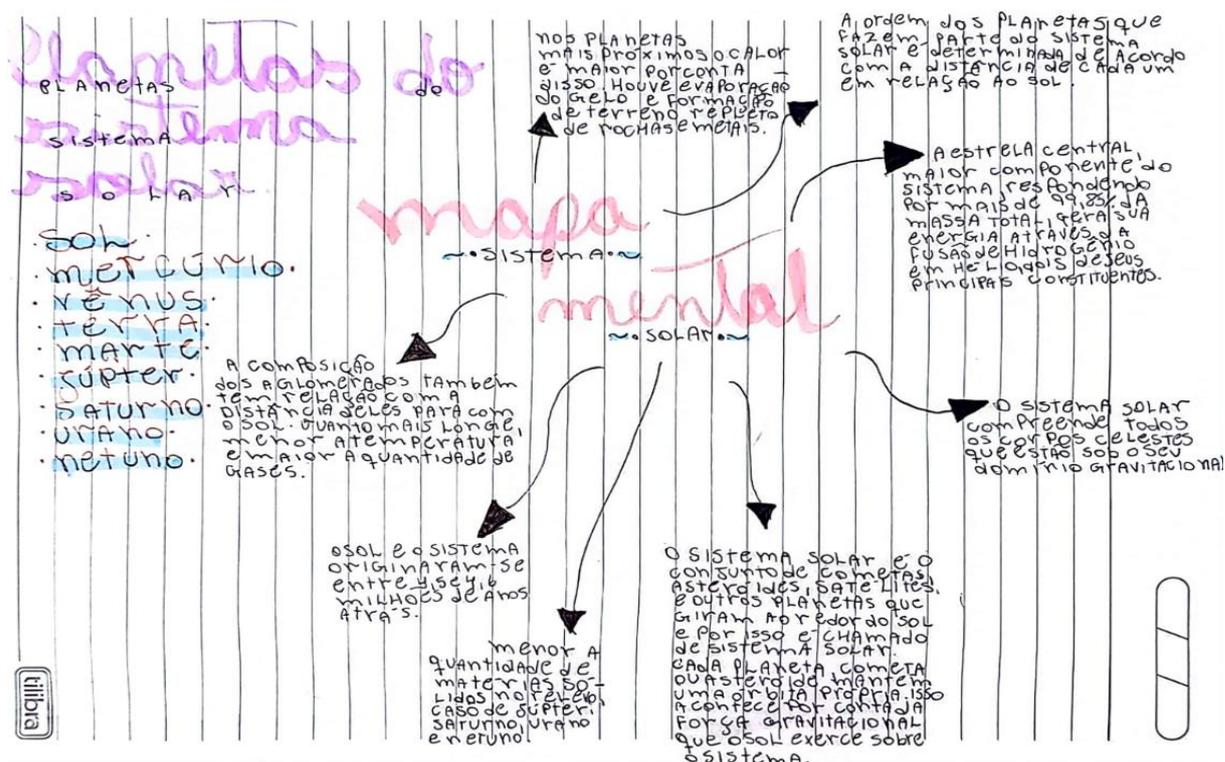
Utilizamos esses critérios para avaliar as produções dos estudantes em nossa pesquisa.

Na penúltima aula da implementação da proposta de ensino, foram abordados tópicos pertinentes ao Sol e ao Sistema Solar, com ênfase nas características dos planetas e suas trajetórias orbitais. Durante a exposição, foi ressaltada a relevância da estrela central como fonte primordial de energia para o sistema, bem como a proporção da sua massa em relação ao Sistema Solar. Ao término da exposição teórica, os discentes foram engajados em uma atividade prática, na qual foram solicitados a elaborar mapas mentais com o intuito de consolidar e visualizar os conhecimentos adquiridos. A orientação foi para que os estudantes construíssem o mapa mental a partir do tema central Sistema Solar.

Esta abordagem didática não apenas fomentou uma organização cognitiva dos temas tratados, mas estimulou a criatividade e a habilidade de síntese em relação a conceitos complexos. A qualidade dos mapas mentais produzidos pelos estudantes foi notável, quando levamos em consideração os critérios estabelecidos anteriormente.

Pode-se dizer de maneira geral que temos diferentes estruturas de mapas, com relação aos dois critérios iniciais domínio técnico global, imagem central e ramos principais, alguns mapas apresentam apenas letras do mesmo tamanho e são monocromáticos e com ramificações primárias apenas, como é o caso do mapa representado na Figura 21.

Figura 21 - Mapa mental construído pelo estudante 6.



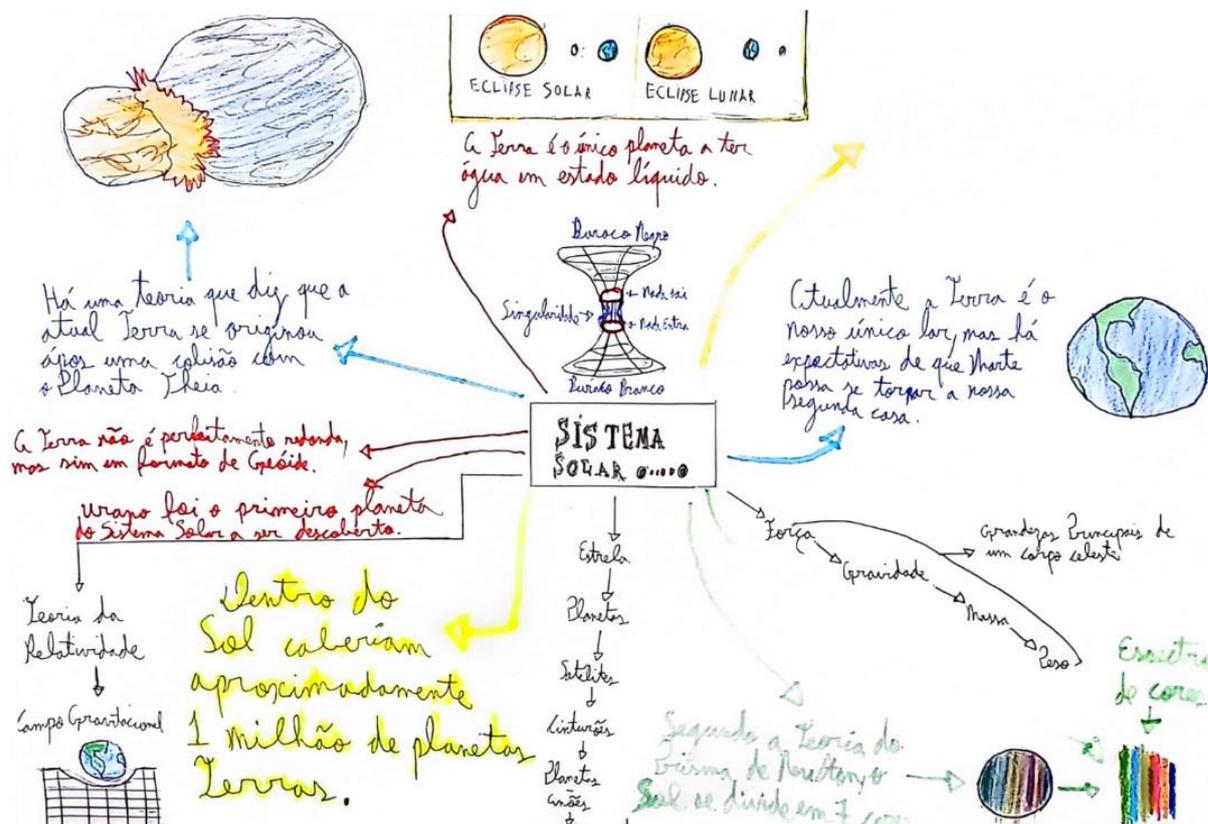
Fonte: Estudante 6 (2024).

Já o conteúdo do tema apresentado relaciona-se com o que se esperava no processo de reconciliação integradora, que o estudante fosse capaz de articular os novos conhecimentos estudados com os subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva. Isso fica evidente na Figura 21 quando o estudante explicita, “o Sistema Solar compreende todos os corpos celestes que estão sob o seu domínio gravitacional”. A noção de gravidade e de interação gravitacional foi discutida durante a etapa de diferenciação progressiva.

Já em outros mapas, além dos conteúdos associados ao tema, também é possível encontrar os outros critérios apresentados anteriormente, isto é, a

utilização de cores diferentes, tamanhos de letra variados, ramificações secundárias e terciárias e criatividade, como evidenciado na Figura 22.

Figura 22 - Mapa mental construído pelo estudante 1.



Fonte: Estudante 1 (2024).

Esse mapa, além de todos os elementos essenciais, apresenta um aprofundamento do conteúdo estudado, isto é, maior abrangência do assunto, perpassando a origem do campo gravitacional, quando o relaciona a curvatura do espaço-tempo em um desenho, ou mesmo quando tenta representar a singularidade de um buraco negro. Isso nos permite inferir um engajamento significativo na assimilação do conteúdo discutido e conseqüentemente a evidência de uma possível aprendizagem significativa.

De acordo com Petchenik (1995), o termo mapa mental sugere uma conotação mais ampla, evocando a ideia de uma síntese do conhecimento

espacial que cada indivíduo possui de maneira intrínseca, em termos de conhecimento implícito e imagens espaciais latentes.

De maneira geral, pode-se dizer que todos os mapas apresentados ao final da implementação apresentam o conteúdo do tema de maneira satisfatória, alguns com uma abrangência menor, reforçando os conhecimentos prévios que identificamos inicialmente, outros com uma abrangência um pouco maior, evidenciando uma relação direta dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos estudados no processo de diferenciação progressiva.

Acredita-se que tal diferença ocorreu porque no início da implementação nem todos os estudantes apresentaram subsunçores acerca do tema a ser estudado, tentou-se diminuir esse distanciamento entre quem apresentou os subsunçores dos que não apresentaram por meio da organização avançada de revisão, no entanto isso ainda refletiu no resultado dos mapas mentais produzidos. No entanto, entende-se que os conteúdos apresentados nos mapas, ainda que menos abrangentes tornaram-se significativos para os estudantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise detalhada apresentada ao longo dos capítulos, é possível concluir que a implementação de uma proposta de ensino para o Sistema Solar, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e na abordagem Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics (STEAM), apresenta um elevado potencial para aprimorar a qualidade do ensino de Astronomia. A pesquisa demonstrou que os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, quando expostos a uma metodologia que integra diferentes áreas do conhecimento e enfatiza a significância dos conteúdos, conseguem desenvolver compreensão mais profunda e articulada dos conceitos astronômicos, sendo capazes de resolver situações problema equivalentes às estudadas durante a implementação da proposta e principalmente tendo um olhar mais interdisciplinar que se sustenta na abordagem STEAM.

Os objetivos específicos delineados no início do estudo foram alcançados com sucesso. A análise do estado da produção acadêmica relacionada ao Ensino de Astronomia e à TAS revelou necessidade premente de propostas didáticas que transcendam a abordagem tradicional. A proposta desenvolvida neste estudo mostrou-se não apenas inovadora, mas prática e aplicável ao contexto educacional analisado.

A identificação dos subsunçores dos estudantes proporcionou base sólida para a construção de um ensino significativo, permitindo que a proposta educacional se conectasse com os conhecimentos prévios dos estudantes. A análise dos mapas mentais produzidos pelos estudantes ao final da implementação revelou uma evolução significativa na compreensão do tema Sistema Solar, indicando que a abordagem STEAM, aliada aos princípios da TAS, facilita a construção de conhecimentos de maneira integrada e contextualizada.

A avaliação da proposta de ensino, baseada nos resultados obtidos e nas percepções dos estudantes, indicou que a metodologia adotada despertou o interesse e a curiosidade dos estudantes, bem como promoveu um ambiente de aprendizado colaborativo e investigativo. Os relatos de experiências

evidenciam que a inclusão de atividades interdisciplinares e a utilização de organizadores avançados contribuíram para a internalização dos conceitos astronômicos de maneira significativa.

Dessa maneira, este estudo reafirma a importância de uma abordagem educativa que valorize a integração entre diversas áreas do conhecimento e que esteja alinhada com as teorias contemporâneas de aprendizagem. A proposta apresentada não só enriquece o currículo escolar, mas prepara os estudantes para os desafios do século XXI, promovendo o desenvolvimento de habilidades essenciais como o pensamento crítico, o raciocínio lógico e a capacidade de investigação científica.

Em suma, a implementação de uma proposta de ensino fundamentada na TAS e na abordagem STEAM mostrou-se eficaz para superar os desafios existentes no ensino de Astronomia, especialmente no que tange ao ensino do Sistema Solar. A integração dessas teorias pedagógicas resultou em uma aprendizagem mais significativa e engajadora, proporcionando aos estudantes uma visão mais ampla e holística do cosmos e preparando-os para serem cidadãos mais bem informados e conscientes do mundo ao seu redor. Assim, recomenda-se a continuidade de pesquisas e práticas educativas que explorem e ampliem essa abordagem, visando sempre a melhoria contínua da educação em Astronomia.

REFERÊNCIAS

ANASTACIO, M. A. S. **Astronomia no ensino médio**: uma proposta de curso com foco na aprendizagem significativa e uso de ambiente colaborativo como ferramenta de tecnologia digital. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

ANDRADE, M. J. P. de. **O Ciclo de Experiência de Kelly e a teoria da aprendizagem significativa**: uma reconciliação integradora para o ensino de astronomia com o uso de ferramentas computacionais. 2010. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ANDRADE, B. N. R. B.; SILVA, G. H.; LESSI, K. V. S.; MEZZACAPPA, N. C. **Callis**: Ciências 9º ano. Ensino Fundamental: Anos finais. Sistema Poliedro, 2023.

ARISTÓTELES. **Sobre o Céu**. Tradução de Edson Bini. São Paulo: Editora 34, 2006.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. (trad. de Eva Nick et al.) Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução: Epifânio, R., & Viegas, E. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BACELAR, J. P. **Sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade federal do Piauí, Teresina/PI. 2019.

BATISTA, F. W. F. **Uma proposta de sequência didática para a implementação de um minicurso de astronomia**, 2020. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física: Universidade Federal do Pará, 2020.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 86–96, 2015. DOI: 10.26843/rencima.v6i2.895. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/895>. Acesso em: 03/03/2024

BATISTA, M. C.; GOMES, E. C. O mapa mental como instrumento de análise para pesquisa em ensino. In: MAGALHÃES JR., C. A. (Org.). **Análise de**

dados em Educação para a Ciência e a Matemática. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024.

BATISTA, M. C.; SANTOS, O. R. MATINS, V. C.; VIEIRA, T. F. Teaching Seasons with a Hands-on Activity. **International Astronomy and Astrophysics Research Journal**, v. 4, n. 3, p. 19-35, 2022.

BATISTA, M. C.; VIEIRA, T. F.; OLIVEIRA, C. M. Uma possibilidade interdisciplinar para o estudo da revolução científica a partir do conto as estrelas da obra viagem ao céu de Monteiro Lobato **Revista Ilustração**, Cruz Alta, v. 3, n. 3, p. 21-31, 2022.

BATISTA, M. C.; GOMES, E. C. Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas mentais e conceituais. In: MAGALHÃES JR., C. A.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Maringá: Massoni, 2021. p. 288-300.

BATISTA, M. C. FUSINATO, P. A. OLIVEIRA, A. A. Astronomia nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental I. **Ensino & Pesquisa: Revista Interdisciplinar de Formação Docente**, União da Vitória, v. 16, n. 3, p. 46-64, jul./set., 2018.

BATISTA, M. C. FUSINATO, P. A. RAMOS, F. P. Contribuições de uma oficina de astronomia para a formação inicial de professores dos anos iniciais. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 107-128, 2017.

BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o Ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**, 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

BOTARI, A. BOTARI, J. C. BRITO, C. R. CIAMPI, M. M. Educational Tools and Interventional Analysis of Meaningful Learning: Case Studies Applied to Teaching Acoustic Physics in the Discipline of Environmental Comfort, in IEEE **Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 17, n. 2, p. 115-124, 2022.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIOJ. L. **FÍSICA CLÁSSICA**, Dinâmica, Estática. Atual Editora, 1998.

CASTRO, J. N. P. de. **Baralho estelar**: a construção de conhecimentos de astronomia através de um jogo didático. 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2019.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos**. Campinas: Papirus, 1998.

CHAVES, A. L. F.; FERREIRA, R. L.; FERREIRA, L. S. S. Contextualizando a Educação no Brasil, sua influência no processo histórico. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, 1 ed., v. 04, p. 61-74. Jan. 2021.

COUTO, V. L. do. **Astronomia no Ensino Médio**: uma abordagem simplificada a partir da Teoria da Relatividade Geral. 2020. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

ESTRABÃO. **Geografia Livro II**, Capítulo 5. Editado por Aubrey Diller. Harvard University Press, 1967.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.

FERREIRA, M.; SACERDOTE, H. C. S.; STUDART FILHO, N.; SILVA FILHO, O. L. Análise de temas, teorias e métodos em dissertações e produtos educacionais no MNPEF. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Online), v. 43, p. 1-11, 2021.

FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; MARINHO, L. P.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (ONLINE) JCR**, v. 43, p. 1-13, 2021.

FERREIRA, M.; NOGUEIRA, D. X. P.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; SOARES NETO, J. J. A WebQuest como proposta de avaliação digital no contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, 12, 1-32, 2022.

FONTELE, F. F. M. **Sequência didática para o ensino de astronomia de onda gravitacional e interferência no ensino médio**. 2022. Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Ceará – Campus Sobral, 2022.

FREIRE, G. C. **O ensino de astronomia através de oficinas pedagógicas**. 2023. Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Universidade Estadual do Ceará. Biblioteca da UECE-(CE), 2023.

GRAÇA, A. R. T.; MASSONI, A. M.; DIAS, T. M. S.; MELO, G. J. STEAM: A engenharia integrada ao ensino de ciências. In: **Conedu: VII Congresso Nacional de Educação**. Maceió-AL, 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_M D4_S A16_ID7067_29092020125750.pdf, acesso em 25/02/2023.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. v. 1. 10. ed. Rio de Janeiro RJ: LTC, 2016.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, Limeira, n. 2, p. 75-92, 2005.

LEITE, C. **Os Professores de Ciências e suas Formas de Pensar Astronomia**. 2002. Dissertação Mestrado. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2002.

LIMA, F. A. S. **Manifestações artísticas como ferramentas para o ensino de astronomia**. 2019. Mestrado profissional em Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, Universidade Federal do Paraná, 2019.

LIMA, E. A. **Livro virtual: tópicos de Astronomia no 9º ano do Ensino Fundamental**. 2022. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Universidade Federal do Maranhão - UFMA, 2022.

LORENZIN, M. P. **Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), USP. São Paulo. 2019.

MARAGNI, F. T. G. **Sistema Positivo de ensino: ensino fundamental: 9º ano: Ciências**. 2 ed. Curitiba: Cia. Bras. De Educação e Sistemas de Ensino, 2022.

MACIEL, R. R. **A astronomia nas aulas de física: uma proposta de utilização de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)**. 2016. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de PósGraduação em Ensino de Física, Araranguá, 2016.

MAGALHÃES, C. L. T. **Astronomia prática: site com roteiros experimentais para o ensino de astronomia no ensino médio**. 2019. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Universidade Federal de Alagoas–UFA, 2019.

MARQUES, F. A. A. **Uma sequência didática com um jogo digital para o apoio ao ensino de astronomia no ensino médio**. Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS. 2019. 102 f. Dissertação, Universidade Estadual do Ceará, Biblioteca Depositária: Biblioteca da UECE-(CE), 2019.

MEES, A. A. **Astronomia: Motivação para o Ensino de Física na 8ª Série**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

MELO, J. S. **Ensino de astronomia pelo estudo colaborativo das marés**. Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS, 2020. Dissertação, Universidade do Estado Da Bahia, Biblioteca Depositária: Biblioteca da Universidade do Estado da Bahia, 2020.

MELO, W. S. **Uma proposta de ensino de astronomia por meio de um jogo em RPG Maker**. 2021. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Fundação da Universidade Federal do Piau – FUFIP, 2021.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas. In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M.A.V. (Org). **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, p.213-231, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1995.

NERES, L. B. **O Stellarium como estratégia para o ensino de Astronomia**. Ilhéus/BA. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, 2017.

NESI, E. R.; BATISTA, M. C. **Produtos educacionais elaborados no mestrado profissional em ensino de física: a busca por referenciais norteadores**. Revista Valore, Volta Redonda, 3 (Edição Especial): 554-563., 2018.

OLIVEIRA, C. S. **O ensino de astronomia pelo viés investigativo**. 2020. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2020.

OLIVEIRA, A. A.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. Astronomia nos currículos dos cursos de ciências biológicas no estado do Paraná. **Revista Valore**, Volta Redonda, 3 (Edição Especial):p. 334-342., 2018.

OLIVEIRA, A. A.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. **O whatsapp como possibilidade para a construção do conhecimento de forma colaborativa: um recurso significativo para o ensino de astronomia**. Vitruvian Cogitationes, v. 3, n. 2, p. 232-243, 2022.

ONTORIA, A.; LUQUE, A.; GÓMEZ, J. P. R. **Aprender com mapas mentais**. Trad. Silvia Mariângela Spada. 3 ed. São Paulo: Madras, 2008.

ORTIZ, A. J.; LEITE, J. C.; CARMO, T.; BATISTA, M. C.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. **Representações sociais de estudantes do final do ensino médio sobre astronomia**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, v. 27, p. 79-91, 2019.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções Astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005.

PETCHENIK, B. B. **Cognição e cartografia: Geocartografia**. n. 6, São Paulo: USP, 1995.

PONTES, G. S. **Física e recursos didáticos**: proposta para a inserção de storytelling de astronomia no último ano do ensino fundamental. 2022. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Universidade Federal de Rondônia – UNIR, 2022.

PRÄSS, A. R. **Teorias de aprendizagem**. ScriniaLibris.com. 2012.

PUGLIESE, G. O. **STEM EDUCATON** - um panorama e sua relação com a educação brasileira. 20 (1), 209-232. Currículo sem fronteiras, 2020.

ROSA, C. A. P. **História da ciência**: a ciência moderna. 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 1, p. 37-50, 2006.

ROSSETTO, A. F. **Uma proposta de sequência didática na abordagem de conceitos básicos no ensino de astronomia**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**: a ciência vista como uma vela no escuro. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SANTOS, O. C.; BRITO, D. Q.; MACIEL, F. G.; FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; COUTO, R. V. L.; BATISTA, M. C. Abordagens de Etnoastronomia nos livros de ciências distribuídos em 2020 pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). **REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**, v. 35, p. 1-16, 2023.

SCHINZEL, G. H. **Buracos negros**: uma proposta de sequência didática em forma de UEPS para o Ensino Médio. 2020. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Também disponível em: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf> acessado em 01/03/2024

SILVA, C. R. B. **Ensino de astronomia usando um jogo de trilha para o estudo da evolução estelar no ensino médio**. 2020. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS Instituição de Ensino: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2020.

SILVA, A. E. S. **Guia didático e o jogo do universo**: o ensino de astronomia em ciências no 9º ano. 2021. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Física – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2021.

SILVA, W. F. **Origem, evolução e morte das estrelas**: uma sequência didática para os alunos do Ensino Médio. 2016. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do ABC, UFABC. Santo André/SP, 2016.

SILVA, F. P. de O. **Utilização de celulares como ferramentas no ensino de astronomia**: aplicativo star Chart como planetário /Francisco Petrônio de Oliveira e Silva. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro - BA, 2016.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; BATISTA, M. C.; NASCIMENTO, A. B. S. Identificação de subsunçores a partir de análise cognitiva qualitativa com o uso de lógica difusa. In: MAGALHÃES JR., C. A. (Org.). **Análise de dados em Educação para a Ciência e a Matemática**. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024.

SILVA FILHO, O. L. ; FERREIRA, M.; BATISTA, M. C.; NASCIMENTO, A. B. S. Identificação de subsunçores a partir de análise qualitativa baseada em lógica difusa. **E-BOLETIM DA FÍSICA**, v. 11, p. 1-6, 2023.

SILVA FILHO, O. L. ; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (ONLINE) JCR**, v. 44, p. 1-13, 2022.

SILVA FILHO, O. L. ; POLITO, A. M. M.; FERREIRA, M.; COELHO, A. L. M. B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **PESQUISA E DEBATE EM EDUCAÇÃO**, v. 11, p. 1-33, 2021.

SOUZA, G. de O. **Proposta de uma sequência didática com aulas acerca dastronomia mediadas por simulações criadas no CELESTIA e no STELLARIUM**. 2022. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS. Fundação da Universidade Federal do Piau – FUFIP, 2022.

SOARES, J. P. **Elaboração de uma componente curricular eletiva nas escolas em tempo integral (eemtis) do Ceará com foco na olimpíada brasileira de astronomia (OBA)**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semiárido – Programa de Pós-graduação em Física, 2020.

SPINA, F. A. **Linguagem científica e aprendizagem significativa em abordagem de astronomia no ensino fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros** - Vol. 1, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

VALIDO FILHO, M. M. P. **Medidas da velocidade da luz usando observações e simulações astronômicas das luas de Júpiter**. 2016.

Dissertação (Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2016.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C. **Análise de investigações sobre Temas de astronomia e suas Abordagens no ensino médio brasileiro**. Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 3, n. 2, p. 01- 16, 2022.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C.; RAMOS, F. P.; SANTOS, O. R. **Proposta didática para o ensino de Física e Astronomia no Ensino Médio**. Revista do Professor de Física, v. 6, n. Especial, p. 130–136, 2022.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C.; RAMOS, F. P. **Ensino remoto intencional, sala de aula invertida e interdisciplinaridade**: possibilidades para um ensino de Astronomia no Ensino Médio. Ponta Grossa: Atena, 2021.

PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

IVANA KELLY CINTRA REINISZ

O SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

**CAMPO MOURÃO
2025**

IVANA KELLY CINTRA REINISZ

O SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
the solar system in the final years of elementary school

Produto Educacional apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – polo 32 do MNPEF, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Michel Corci Batista.

Coorientador(a): Ederson Carlos Gomes.

CAMPO MOURÃO
2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



IVANA KELLY CINTRA REINISZ

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL A PARTIR DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA ABORDAGEM
STEAM**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 19 de Setembro de 2024

Dr. Michel Corci Batista, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Fernanda Peres Ramos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marcello Ferreira, Doutorado - Universidade de Brasília (Unb)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/09/2024.

Apresentação

Um dos maiores desafios do professor de Física/Ciências na atualidade é sem dúvidas promover um ambiente de aprendizagem que envolva o estudante em todo o processo, podendo esse chegar a uma aprendizagem significativa.

Nessa perspectiva, este produto educacional apresenta uma proposta de ensino sustentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e na abordagem STEAM, com a utilização diferentes recursos didáticos possibilitando ao estudante ser a parte principal do processo de ensino/aprendizagem.

Ao trabalhar nessa perspectiva de ensino o professor deve aparecer como um facilitador, alguém que leve o educando a pensar, investigar o conteúdo abordado, de maneira que passo a passo o próprio aprendiz construa sua rede conhecimento.

Esta proposta de ensino aborda o conteúdo de Astronomia para os anos finais do Ensino Fundamental, seguindo a proposta apresentada por Ausubel acerca da aprendizagem significativa, em que o professor é o interlocutor entre o que o estudante já sabe e o novo conhecimento adquirido e organizado pelo aprendiz.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Desejamos a todos e todas uma boa leitura!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA: NOÇÕES BÁSICAS PARA A COMPREENSÃO DO SISTEMA SOLAR.....	5
2	UMA INTRODUÇÃO A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A ABORDAGEM STEAM	18
3	PROPOSTA PARA ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	22
4	UNIDADE TEMÁTICA 1: O SOL E AS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA SOLAR	30
5	UNIDADE TEMÁTICA 2: A TERRA NO ESPAÇO.....	32
6	UNIDADE TEMÁTICA 3: SATÉLITES E SUAS INFLUÊNCIAS.....	38
7	UNIDADE TEMÁTICA 4: OUTROS CORPOS DO SISTEMA SOLAR.....	40
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43
	APÊNDICES.....	44

1

Introdução à Astronomia: noções básicas para a compreensão do Sistema Solar

A Astronomia é considerada a mais antiga Ciência datada, responsável pelo estudo da origem, formação, composição, variedade e interação entre os astros, corpos celestes e fenômenos que ocorrem em todo o universo, como o Sol, a Lua, estrelas, planetas, cometas, nebulosas, galáxias e toda a imensidão presente fora da atmosfera terrestre.

O surgimento da Astronomia remonta às primeiras civilizações que observavam o céu para determinar a época adequada para plantio/colheita de suas lavouras, e posteriormente, para estruturar seus calendários. Esses povos também construía monumentos em pedra que, combinados com a posição do Sol, determinavam as passagens de tempo, estações do ano e solstícios (Sagan, 1996).

Ao longo da história, diversos filósofos impulsionaram o estudo da Astronomia, como Aristóteles (2006), que esclareceu a influência da luz solar nas fases da Lua e argumentou que elas eram causadas pela interação entre o Sol, a Lua e a Terra. Ele afirma que quando a Lua está entre a Terra e o Sol, ela é iluminada pelo Sol em seu lado oposto. Já quando a Terra está entre a Lua e o Sol, a luz solar é bloqueada pela Terra, evoluiu em uma Lua nova. Porém, ao falar de Astronomia estabeleceu uma das mais belas passagens no que diz respeito ao estudo desta área:

Todas as pessoas que têm olhos podem ver as estrelas, mas eles não podem compreender o que elas são ou como elas são organizadas. É necessário, portanto, que estudemos a astronomia e a astrologia, se quisermos compreender os movimentos dos corpos celestes, sua natureza e suas propriedades (Aristóteles, 2006, p. 13).

Outros filósofos que trataram acerca da Astronomia foram Aristarco, Erastóstenes e Ptolomeu. Aristarco foi o primeiro a levantar a hipótese de que a Terra fazia o movimento de translação (Rosa, 2012). Erastóstenes, quem mediu com precisão o diâmetro terrestre estabelecendo que a circunferência da Terra era de 252.000 estádios (Estrabão, 1967), e Ptolomeu foi responsável por discutir os movimentos dos planetas,

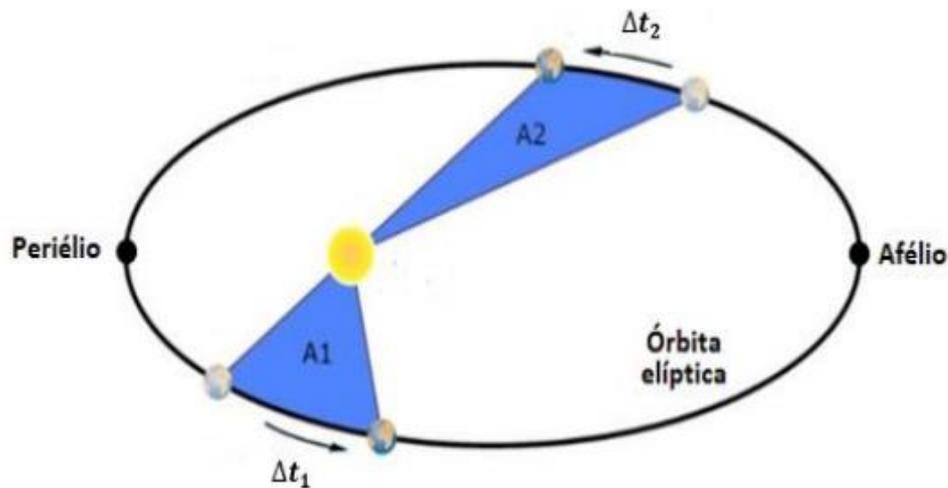
No século XVI, Nicolau Copérnico, apoiando-se firmemente na relatividade do movimento, propôs um sistema cosmológico no qual, entendia como circulares as trajetórias dos corpos celestes (Batista; Vieira; Oliveira, 2022), isto é, admitia que os planetas do nosso Sistema Solar descreviam trajetórias circulares, das quais o Sol ocupava o centro (Calçada; Sampaio, 1998).

Dois dos mais fervorosos e influentes adeptos da teoria copernicana foram Galileu e Kepler. Kepler propôs-se demonstrar experimentalmente que a teoria copernicana estava correta; para isto aceitou trabalhar com Tycho Brahe, diretor do Observatório de Praga e que dividia com Galileu as honras de maior astrônomo da época.

Após alguns anos de análise dos dados constituídos por Tycho Brahe, Kepler concluiu que de maneira alguma as órbitas dos planetas poderiam ser consideradas circulares, visto que sua análise indicava claramente que a trajetória de Marte era uma elipse da qual o Sol ocupava um dos focos. Ao se dedicar ao estudo das trajetórias dos planetas descobriu que os diversos planetas descreviam órbitas elípticas, das quais o Sol sempre ocupava um dos focos, esse resultado é atualmente conhecido como 1ª Lei de Kepler, ou Lei das órbitas, e pode ser descrito como: a trajetória de cada planeta é uma elipse, da qual o Sol ocupa sempre um dos focos (Tipler; Mosca, 2006).

A *Nova Astronomia Etiológica*, publicada em 1609, trazia ainda uma outra descoberta de Kepler, a de que os planetas em suas órbitas elípticas, se movem mais lentamente quando estão mais afastados do Sol, e mais rapidamente quando estão mais próximos. Procurando relacionar tais fatos, Kepler percebeu que se imaginássemos um planeta qualquer ligado ao Sol por meio de um fio elástico o movimento desse planeta manteria constante a razão $\Delta A / \Delta t$ entre a área ΔA varrida pelo fio e o intervalo de tempo Δt durante o qual a área foi varrida. Esse resultado é conhecido atualmente como 2ª Lei de Kepler, ou Lei da Áreas, e é enunciado da seguinte maneira, a velocidade areolar de cada planeta é constante, isto é, o raio vetor (vetor do Sol até o planeta) varre áreas iguais em tempos iguais como mostra a Figura 01.

Figura 01 - Trajetória elíptica descrita por um planeta hipotético em torno do Sol.



Fonte: Vieira, Batista e Ramos (2021, p. 64).

Pode-se matematicamente escrever a segunda lei de Kepler da seguinte maneira:

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta A_2}{\Delta t_2}, \quad (1)$$

em que ΔA representa a área e Δt , o intervalo de tempo.

Assim, quando o planeta descreve sua órbita no sentido do periélio para o afélio o movimento descrito é considerado retardado, e quando o planeta descreve sua órbita no sentido do afélio para o periélio o movimento descrito é considerado acelerado (Vieira; Batista; Ramos, 2021).

Dez anos depois de publicar *a Nova Astronomia Etiológica*, Kepler publicou um novo livro, intitulado *Harmonias do Mundo*. Nesse ele enunciou a última lei que regia o movimento planetário. Essa lei, que é conhecida com 3ª Lei de Kepler, ou Lei dos períodos, pode ser enunciada da seguinte maneira: o quadrado do tempo necessário para um planeta completar uma volta em torno do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da sua órbita.

$$T^2 \propto R^3. \quad (2)$$

As leis de Kepler foram obtidas por indução empírica e se limitavam a descrever os movimentos que a observação direta associava aos diversos planetas

do nosso Sistema Solar, mas não fornecia qualquer informação teórica do porquê de tais movimentos acontecerem. Assim, um problema que ainda se precisava resolver na época era: *quais as forças que atuam sobre um dado planeta, fazendo com que ele se mova numa trajetória elíptica como descoberta por Kepler?*

Newton se interessou muito pelo problema e, resolveu-o algum tempo após, supondo que as leis da Mecânica descritas por Galileu e por ele próprio, eram validas não apenas para corpos situados na superfície da Terra, mas para quaisquer corpos em quaisquer situações.

Tomando por base a noção de aceleração centrípeta já descrita no momento e as leis de Kepler, Newton descreve a lei do inverso do quadrado. De acordo com Dias *et al.* (2004), essa formulação seria, apenas, uma parte da Gravitação Universal. A descoberta importante feita por Newton seria a interação mútua, isto é, as interações de corpos que atraem e são atraídos. A partir do exposto pode-se dizer que a Lei do inverso do quadrado pode ser evidenciada a partir da lei de Kepler, conhecida hoje por nós como Lei dos Períodos.

Em 1714, Newton chega a afirmar que havia chegado à ideia Lei do inverso do quadrado ($F \propto \frac{1}{d^2}$), a partir da junção da 3ª lei de Kepler ($T^2 \propto r^3$) e pela tendência centrífuga que em uma notação atual pode ser expressa por $a = \frac{v^2}{r}$.

Para entender a Lei do inverso do quadrado⁷ deve-se partir da força centrípeta

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}, \quad (3)$$

mas

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad (4)$$

em que T é o período do movimento. Substituindo (4) em (3), tem-se:

$$F = m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} \quad (5)$$

⁷ Para essa demonstração, utilizaremos apenas o módulo das grandezas físicas envolvidas.

$$F = m. (2\pi)^2. \frac{r^2}{T^2} \quad (6)$$

$$F = m. (2\pi)^2. \frac{r^2}{T^2} \cdot \frac{1}{r} \quad (7)$$

$$F = m. (2\pi)^2. \frac{r}{T^2} \cdot \quad (8)$$

Multiplicando o numerador e o denominador por r^2 :

$$F = m. (2\pi)^2. \frac{r^3}{T^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (9)$$

Lembramos que a terceira Lei de Kepler é dada por:

$$\frac{r^3}{T^2} = k = \text{constante} \quad (10)$$

Assim,

$$F = \left[m. (2\pi)^2. \frac{r^3}{T^2} \right] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (11)$$

$$F = [\text{constante}] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (12)$$

$$F = [G. M. m] \cdot \frac{1}{r^2} \quad (13)$$

Onde G é a constante gravitacional e M e m as massas que se atraem mutuamente e r a distância entre as massas,

Assim, numa linguagem simplificada podemos dizer que: *no Universo, duas quaisquer partículas se atraem, sendo o módulo da força de atração que uma exerce*

sobre a outra diretamente proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas, podendo seu módulo ser representado algebricamente pela equação.

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}, \quad (14)$$

em que G é uma constante de proporcionalidade denominada constante gravitacional. Seu valor foi determinado medindo a força entre dois corpos de massas inerciais dadas, situados a uma distância dada. Esta determinação foi feita pela primeira vez por Cavendish em 1797.

Essa constante é uma constante universal e não depende dos corpos nem da distância entre eles ou do meio que os envolve, depende somente do sistema de unidades utilizado. No Sistema Internacional, esse valor é:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 / kg^2.$$

Essa é a Física que sustenta nosso entendimento em Astronomia Planetária, do porquê os planetas não deixam suas órbitas. Atualmente, a Astronomia é dividida em oito ramos: Astronomia Planetária, Astrobiologia, Astrofísica, Astroquímica, Astrometria, Astronomia Estrelar, Astronomia Galáctica e Cosmologia. Cada um desses ramos tem suas particularidades e objetivos específicos de estudo.

Ela é uma Ciência fascinante que pode despertar o interesse de estudantes de todas as idades, além de proporcionar uma visão ampla do universo e dos fenômenos que nele ocorrem. O ensino da Astronomia também pode contribuir para o aumento da motivação e interesse dos estudantes em relação às disciplinas relacionadas à Ciências e Física. No entanto, é comum que o ensino da Astronomia seja negligenciado nas escolas, especialmente no Ensino Fundamental (Batista, Fusinato e Ramos, 2017). Nesse sentido, é importante refletir a respeito das abordagens pedagógicas utilizadas para o ensino da Astronomia e sua passagem na promoção do aprendizado significativo dos estudantes.

Essa afirmação é corroborada por estudos na área, que apontam que o ensino de Astronomia pode estimular o interesse dos estudantes em Ciências e Matemática,

além de fornecer a compreensão de fenômenos naturais e processos físicos (Batista; Fusinato; Ramos, 2017; Santos *et al.* 2023).

A Astronomia tem exercido um papel de relevância indiscutível ao longo da história da humanidade, fundamentando-se em suas contribuições multifacetadas para diversas esferas do conhecimento humano. Por meio dela, logramos estabelecer referências temporais, tais como as estações do ano, a medida do tempo, a determinação de posições celestes e a elaboração de calendários, configurando-se, assim, como uma disciplina intrinsecamente conectada ao tecido social. Sob a perspectiva tecnológica, é pertinente mencionar o desenvolvimento de computadores, linguagens computacionais e as comunicações via satélite, os quais se originaram, em parte, da necessidade de aprimorar os métodos de investigação e análise astronômica (Maragni, 2022).

A observação astronômica, por sua vez, figura como uma das mais antigas Ciências praticadas pela humanidade, remontando a períodos primordiais em que os corpos celestes, em sua majestosa trajetória pela esfera celeste, eram retratados em paredes de cavernas e monumentos, símbolos da admiração e reverência do ser humano perante o cosmos. Tal veneração dos astros deu origem ao estudo sistemático de sua natureza e movimentos, suscitando questionamentos acerca de sua composição, dinâmica e distância, entre outros aspectos fundamentais (Maragni, 2022).

Assim, ressaltamos que o Sol e o Sistema Solar desempenham papéis cruciais na configuração e manutenção da vida na Terra, exercendo influência direta acerca da dinâmica climática e os ciclos biológicos do planeta. Enquanto o Sol se destaca como fonte primordial de energia, responsável por sustentar a vida por meio da irradiação de luz e calor, o Sistema Solar configura-se como um intrincado arranjo de corpos celestes, tais como planetas, luas e asteroides, que orbitam em torno de sua estrela central. O Sol é o núcleo do sistema solar, sendo uma imensa esfera de plasma composta predominantemente por hidrogênio e hélio, cujas reações nucleares internas geram uma quantidade colossus de energia irradiada para o espaço, influenciando os fenômenos astrofísicos e climáticos de nosso sistema planetário. Estima-se que o diâmetro do Sol seja aproximadamente de 1,4 milhões de quilômetros, excedendo em cerca de 109 vezes o diâmetro terrestre, representando 99,86% da massa total do Sistema Solar, com uma massa aproximadamente 333 mil vezes maior que a da Terra (Maragni, 2022).

A composição solar é majoritariamente composta por hidrogênio, correspondendo a aproximadamente 74% de sua massa, e hélio, contribuindo com cerca de 24%, enquanto os 2% restantes consistem em uma variedade de outros elementos e gases. As temperaturas extremas presentes na superfície solar, atingindo cerca de 5.500 graus Celsius, contrastam com as altíssimas temperaturas no núcleo estelar, onde as reações nucleares fervilham, alcançando milhões de graus Celsius.

O Sistema Solar, por sua vez, constitui um intrincado sistema planetário composto por uma diversidade de corpos celestes que orbitam em torno de nossa estrela central, o Sol. Localizado na vastidão da Via Láctea, especificamente no braço espiral denominado Braço de Órion, o Sistema Solar ocupa uma posição dinâmica dentro da galáxia, situando-se aproximadamente a dois terços do caminho do centro galáctico até a borda da Via Láctea (Maragni, 2022).

No cerne deste sistema, encontra-se o Sol, uma estrela que emite intensa luz e calor, fundamentais para a sustentação da vida nos planetas que o circundam. Os principais protagonistas deste cenário celestial são os oito planetas do sistema planetário solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Acompanhando estes, temos os chamados planetas anões, uma categoria especial que inclui Plutão, Eris, Haumea, Makemake e Ceres, os quais, embora não classificados como planetas tradicionais pela União Astronômica Internacional, compartilham características planetárias e orbitam o Sol, contribuindo para a riqueza e complexidade do Sistema Solar (Maragni, 2022).

Além dos planetas, o Sistema Solar abriga um conjunto diversificado de luas, incluindo a nossa própria Lua, que enriquecem a paisagem celeste. Adicionalmente, asteroides e cometas, muitos deles agrupados no Cinturão de Asteroides entre Marte e Júpiter, adornam os confins do Sistema Solar, enquanto objetos gelados na região do Cinturão de Kuiper e além, como Plutão, adicionam uma camada adicional de fascínio à sua composição (Maragni, 2022).

Fora dos limites do Sistema Solar, encontramos os exoplanetas, planetas que orbitam estrelas além do Sol. Estes corpos planetários foram identificados por meio de observações astronômicas, frequentemente utilizando técnicas que detectam variações sutis na luz de suas estrelas hospedeiras causadas pela presença dos exoplanetas. Este domínio da pesquisa astronômica tem revelado uma gama impressionante de sistemas planetários distantes, ampliando nosso entendimento da diversidade e complexidade do universo (Maragni, 2022).

A descoberta e estudo dos exoplanetas revestem-se de uma importância ímpar para a compreensão da diversidade e distribuição dos sistemas planetários no universo, fornecendo *insights* cruciais acerca das condições propícias à formação e habitabilidade de planetas em geral. Desde a primeira detecção em 1992, a identificação de milhares de exoplanetas tem desempenhado um papel significativo no avanço do campo da Astrofísica, expandindo consideravelmente nosso conhecimento acerca da vastidão e complexidade do cosmos (Andrade *et al.*, 2023).

Direcionando o foco para um dos corpos celestes mais singulares de nosso sistema planetário, a Terra, destacam-se algumas características fundamentais que delineiam seu funcionamento intrínseco, segundo Maragni (2022):

7. Órbita e Rotação: A Terra realiza uma órbita elíptica ao redor do Sol, completando um ciclo em aproximadamente 365,25 dias, definindo assim o período de um ano. Ademais, o planeta gira em torno de seu próprio eixo, completando uma rotação a cada cerca de 24 horas, estabelecendo a duração de um dia.
8. Atmosfera: A Terra é envolta por uma atmosfera composta predominantemente por nitrogênio e oxigênio, desempenhando um papel crucial na regulação térmica do planeta, bem como na proteção contra radiações solares nocivas e na manutenção de condições propícias à existência de água no estado líquido.
9. Hidrosfera: A presença abundante de água na maneira de oceanos, mares, rios e lagos configura a hidrosfera terrestre, desempenhando um papel vital na sustentação da vida e na modulação dos padrões climáticos.
10. Geologia: A Terra apresenta uma estrutura geológica complexa, composta por uma crosta sólida e núcleo interno e externo, predominantemente constituídos por ferro e níquel. A atividade geológica, incluindo a movimentação das placas tectônicas, é responsável por fenômenos como terremoto e vulcanismo.
11. Campo Magnético: O núcleo terrestre gera um campo magnético que atua como um escudo protetor, desviando as partículas carregadas do vento solar e contribuindo para a preservação da atmosfera e das condições favoráveis à vida.
12. Biosfera: A camada da Terra onde se desenvolve a vida, denominada biosfera, engloba uma diversidade de ecossistemas, desde os profundos oceanos até as altas montanhas, sustentando uma ampla variedade de formas de vida e interações biológicas.

Todos esses componentes interagem de maneira intrincada e interdependente, gerando um ambiente singular que sustenta uma vasta gama de formas de vida. Até o momento, a Terra representa o único local conhecido no universo onde a vida prospera. Contudo, os cientistas estão empenhados em explorar, por meio da Astrobiologia, exoplanetas e luas dentro do Sistema Solar, em busca de ambientes que possam abrigar outras manifestações de vida (Maragni, 2022).

As condições fundamentais para a existência de vida, tais como a presença de água líquida e uma atmosfera adequada, desempenham um papel crucial nesse contexto. A detecção de exoplanetas situados na denominada zona habitável onde as condições ambientais são propícias para a existência de água líquida desperta especial entusiasmo. Embora evidências diretas de vida extraterrestre ainda não tenham sido obtidas, a exploração nesse campo prossegue, impulsionada pelos avanços na tecnologia de observação e pelas missões espaciais. Diante da vastidão do universo, a perspectiva de vida para além da Terra continua a suscitar um interesse fascinante entre cientistas e entusiastas da exploração espacial (Maragni, 2022).

Quanto aos satélites, estes podem ser classificados em duas categorias:

Satélites Naturais: Trata-se de corpos celestes que orbitam planetas. Por exemplo, a Lua é o satélite natural da Terra. Alguns planetas, como Júpiter, também possuem múltiplos satélites naturais, conhecidos como luas.

Satélites Artificiais: São artefatos criados pelo ser humano e lançados ao espaço com o propósito de orbitar a Terra ou outros corpos celestes. Esses satélites desempenham uma variedade de funções, incluindo comunicação, monitoramento climático, navegação por GPS, observação da Terra, pesquisa científica e sistemas de navegação por satélite.

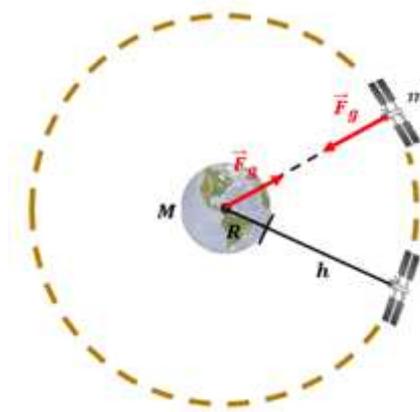
Utilizando o exemplo da Lua, destaca-se que este é o único satélite natural da Terra, orbitando nosso planeta a uma distância média de aproximadamente 384.400 quilômetros. A Lua desempenha funções cruciais, sua força gravitacional mantém a Terra em uma órbita estável ao seu redor, e a interação gravitacional entre a Lua e a Terra resulta em fenômenos como as marés oceânicas, exercendo influência direta sobre nosso planeta. Apesar de sua gravidade ser apenas cerca de 1/6 da terrestre, essa força desempenha um papel determinante nos movimentos celestes e nos ciclos naturais observados na Terra. Missões de exploração à Lua proporcionam uma compreensão mais aprofundada de sua geologia, composição e história, contribuindo

para o avanço do conhecimento humano acerca de nosso satélite natural (Andrade *et al.* 2023).

Por outro lado, os satélites artificiais desempenham um papel crucial em nossa vida cotidiana, especialmente no campo das telecomunicações, incluindo telefonia, internet, transmissão de dados, televisão e navegação por satélite. Estes dispositivos são responsáveis pela conectividade global e pela facilitação da comunicação em escala mundial (Maragni, 2022).

Para um entendimento da Física envolvida, considere que um satélite de massa m esteja em órbita circular de raio r em torno da Terra de massa M , Figura 02.

Figura 02 - Representação de um satélite em órbita circular.



Fonte: Vieira, Batista e Ramos (2021, p. 78).

Devemos somar a distância do raio da Terra (R) com a distância da superfície da Terra até o satélite (h), essa distância é a distância do centro da Terra até o satélite, e será definida como r .

$$r = R + h. \quad (15)$$

Tem-se ainda que a força resultante que age sobre o satélite é a força gravitacional \vec{F}_g . No entanto, no Movimento Circular a força resultante recebe o nome de força centrípeta \vec{F}_c (Halliday, Resnick; Walker, 2016).

Pode-se, então, a partir da lei da Gravitação Universal, determinar a velocidade do satélite em torno da Terra. Sabendo que a força de atração gravitacional

entre a massa da Terra (M) e a massa do satélite (m), a qual atua no satélite, é a resultante centrípeta, necessária para mantê-lo em órbita pode-se fazer:

$$F_c = F_g \quad (16)$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = G \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (17)$$

$$v^2 = G \frac{M}{r} \quad (18)$$

Substituindo (15) em (18), tem-se:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{(R+h)}} \quad (19)$$

Desse resultado, tira-se que a velocidade com que o satélite se move em sua órbita não depende da sua massa. Segundo Pietrocola *et al.* (2010), um satélite geoestacionário parece estar parado, para um observador na Terra, porque ele gira sobre um ponto do equador com um período igual ao de rotação da Terra, para que isso seja possível o satélite e o planeta precisam ter a mesma velocidade angular.

Além da Lua e dos satélites artificiais, o Sistema Solar abriga uma variedade de outros corpos celestes, como asteroides, que são rochas ou metais variando em tamanho desde pequenos fragmentos até objetos maiores. A maioria dos asteroides reside no cinturão de asteroides localizado entre Marte e Júpiter. Cometas, por sua vez, são corpos celestes compostos principalmente de gelo, poeira e rochas, com órbitas elípticas que os levam a se aproximar do Sol, formando uma cauda característica quando o gelo sublima sob o calor solar. Meteoroides são pequenos fragmentos de asteroides ou cometas, e quando entram na atmosfera da Terra e queimam devido ao atrito, são chamados de meteoros; se atingem a superfície da Terra, tornam-se meteoritos. Além do cinturão de asteroides, há o Cinturão de Kuiper, uma região mais distante que contém corpos gelados, como Plutão e outros objetos transnetunianos (Maragni, 2022).

Nesse contexto, adentramos no intrigante campo da Astrobiologia, refletindo acerca da busca contínua por vida em outros locais do universo, impulsionada por descobertas em exoplanetas e luas. A exploração espacial, incluindo missões

recentes, como a da Índia à Lua, tem revelado novos horizontes e nos aproximado ainda mais de desvendar os mistérios do cosmos. A exploração do universo ao nosso redor é uma jornada incessante, repleta de perguntas fascinantes acerca de nossa origem, existência e o potencial para vida além da Terra (Andrade *et al.*, 2023).

A exploração de Marte como um novo lar para a humanidade tem sido uma discussão fervorosa entre os cientistas, e não é para menos. Com todas as dificuldades enfrentadas para manter os seres humanos fora da Terra, surge a especulação acerca de novos mundos dentro e fora do Sistema Solar que poderiam ser locais habitáveis no futuro. No centro dessa especulação, encontra-se Marte, nosso vizinho vermelho.

A escolha desse planeta como candidato a novo mundo baseia-se, em parte, em sua proximidade com a Terra, o que tornaria viável a viagem até ele após avanços tecnológicos significativos. Marte, com metade do tamanho da Terra e uma rotação que se completa em aproximadamente um dia terrestre, apresenta-se como uma alternativa intrigante. No entanto, a realidade atual nos lembra das barreiras que enfrentamos.

Uma viagem até Marte levaria cerca de um ano para ser concluída, algo atualmente impossível devido à falta de uma espaçonave capaz de transportar o volume de combustível necessário para uma jornada tão longa, e também pela ausência de um combustível mais potente e compacto. Apesar das esperanças levantadas pela possível presença de sulcos de água na superfície marciana, a verdade é que até o momento, Marte, assim como a maioria dos outros planetas exceto a Terra, carece de água líquida em sua superfície e de uma atmosfera capaz de sustentar a vida humana (Andrade *et al.*, 2023).

2

Uma introdução a Teoria da Aprendizagem Significativa e a abordagem STEAM

Teoria da Aprendizagem Significativa

Segundo David Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos são integrados de maneira substantiva e não arbitrária aos conhecimentos pré-existentes dos estudantes. Para ele “A aprendizagem significativa ocorre quando o novo material a ser aprendido é relacionado com conceitos ou proposições relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de modo não arbitrário e substantivo” (Ausubel, 2003, p. 33). Segundo Moreira (1995, p. 153):

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, isto é, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Dessa maneira, compreender como ocorre a Aprendizagem Significativa é crucial para a prática pedagógica, e ao considerar a estrutura cognitiva prévia do estudante como um elemento chave para a aprendizagem, o professor pode criar estratégias pedagógicas que promovam a construção de conhecimento de maneira significativa. Por meio da identificação dos subsunçores, é possível conectar novas informações aos conhecimentos prévios do estudante e promover uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

De acordo com Santos (2005), a estrutura cognitiva do estudante pode ser modificada por meio de princípios relativos à programação eficiente do conteúdo e podem ser utilizadas, independentemente da área de conhecimento. Esses princípios são chamados de: subsunçores, organização avançada, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação ou acomodação, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos princípios relativos ao planejamento eficiente do conteúdo.

Princípios	Descrição
Subsunçores	
Organização Avançada	<p>Organização Avançada de Revisão: é uma ferramenta pedagógica revisa os conceitos fundamentais (pré-requisitos), preparando cognitivamente os estudantes para a formação de subsunçores essenciais para o processo de Organização Avançada de Transição.</p> <p>Organização Avançada de Transição: é uma ferramenta pedagógica que facilita essa integração, preparando cognitivamente os estudantes para o novo conteúdo.</p>
Diferenciação Progressiva	Este princípio sugere que as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas no início de cada seção ou atividade. Posteriormente, os casos particulares associados a esse material são progressivamente diferenciados.
Reconciliação Integradora	Envolve a exploração das relações entre proposições e conceitos, destacando diferenças e similaridades importantes e reconciliando inconsistências reais e aparentes.
Organização Sequencial	Permite a maximização das ideias-âncora relevantes para a aprendizagem significativa e retenção. Isso ocorre devido às dependências sequenciais apresentadas na matéria de ensino, em que um tópico é compreendido a partir do entendimento de um tópico anterior.
Consolidação ou Acomodação	Indica que se deve passar para um novo tópico apenas quando o atual já está consolidado. A consolidação é crucial para garantir que o conhecimento seja bem assimilado antes de avançar.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Nessa perspectiva, Magron *et al.* (2022) afirma que o material desenvolvido pelo professor para uma aula capaz de proporcionar uma aprendizagem significativa deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário. Ausubel denomina esse tipo de material como potencialmente significativo.

Assim, o professor deve utilizar recursos didáticos que sejam significativos para os estudantes. É essencial acolher as ideias prévias dos estudantes, mesmo que sejam insatisfatórias, para construir situações de aprendizagem que promovam a atribuição de significados aos temas tratados (Batista *et al.*, 2023).

Abordagem STEAM

Conforme Chaves, Ferreira e Ferreira (2021), o modelo educacional brasileiro tem passado por mudanças significativas nas últimas décadas, principalmente no que se refere ao reconhecimento das diferenças individuais dos estudantes e à necessidade de adaptação do método de ensino para atender às suas necessidades

específicas. No entanto, apesar dos esforços empreendidos, ainda há muitas críticas quanto ao sistema educacional do país.

Isso se deve, em grande parte, à falta de investimentos em infraestrutura e formação de professores, bem como à falta de políticas públicas efetivas para a melhoria da qualidade do ensino. Além disso, o modelo educacional brasileiro ainda é bastante focado em um método de ensino convencional, que não leva em consideração a diferença individual dos estudantes e as suas diferentes maneiras de aprender. Isso acaba por limitar o potencial dos estudantes.

Chaves, Ferreira e Ferreira (2021) afirmam que a metodologia de educação STEAM, propõe a integração de conhecimentos em Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática a fim de preparar os estudantes para desafios da sociedade e do mercado de trabalho, dessa maneira a abordagem STEAM caracteriza-se como uma abordagem interdisciplinar.

O modelo STEAM permite a interdisciplinaridade e o aprendizado por meio da colaboração entre os estudantes, tornando o ensino mais desafiador e atrativo. Para implementar a metodologia, é necessário preparar os professores e escolher caminhos para apresentar os conceitos de maneira integrada, como o de oficinas e debates em sala de aula. Tal abordagem também ajuda no desenvolvimento de competências socioemocionais e pode ser aplicada por meio de problemas reais e ferramentas tecnológicas. A integração de disciplinas para ensinar pode ser um caminho positivo para a educação.

A implementação da abordagem STEAM nas escolas visa integrar diferentes áreas do conhecimento com o objetivo de estimular a criatividade, inventividade, empatia, humanismo, e a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes indispensáveis para a vida atual, como o pensamento computacional e a mentalidade 'faça você mesmo' da cultura maker (Graça *et al.*, 2020).

A abordagem educacional baseada no STEAM tem o poder de causar uma mudança significativa na educação e nas salas de aula, visto que promove o protagonismo do estudante, incentiva a inovação e a colaboração, fortalecendo o processo de ensino-aprendizagem (Graça *et al.*, 2020).

O êxito na adoção de uma Educação inovadora depende da criação de um ambiente que favoreça a participação dos envolvidos, permitindo que se envolvam e contribuam, aumentando o senso de pertencimento e responsabilidade. É crucial que todos os atores da educação mudem sua mentalidade para garantir uma experiência

educacional rica e engajadora. Assim, a abordagem STEAM pode levar à inovação na sala de aula e incentivar a descoberta, sendo aplicável em cinco áreas distintas, sendo elas Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (Lorenzin, 2019).

As etapas descritas são ferramentas valiosas para guiar os estudantes na criação e execução de projetos que permitem uma abordagem lúdica e interdisciplinar, favorecendo o pensamento crítico e científico. Essa metodologia pode ser aplicada em diferentes níveis educacionais, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio e em todas as áreas do conhecimento, promovendo uma maior integração entre elas e o desenvolvimento de habilidades e competências.

A partir da utilização dessa abordagem pedagógica, os estudantes são estimulados a desenvolver suas habilidades de maneira autônoma, interativa e colaborativa, por meio da construção, criação, teste e resolução de problemas relacionados ao seu projeto.

De acordo com Pugliese (2020) o enfoque na abordagem STEAM promove uma aprendizagem por meio da experimentação, que é uma das mais utilizadas no Brasil. Ao colocar em prática metodologias ativas, os estudantes têm a chance de lidar com Matemática, Ciências, Artes, Engenharia e Tecnologia de maneira inventiva, sem deixar de lado a abordagem investigativa.

3

Proposta para ensino de Astronomia nos anos finais do Ensino Fundamental

O nosso produto educacional caracteriza-se como uma proposta de ensino acerca do Sistema Solar, conforme descrição contida no Quadro 03.

Quadro 03 – Apresentação do Produto Educacional⁸.

TÍTULO: ESTUDANDO O SISTEMA SOLAR NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
TIPO DE ATIVIDADE: Atividade Presencial – com atividades presenciais e remotas, a partir de uma perspectiva interdisciplinar	
PÚBLICO-ALVO	Estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental, anos finais
OBJETIVO GERAL	Desenvolver, aplicar e avaliar uma proposta para o ensino do Sistema Solar, sustentada na teoria da aprendizagem significativa (TAS) e na abordagem STEAM.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar a importância dos conteúdos básicos da Astronomia para a formação de um estudante crítico; • Realizar diferentes atividades práticas alicerçadas na abordagem STEAM; • Promover o desenvolvimento da expressão oral e escrita; • Possibilitar o trabalho em grupo.
PRÉ-REQUISITOS	Não há
CONTEÚDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo. • O Sol, os planetas e suas características. • Fenômenos decorrentes da inclinação e dos movimentos da Terra. • Ordem de grandeza astronômica • Satélites e suas influências na Terra. • Outros corpos celestes.
ÁREAS DA BNCC	
HABILIDADES	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES
(EF09CI14)	Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).

⁸ Produto na íntegra no Apêndice A.

(EF09CI15)	Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
(EF09CI16)	Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
(EF09CI17)	Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Fonte: Elaboração própria (2023).

A proposta em questão segue uma estrutura composta por 13 aulas presenciais, as quais devem ser divididas em três etapas distintas. Além disso, serão atribuídas atividades assíncronas aos estudantes para serem realizadas em seus domicílios. O Quadro 04 apresenta as temáticas relacionadas a cada módulo.

Quadro 04 – Apresentação das etapas da proposta.

ETAPA 1	IDENTIFICAÇÃO DOS SUBSUNÇORES
1 Aula	Aplicação de um questionário de subsunção.
ETAPA 2	ORGANIZAÇÃO AVANÇADA
3 Aulas	Aplicação de questões de organização do conhecimento (etapa em grupo). Apresentação temática para a turma (etapa em grupo). Aplicação de um quizizz (etapa individual). Visita ao planetário.
ETAPA 3	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA
Parte 1 3 Aulas	O Sol e as características do Sistema Solar. <ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo nossa estrela, o Sol (Brilho, temperatura, luminosidade, tamanho, cor). • Composição do Sistema Solar (planetas do Sistema Solar: interiores e exteriores, cinturões, planetas anões). • Localização do Sistema Solar no Universo. • Exoplanetas.
Parte 2 3 Aulas	A Terra no espaço <ul style="list-style-type: none"> • Terra: movimentos e fenômenos (Rotação, Translação, dias e noites e estações do ano). • Possibilidade de vida fora da terra.
Parte 3 3 Aulas	Satélites e suas influências <ul style="list-style-type: none"> • Satélites (naturais e artificiais). • Lua (falar das missões espaciais que chegaram na Lua, inclusive essa recente da Índia que pousou no “lado escuro” da Lua) e sua influência nas marés (trazer para a discussão a questão da força de atração gravitacional). • Satélites artificiais (associar novamente com a força de atração gravitacional e discutir suas implicações nas telecomunicações e em outras áreas).

Parte 4 3 Aulas	Outros corpos do Sistema Solar <ul style="list-style-type: none"> Diferenciar os outros astros do Sistema Solar: meteoritos, asteroides, cometas.
----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaboração própria (2023).

Como se trata de um trabalho que propõe uma interdisciplinaridade na abordagem STEAM, em cada parte da etapa 3 sugere-se uma interação entre as áreas, da Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Nessa perspectiva, tem-se, no Quadro 05 a organização das atividades de cada etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Quadro 05 - Apresentação das descrições de cada etapa de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Parte 1 3 Aulas	<p>Tema da aula: O Sol e as características do Sistema Solar</p> <p>Problema: Como compreender as propriedades do Sol e do Sistema Solar, bem como sua posição no Universo?</p> <p>Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão das características do Sol e do Sistema Solar, bem como de sua localização no Universo.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identificar e descrever as principais características do Sol, incluindo brilho, temperatura, luminosidade, tamanho e cor; Explorar a composição do Sistema Solar, incluindo os planetas interiores e exteriores, cinturões de asteroides e planetas anões; Compreender a localização do Sistema Solar no contexto do Universo; Introduzir o conceito de exoplanetas e sua importância na busca por vida fora da Terra. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> Apresentação de conceitos fundamentais por meio de aulas expositivas dialogadas, ilustrações e vídeos; Realização de atividades práticas, como observação solar segura (utilizando equipamentos apropriados) e modelagem do Sistema Solar; Discussões em grupo para explorar tópicos específicos e responder a perguntas. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aulas expositivas dialogadas com slides e recursos multimídia; Modelos tridimensionais do Sistema Solar; Gráficos e ilustrações para representar as características do Sol e dos planetas; Livros didáticos e materiais online para pesquisa adicional. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> Avaliação escrita abordando os conceitos-chave do Sol e do Sistema Solar;
----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Participação ativa em discussões em sala de aula e atividades práticas; 6. Projeto de pesquisa acerca de exoplanetas, incluindo um relatório escrito e uma apresentação oral.
<p>Parte 2 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: A Terra no espaço</p> <p>Problema: Como a localização e os movimentos da Terra no espaço afetam nossa vida, e, a possibilidade de vida fora dela?</p> <p>Objetivo principal: Compreender a posição da Terra no espaço e como seus movimentos influenciam os fenômenos naturais e a possibilidade de vida.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Descrever os movimentos da Terra de rotação e translação; 6. Explicar como a rotação da Terra causa o ciclo de dia e noite; 7. Compreender como a inclinação do eixo da Terra dá origem as estações do ano; 8. Discutir as condições necessárias para a vida na Terra e a busca por vida fora do nosso planeta. <p>Metodologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva dialogada acerca dos movimentos da Terra no espaço; • Utilização de modelos e recursos visuais para demonstrar os conceitos; • Atividades práticas, como experimentos de inclinação e simulações de órbitas terrestres; • Debate acerca da possibilidade de vida em outros planetas. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Mapas celestes e modelos tridimensionais da Terra e do Sistema Solar; 6. Simulações computacionais interativas; 7. Atividades práticas, como a criação de modelos de estações do ano; 8. Discussões em grupo e debates acerca da existência de vida fora da Terra. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Prova escrita abordando os movimentos da Terra e suas consequências; 6. Participação ativa nas discussões em sala de aula e nas atividades práticas; 7. Avaliação da compreensão dos movimentos terrestres por meio de exercícios práticos. 8.
<p>Parte 3 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: Satélites e suas influências;</p> <p>Problema: Como os satélites, sejam eles naturais ou artificiais, influenciam nossa vida cotidiana e o entendimento do universo?</p> <p>Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão abrangente acerca do papel dos satélites, tanto naturais quanto artificiais, em nossa sociedade e sua influência nas atividades humanas e na pesquisa espacial.</p>

	<p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Identificar e diferenciar, satélites naturais e artificiais; 5. Estudar a influência da Lua nas marés e discutir a força de atração gravitacional; 6. Compreender como os satélites artificiais são utilizados em telecomunicações e outras áreas. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Aulas expositivas dialogadas para introduzir os conceitos de satélites naturais e artificiais; 5. Demonstração de experiências práticas relacionadas à gravidade e sua influência nas marés; 6. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como as aplicações dos satélites artificiais. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Apresentação visual com imagens e vídeos para ilustrar conceitos; 6. Modelagem de marés usando maquetes; 7. Simulações computacionais para demonstrar a órbita de satélites; 8. Mapas lunares e materiais de pesquisa acerca de missões à Lua. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Avaliação escrita abordando os conceitos fundamentais acerca de satélites naturais e artificiais; 5. Apresentações individuais ou em grupo acerca da influência da Lua nas marés e sua importância; 6. Discussão em sala de aula acerca das aplicações práticas dos satélites artificiais.
<p>Parte 4 3 Aulas</p>	<p>Tema da aula: Outros corpos do Sistema Solar;</p> <p>Problema: Como diferenciar e compreender outros astros do Sistema Solar, como meteoritos, asteroides e cometas?</p> <p>Objetivo principal: Capacitar os estudantes a identificar, diferenciar e compreender os principais corpos do Sistema Solar além dos planetas, incluindo meteoritos, asteroides e cometas.</p> <p>Objetivos complementares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Descrever as características distintas de meteoritos, asteroides e cometas; 5. Analisar a origem e a composição desses corpos celestes; 6. Compreender a importância do estudo desses corpos para a Ciência e a exploração espacial. <p>Metodologia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Apresentação de conceitos por meio de aulas expositivas dialogadas com imagens e vídeos; 5. Atividades práticas, como a análise de amostras de meteoritos e simulações de colisões de asteroides; 6. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como os impactos de asteroides na Terra. <p>Estratégias didáticas e recursos:</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Apresentações visuais com imagens e esquemas para facilitar a compreensão dos conceitos; 5. Amostras de meteoritos (se disponíveis) para demonstração prática; 6. Simulações computacionais para mostrar colisões e trajetórias de asteroides e cometas. <p>Proposta de Avaliação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Avaliação escrita que inclui questões acerca das características e diferenças entre meteoritos, asteroides e cometas; 5. Apresentação oral ou em grupo acerca da importância da pesquisa de asteroides ou cometas; 6. Participação ativa nas discussões em sala de aula.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaboração própria (2024).

O presente trabalho consiste em uma proposta de ensino embasada na TAS e na abordagem STEAM, cujo tema é o Sistema Solar. A proposta será desenvolvida a partir das seguintes etapas:

Levantamento de Subsúnciores: Realizado por meio de um Questionário acerca do tema Sistema Solar, Apêndice 1.

Organização Avançada: Aplicado aos estudantes (organizados em pequenos grupos) questões do tipo preenchimento de lacunas e associação de colunas.

Os estudantes tiveram 20 (vinte) minutos para discutir entre si e responder todas as questões, então a professora entregou uma atividade de cada vez para o grupo, assim, quando cada grupo concluía a primeira atividade, ao entregar para a professora, já retirava a próxima.

Ao concluírem as atividades, cada pequeno grupo apresentou para o grande grupo uma das questões de preenchimento de lacuna. Essa apresentação foi seguida de uma discussão a respeito do assunto que permeava as questões.

Ao final desta etapa, foi realizada mais uma atividade de organização, que consistia em um quizizz, com questões de Astronomia que envolviam o tema Sistema Solar. Esta etapa foi cumprida individualmente.

E, para encerrar o processo de organização avançada, foi feita uma visita ao planetário Rodolpho Caniato da UTFPR, *campus* de Campo Mourão, em que o professor responsável (orientador desse trabalho) apresentou aos estudantes uma sessão de planetário com o tema Sistema Solar, e em seguida conduziu uma discussão buscando estabelecer uma ponte entre os conhecimentos prévios identificados como subsúnciores e o novo conhecimento que eles iriam estudar nas

aulas seguintes. O fio condutor dessa discussão foi a ideia de gravidade, assunto até então nunca estudado formalmente pelos estudantes.

Diferenciação Progressiva: As aulas foram desenvolvidas usando a abordagem STEAM, para que os estudantes pudessem construir conexões entre as diferentes áreas de conhecimento. As atividades foram organizadas em diferentes etapas, de maneira que os estudantes pudessem aprender gradativa progressivamente, com foco em:

- Ciências: Compreensão da estrutura do Sistema Solar, suas características, propriedades e fenômenos que ocorrem em cada planeta, bem como as leis de Kepler e a lei da gravitação.
- Tecnologia: Uso de ferramentas tecnológicas para explorar o Sistema Solar, incluindo a observação de receptores, satélites e missões espaciais.
- Engenharia: Construção de modelos de planetas e satélites, para entender melhor suas características e propriedades.
- Artes: Uso de atividades artísticas para explorar o Sistema Solar, como a pintura, a criação de diagramas, criação de *layout* para uma exposição acerca do Sistema Solar.
- Matemática: Utilização de conceitos matemáticos para compreender as distâncias e tamanhos dos planetas e satélites, isto é, para o estudo de escalas, dimensões e potência de base 10.

Reconciliação Integradora: Esta fase teve como objetivo integrar os conhecimentos adquiridos nas diferentes áreas de conhecimento abordadas durante a diferenciação progressiva. Nela, os estudantes tiveram a oportunidade de compreender as conexões entre os diferentes conceitos, aplicando-os às situações práticas.

Os estudantes foram desafiados a desenvolver projetos envolvendo o Sistema Solar, que exigiam o uso dos saberes adquiridos nas diferentes áreas de conhecimento. Esses projetos foram orientados pela professora responsável pela proposta de ensino, mas os estudantes puderam desenvolver a autonomia, iniciativa e criatividade durante a realização das atividades.

Além disso, os estudantes participaram de discussões em grupo, a fim de compartilhar suas ideias e conhecimentos com os colegas. O compartilhamento de experiências e pontos de vista pode contribuir para uma maior compreensão dos conceitos estudados.

Avaliação: A avaliação se deu por meio da participação, do desenvolvimento e da apresentação dos projetos, mapas mentais, questionários, isto é, todos os documentos produzidos pelos estudantes durante a implementação da proposta de ensino. É importante ressaltar que a avaliação da proposta ocorreu quando os estudantes inferiram a aplicação dos conhecimentos adquiridos e demonstraram capacidade de integrar as diferentes áreas de conhecimento.

4

Unidade temática 1

Tema da aula: O Sol e as características do Sistema Solar

Duração: 3 aulas

Problema: Como compreender as propriedades do Sol e do Sistema Solar, bem como sua posição no Universo?

Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão das características do Sol e do Sistema Solar, bem como de sua localização no Universo.

Objetivos complementares:

- Identificar e descrever as principais características do Sol, incluindo brilho, temperatura, luminosidade, tamanho e cor;
- Explorar a composição do Sistema Solar, incluindo os planetas interiores e exteriores, cinturões de asteroides e planetas anões;
- Compreender a localização do Sistema Solar no contexto do Universo;
- Introduzir o conceito de exoplanetas e sua importância na busca por vida fora da Terra.

Atividades e Encaminhamentos Metodológicos

1. Introdução ao Tema (10 minutos)

Atividade: Apresentação multimídia

Objetivo: Contextualizar o tema e despertar o interesse dos estudantes.

Descrição: Iniciar a aula com uma apresentação em PowerPoint ou vídeo que mostre imagens e dados acerca do Sol e o Sistema Solar. Utilizar recursos visuais para captar a atenção dos estudantes e introduzir os principais conceitos.

Sugestão de vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=dDKED7hyr3E&list=PLgsQHQ0zFYkDCvm9CgnWliNoJU MpfDVis&index=10>

2. Características do Sol (35 minutos)

Atividade: Pesquisa e discussão em grupo

Objetivo: Identificar e descrever as principais características do Sol.

Descrição: Dividir a turma em grupos e atribuir a cada grupo uma característica do Sol (brilho, temperatura, luminosidade, tamanho, cor). Os estudantes devem pesquisar acerca da característica designada e preparar uma breve apresentação para a turma. Realização de atividades práticas, como observação solar segura.

Sugestão de atividade prática: <https://planeta.rio/observacao-do-sol/>

3. Composição do Sistema Solar (75 minutos)

Atividade: Mapa do Sistema Solar

Objetivo: Explorar a composição do Sistema Solar.

Descrição: Fornecer aos estudantes um mapa em branco do Sistema Solar. Pedir que preencham o mapa com os planetas interiores e exteriores, cinturões de asteroides e planetas anões. Utilizar recursos como livros didáticos, internet e aplicativos de astronomia. Realização de atividades práticas, como produção do Sistema Solar em escala;

Sugestão de simulador: <https://www.solarsystemscope.com/>

Sugestão de atividade prática:

<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/tabelacomosdiametrosequatoriais>

Explicação da atividade prática sugerida:

[https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=obXOcgEWf-](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=obXOcgEWf-c&embeds_referring_euri=http%3A%2F%2Fgrupoobalasal.blogspot.com%2F&feature=emb_imp_woyt)

[c&embeds_referring_euri=http%3A%2F%2Fgrupoobalasal.blogspot.com%2F&feature=emb_imp_woyt](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=obXOcgEWf-c&embeds_referring_euri=http%3A%2F%2Fgrupoobalasal.blogspot.com%2F&feature=emb_imp_woyt)

Após realizar tal estudo deve-se apresentar uma atividade investigativa para integrarem seus conhecimentos: “Vamos produzir uma exposição acerca do Sistema Solar dentro de nossa sala de aula, as únicas informações que temos é que o Sol precisa ter o diâmetro igual a altura da parede da sala de aula e que a distância entre o Sol e o último planeta do Sistema Solar é a distância do quadro até o fundo da sala de aula. Encontrem as escalas adequadas e construam o Sistema Solar em escala para essa exposição.”

4. Localização do Sistema Solar no Universo (15 minutos)

Atividade: Vídeo educativo e debate

Objetivo: Compreender a localização do Sistema Solar no contexto do Universo.

Descrição: Exibir um vídeo educativo que explique a localização do Sistema Solar na Via Láctea e no Universo. Após o vídeo, promover um debate acerca da importância dessa localização e como ela influencia nossa compreensão do cosmos.

Sugestão de vídeo: <https://pt.khanacademy.org/science/9-ano/terra-e-universo-o-universo/galaxias/v/a-via-lactea-e-nosso-sistema-solar>

Proposta de Avaliação

- Participação e engajamento nas atividades em grupo;
- Qualidade das pesquisas e apresentações;
- Compreensão dos conceitos discutidos durante os debates;
- A criação de um lapbook do Sistema Solar.

Sugestões de Leituras complementares

O Sistema Solar

Edna Maria Esteves da Silva (Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina)

<https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>

5

Unidade temática 2

Tema da aula: A Terra no espaço

Duração: 3 aulas

Problema: Como a localização e os movimentos da Terra no espaço afetam nossa vida.

Objetivo principal: Compreender a posição da Terra no espaço e como seus movimentos influenciam os fenômenos naturais.

Objetivos complementares:

- Descrever os movimentos da Terra, rotação e translação;
- Explicar como a rotação da Terra causa o ciclo de dia e noite;
- Compreender como a inclinação do eixo da Terra dá origem as estações do ano;

Atividades e Encaminhamentos Metodológicos

1. Introdução ao Tema (15 minutos)

Atividade: Apresentação multimídia

Objetivo: Contextualizar o tema e despertar o interesse dos estudantes.

Descrição: Iniciar a aula com uma apresentação em PowerPoint ou vídeo que mostre a posição da Terra no Sistema Solar e introduza os conceitos de rotação e translação. Utilizar imagens e animações para ilustrar os movimentos da Terra.

2. Movimentos da Terra: Rotação e Translação e dias e noites (30 minutos)

Atividade: Experimento com globos terrestres

Objetivo: Descrever os movimentos da Terra e suas consequências.

Descrição: Utilizar globos terrestres e lanternas para simular a rotação e translação da Terra. Pedir aos estudantes que observem como a rotação causa o ciclo de dia e noite e como a translação, combinada com a inclinação do eixo, resulta nas estações do ano.

Sugestão de vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=OvGPj6u1Xf4&list=PLgsQHQ0zFYkDCvm9CgnWliNoJU MpfDVis&index=11>

3. Estações do Ano (90 minutos)

Atividade: Atividade prática

Objetivo: Compreender como a inclinação do eixo da Terra dá origem às estações do ano.

Descrição: Utilizar o roteiro a seguir para mostrar como a inclinação do eixo da Terra e sua órbita ao redor do Sol resultam nas diferentes estações do ano. Pedir aos estudantes que identifiquem as mudanças sazonais em diferentes hemisférios.

Atividade Prática acerca de estações do ano

Fonte:

BATISTA, M. C.; SANTOS, O. R.; MARTINS, V. C.; VIEIRA, T. F. Teaching Seasons with a Hands-on Activity. International. **Astronomy and Astrophysics Research Journal**, v. 4, p. 19-35, 2022. Disponível em: <https://journaliaarj.com/index.php/IAARJ/article/view/71>

Relações interdisciplinares

Física, geografia e matemática.

Conteúdos explorados

- Movimentos da Terra (Rotação e translação);
- Eixo de rotação;
- Inclinação do eixo de rotação terrestre;
- Retas paralelas;
- Intensidade de luz;
- Latitude e Longitude;
- Estações do ano;
- Solstício e equinócio.

Questões problematizadoras

Como podemos explicar de que maneira acontecem as estações do ano? E os dias e as noites?

Por que em uma determinada época do ano, quando acordamos às 6h30 da manhã para irmos à escola parece que ainda está de noite (junho) e, seis meses depois quando acordamos no mesmo horário já está dia claro com um Sol lindo lá fora?

Objetivos:

- Motivar os estudantes ao envolvimento na montagem de um planetário didático;
- Possibilitar aos estudantes aprofundamento acerca de conceitos básicos da astronomia;
- Relacionar que não é a distância que interfere nas estações do ano.

Materiais:

- 1 bola de isopor de 4cm de diâmetro
- 1 cópia (colorida ou não) impressa do mapa-múndi pequeno. (anexo abaixo)
- 1 palito de dente

- 1 massinha de modelar de qualquer cor
- 1 régua escolar
- 1 tesoura escolar
- 1 tubo de cola escolar
- 1 caneta ou lápis
- 1 base de madeira (para fixar um bocal com extensão para ligar na tomada da lâmpada)
 - 1 lâmpada;
 - 1 durex.

Procedimentos:

1. Recortar a Terra planificada entregue pelo professor;
2. Colar o recorte na bolinha de isopor;



3. Colocar um palito na parte inferior da bolinha, de maneira que o mesmo atravessasse toda a bola de isopor, representando o eixo de rotação terrestre;
4. Na extremidade do palito do hemisfério sul, colocar um pouco de massinha de modelar para fixar a "Terra" construída no chão;
5. Pegue o fio duplo, em uma extremidade conecte o pino macho, na outra extremidade conecte um receptáculo (soquete/bocal). Fixe o mesmo em uma tabua de madeira.
6. Fixar com fita adesiva os fios que saem do bocal, na base madeira e se ligam na tomada;
7. Colocar a lâmpada no bocal;
8. Após fixada a base com o bocal e lâmpada, solicitar que cada estudante coloque a sua Terra no chão, a fim de simular a trajetória (órbita) descrita pela Terra ao redor do Sol durante um ano (neste momento o professor não deve fazer nenhuma menção a distâncias do planeta ao Sol, deixe livre para ver como os estudantes participarão da atividade);



9. Após todas as esferas posicionadas, e ainda com a lâmpada apagada, pede-se aos estudantes que indiquem em qual daquelas Terras seria cada uma das estações do ano, após indicarem, peça para que eles tentem justificar;

10. Caso justifiquem pela distância entre o planeta Terra e o Sol, o professor pode lançar o seguinte questionamento a fim de causar um desequilíbrio naquilo que o estudante já sabe, “se é verão quando a Terra está mais próxima do Sol e inverno quando ela está mais longe do Sol, então em dezembro deveria ser verão no planeta Terra inteiro, e é isso que acontece?”

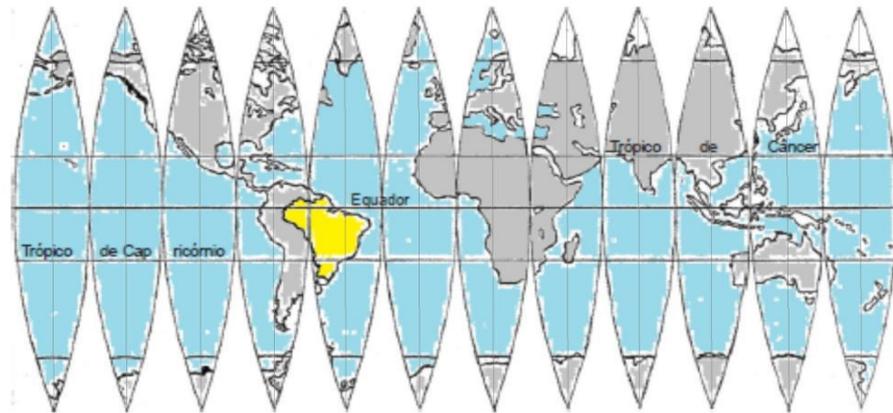
11. Aqui é muito importante que o professor se atente para a inclinação do eixo da Terra. Todas as Terras colocadas no chão pelos estudantes precisam estar com o eixo de rotação apontando para o mesmo lado. Caso os estudantes tenham colocado diferente conduza a discussão de maneira a acertar isso.

12. Após, pergunta-se como o dia e a noite acontecem nesta órbita.

13. Solicita-se aqui que os estudantes discutam entre si e elaborem uma explicação para a ocorrência das estações do ano.

14. Só então, liga-se a lâmpada para que os estudantes percebam a diferença de luminosidade nas esferas, estes poderão ver que a inclinação é motivo das estações do ano.

Terra planificada para recorte.



Descrição:

do experimento o professor continua questionando-os acerca das estações do ano, solstício e equinócio, luminosidade nos polos, o porquê da inclinação do planeta, dando oportunidade aos estudantes para fazerem parte do processo.

Discussão

A abordagem desta atividade baseia-se em quatro postos-chave:

- 1 - Explorar os movimentos realizados pela Terra;
- 2 - Interpretar como se dão as estações do ano;
- 3- Comunicar os resultados obtidos e os conhecimentos adquiridos;
- 4 - Refletir e apresentar as conclusões;

A ampliação dos saberes no processo se dá devido a interação dos estudantes durante todo o processo estes devem refletir em conjunto e serem ativos no processo.

Os estudantes deverão apresentar registros relativos à atividade realizada. É necessário comparar resultados entre os diversos grupos.

Cuidados

Somente o professor deve manusear a tomada a fim de não ter perigo com choques e alertar aos estudantes possibilidade de queimaduras caso coloquem a mão na lâmpada aquecida.

Proposta de Avaliação

- Participação e engajamento nas atividades em grupo;
- Qualidade participações dos estudantes;
- Compreensão dos conceitos discutidos durante os debates;
- A produção de um fanzine.

Sugestões de Leituras complementares

[Astronomia Básica em Perspectiva: Um Guia sobre as Estações do Ano](#)

Michel Corci Batista
Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
Luana Paula Goulart de Menezes
Taisy Fernandes Vieira
Veridiane Cristina Martins
Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior

6

Unidade temática 3

Tema da aula: Satélites e suas influências;

Duração: 3 aulas

Problema: Como os satélites, sejam eles naturais ou artificiais, influenciam nossa vida cotidiana e o entendimento do universo?

Objetivo principal: Proporcionar aos estudantes uma compreensão abrangente acerca do papel dos satélites, tanto naturais quanto artificiais, em nossa sociedade e sua influência nas atividades humanas e na pesquisa espacial.

Objetivos complementares:

- Identificar e diferenciar, satélites naturais e artificiais;
- Estudar a influência da Lua nas marés e discutir a força de atração gravitacional;
- Compreender como os satélites artificiais são utilizados em telecomunicações e outras áreas.

Atividades e Encaminhamentos Metodológicos

7. Aulas expositivas dialogadas para introduzir os conceitos de satélites naturais e artificiais;
8. Demonstração de experiências práticas relacionadas à gravidade e sua influência nas marés;
9. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como as aplicações dos satélites artificiais.

Estratégias didáticas e recursos:

9. Pesquisa em pequenos grupos acerca da influência das marés no cotidiano;
10. Apresentação visual com imagens e vídeos para ilustrar conceitos;
11. Modelagem de marés usando maquetes;
12. Simulações computacionais para demonstrar a órbita de satélites;
13. Mapas lunares e materiais de pesquisa acerca de missões à Lua.

Proposta de Avaliação:

9. Prova escrita abordando os movimentos da Terra e suas consequências;
10. Participação ativa nas discussões em sala de aula e nas atividades práticas;
11. Avaliação da compreensão dos movimentos terrestres por meio de exercícios práticos.

Sugestões de Leituras complementares

Agência Espacial Brasileira

Satélites e plataformas espaciais

https://www.gov.br/aeb/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/material_educacional/apostilas-pdf/0-satelites_baixa_resolucao_31jul07.pdf

7

Unidade temática 4

Tema da aula: Outros corpos do Sistema Solar;

Problema: Como diferenciar e compreender outros astros do Sistema Solar, como meteoritos, asteroides e cometas?

Objetivo principal: Capacitar os estudantes a identificarem, diferenciar e compreender os principais corpos do Sistema Solar além dos planetas, incluindo meteoritos, asteroides e cometas.

Objetivos complementares:

7. Descrever as características distintas de meteoritos, asteroides e cometas;
8. Analisar a origem e a composição desses corpos celestes;
9. Compreender a importância do estudo desses corpos para a Ciência e a exploração espacial.

Atividades e Encaminhamentos Metodológicos

7. Apresentação de conceitos por meio de aulas expositivas dialogadas com imagens e vídeos;
8. Atividades práticas, como a análise de amostras de meteoritos e simulações de colisões de asteroides;
9. Discussões em grupo para explorar tópicos específicos, como os impactos de asteroides na Terra.

Estratégias didáticas e recursos:

7. Apresentações visuais com imagens e esquemas para facilitar a compreensão dos conceitos;
8. Amostras de meteoritos (se disponíveis) para demonstração prática;
9. Simulações computacionais para mostrar colisões e trajetórias de asteroides e cometas.

Proposta de Avaliação:

7. Avaliação escrita que inclui questões acerca das características e diferenças entre meteoritos, asteroides e cometas;
8. Discussão acerca da influência da gravidade nos movimentos dos corpos celestes;
9. Participação ativa nas discussões em sala de aula;
10. A produção de um jornal astronômico envolvendo os conceitos estudados.
- 11.

Sugestões de Leituras complementares

Jornal da USP

Estudo de meteoritos é essencial para a compreensão de fenômenos espaciais

<https://jornal.usp.br/atualidades/estudo-de-meteoritos-e-essencial-para-a-compreensao-de-fenomenos-espaciais/>

Considerações Finais

A proposta desse trabalho teve como objetivo apresentar tópicos de Astronomia para os anos finais do Ensino Fundamental por meio de uma proposta de ensino pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa e na abordagem STEAM.

A proposta foi planejada para a utilização de diferentes recursos didáticos como: textos, simulador, atividade prática, atividades de pesquisa e exercícios, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes e promover uma aprendizagem significativa.

Espera-se que essa proposta também possa promover uma maior interação entre o professor e o estudante, além de possibilitar aos estudantes a construção de novos conhecimentos.

Em nossa implementação a proposta mostrou-se muito positiva visto que a participação dos educandos foi bastante efetiva e que indícios de aprendizagem significativa foram identificados ao se analisar os dados constituídos com a implementação.

Espera-se também que outros professores de Física/Ciências possam utilizar esta proposta com seus estudantes fazendo as adequações necessárias sempre que for preciso.

Referências

- ANDRADE, B. N. R. B.; SILVA, G. H.; LESSI, K. V. S.; MEZZACAPPA, N. C. **Callis: Ciências 9º ano. Ensino Fundamental: Anos finais.** Sistema Poliedro, 2023.
- ARISTÓTELES. **Sobre o Céu.** Tradução de Edson Bini. São Paulo: Editora 34, 2006.
- BATISTA, M. C.; SANTOS, O. R.; MARTINS, V. C.; VIEIRA, T. F. Teaching Seasons with a Hands-on Activity. International. **Astronomy and Astrophysics Research Journal**, v. 4, p. 19-35, 2022.
- BATISTA, M. C.; VIEIRA, T. F.; OLIVEIRA, C. M. Uma possibilidade interdisciplinar para o estudo da revolução científica a partir do conto as estrelas da obra viagem ao céu de Monteiro Lobato **Revista Ilustração**, Cruz Alta, v. 3, n. 3, p. 21-31, 2022.
- BATISTA, M. C. FUSINATO, P. A. RAMOS, F. P. Contribuições de uma oficina de astronomia para a formação inicial de professores dos anos iniciais. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 107-128, 2017.
- CALÇADA, C. S.; SAMPAIOJ. L. **FÍSICA CLÁSSICA**, Dinâmica, Estática. Atual Editora, 1998.
- ESTRABÃO. **Geografia Livro II**, Capítulo 5. Editado por Aubrey Diller. Harvard University Press, 1967.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física.** v. 1. 10. ed. Rio de Janeiro RJ: LTC, 2016.
- LORENZIN, M. P. **Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), USP. São Paulo. 2019.
- MARAGNI, F. T. G. **Sistema Positivo de ensino: ensino fundamental: 9º ano: Ciências.** 2 ed. Curitiba: Cia. Bras. De Educação e Sistemas de Ensino, 2022.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1995.
- ROSA, C. A. P. **História da ciência: a ciência moderna.** 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012.
- SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 1, 5a ed.** Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C.; RAMOS, F. P. **Ensino remoto intencional, sala de aula invertida e interdisciplinaridade: possibilidades para um ensino de Astronomia no Ensino Médio.** Ponta Grossa: Atena, 2021.

APÊNDICES

Apêndice 1

Questionário para identificação dos subsunçores de conceitos básicos de astronomia associados ao Sistema Solar

Esse questionário não vale nota! O mesmo tem por objetivo nortear nosso trabalho enquanto professor (a) de vocês nessa proposta de ensino. Assim, a partir das respostas de vocês vamos preparar o encaminhamento das aulas, dedicando mais tempo aos tópicos que apresentam mais dúvidas.

Estudante

(a): _____

Escola pública ()

Escola privada ()

Cidade: _____ Estado: _____

Idade

() 10 a 12 anos

() 13 a 15 anos

() mais de 15 anos

Gênero

() Masculino

() Feminino

() Outro

Caso tenha marcado outro na questão anterior, se achar pertinente, descreva qual gênero:

A seguir são feitas questões de verdadeiro ou falso. Após marcar V ou F, marque no quadro ao lado de cada uma o grau de segurança que você tem em relação à resposta que você deu. O quadro será utilizado para avaliar a confiabilidade que você tem em relação ao entendimento que explicitou. Se você tiver muita segurança de que sua resposta está correta, marque em muito seguro. Se você tiver certa segurança, mas ainda tem algumas dúvidas em relação à retidão da resposta, marque seguro. Se não souber avaliar a confiabilidade que você tem em sua resposta, marque neutro. Se estiver inseguro acerca do quanto sua resposta está correta, marque em inseguro e, finalmente, se não tiver confiança na retidão do que respondeu, marque em muito inseguro.

Questão	Verdadeiro ou Falso	Afirmação	Muito inseguro	inseguro	Neutro	Seguro	Muito Seguro
1		O Sol é uma estrela.					
2		O Sol é o centro do Sistema Solar.					

3		O Sol é o centro do Universo.					
4		Sistema Solar é o nome dado ao conjunto de planetas que orbitam o Sol.					
Questão	Verdadeiro ou Falso	Afirmção	Muito inseguro	inseguro	Neutro	Seguro	Muito Seguro
5		Os planetas que compõem o Sistema Solar são divididos em rochosos e gasosos.					
6		No Sistema Solar já é possível encontrar vida em outro planeta que não seja a Terra.					
7		No Sistema Solar temos várias estrelas, mas o Sol é a maior e a mais brilhante delas.					
8		O movimento que os planetas realizam ao redor do Sol é chamado de translação.					
9		A Terra é um satélite que orbita o Sol.					
10		A Terra se mantém orbitando ao redor do Sol por causa de uma força de atração gravitacional.					
11		Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol.					
12		Mercúrio é conhecido como planeta vermelho.					
13		Saturno é o maior planeta do Sistema Solar.					
14		O planeta Vênus é conhecido como estrela Dalva.					
15		Um satélite orbita um planeta.					
16		A Lua é uma estrela que aparece a noite no céu.					
17		Alua é um satélite natural que muda de maneira ao longo do mês para formar as diferentes fases.					
18		Lunetas, telescópios e binóculos são instrumentos que podem utilizados para observação do céu.					
19		Mesmo sem o auxílio de instrumentos é possível observar o céu (a olho "nú") planetas como Vênus, Marte e Jupiter.					
20		Já tivemos casos de discos voadores vindos de outros planetas que desceram na Terra.					
21		O Sol é maior que a Lua e menor que a Terra.					
22		A Terra é maior que a Lua e que Mercúrio.					
23		Jupiter é maior que a Terra e menor que o Sol.					

Apêndice 2

Atividades de preenchimento de lacunas e associação de colunas para organização avançada de revisão

Atividade 1

Podemos dizer que o [] [] compreende todos os [] que estão sob o domínio [] do [].

Respostas

Gravitacional; Solar Sistema; objetos; Sol

Atividade 2

Só o [], é responsável por mais de [] da massa do [] []. E todo o resto, incluindo todos os [] [], correspondem a menos de [] da massa total.

Respostas

Planetas; Solar; Sistema; 8; Sol; 0,15%; 99,85%

Atividade 3

A [] mais aceita pela [] [], diz que o [] [] se formou a aproximadamente [] [] de anos.

Respostas

Teoria; 4,6 Sistema; Comunidade; Solar; Científica; Bilhões

Atividade 4

O planeta exerce uma de acerca de todos os objetos que estão acerca de sua , e essa força consegue se estender até a .

Respostas

Superfície; Lua; Força; Terra; Atração

Atividade 5

As surgem decorrentes da atração que a exerce nas dos oceanos, e, em uma menor escala, da gravitacional que o exerce acerca dos . _____

Respostas

Sol; Lua; Atração; marés; Águas; Oceanos; Gravitacional.

Atividade 6

Associe as lacunas

1 – Sol

2 – Eclipse

3 – Mercúrio

4 – Jupiter

5 – Lua

6 – Planetas interiores

Estrela do Sistema Solar

Satélite natural da Terra

- Maior planeta do Sistema Solar
 - Menor planeta do Sistema Solar
 - Formado por rochas
 - Alinhamento dos astros Sol – Terra – Lua
-

Apêndice 3

Atividade de organização por meio de *Quizizz* acerca de conceitos de astronomia

01 – Quantos planetas temos no Sistema Solar?

1. 6 planetas;
2. 7 planetas;
3. 8 planetas;
4. 9 planetas;

02 – Complete a frase. O Sol é um(a)_____.

- a. Asteroides;
- b. Estrela;
- c. Cometa
- d. Planeta;

03 – Qual o maior planeta do Sistema Solar?

- a. Júpiter;
- b. Saturno;
- c. Urano;
- d. Netuno;

04 – Qual o planeta mais próximo do Sol?

- a. Mercúrio;
- b. Vênus;
- c. Terra;
- d. Marte;

05 – Quanto tempo dura cada estação do ano?

- a. 2 meses;
- b. 1 mês;
- c. 3 meses;
- d. 4 meses;

06 – Qual os dois movimentos que a terra realiza?

- a. Revolução e translação;
- b. Revolução e rotação;
- c. Rotação e combustão;
- d. Rotação e translação.

07 – Qual o Planeta mais distante do Sol?

- a. Netuno;
- b. Vênus;
- c. Terra;
- d. Marte.

08 – Qual é o planeta do Sistema Solar que é conhecido como Estrela Dalva?

- a. Vênus;

- b. Terra;
- c. Júpiter;
- d. Plutão.

09 – Qual é o maior Planeta do Sistema Solar?

- a. Netuno;
- b. Júpiter;
- c. Terra;
- d. Vênus.

10 – Quantos satélites naturais o planeta terra possui?

- a. 0;
- b. 1;
- c. 2;
- d. 3.

11 – Quais destes não é um planeta gasoso?

- a. Júpiter;
- b. Saturno;
- c. Urano;
- d. Marte.

12 – A imagem apresenta um...

- a. Eclipse lunar total;
- b. Eclipse solar total.



13 – O alinhamento dos astros abaixo representa?



- a. Eclipse solar;
- b. Eclipse lunar;

14 – O período de rotação da lua é igual ao período de translação da lua.

- a. Verdadeiro;
- b. Falso.

15 – Qual o nome da fase da Lua?



- a. Lua cheia;
- b. Lua nova;
- c. Quarto crescente;
- d. Quarto minguante.

16 – Selecciona a sequência que representa um eclipse solar.

- a. Sol, Terra e Lua.

- b. Sol, Lua e Terra.
- c. Terra, Sol e Lua.
- d. Lua, Terra e Sol.

17 – Em que fase da Lua Se pode observar um eclipse solar?

- a. Nova.
- b. Cheia.

18 – A Lua apresenta sempre a mesma face voltada para a Terra?

- a. Verdadeiro;
- b. Falso.

19 – Quais as palavras, que completam a expressão: “Na fase da _____ a face da lua, vista da Terra, está totalmente iluminada pelo Sol.

- a. Lua nova.
- b. Lua cheia.

20 – Para dar uma volta em torno de seu eixo, a lua demora 27 dias e 7 horas.

- a. Verdadeiro.
- b. Falso.