

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

WILLIAN FERNANDO LAZARI DOS SANTOS

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

WILLIAN FERNANDO LAZARI DOS SANTOS

**PARANAVAÍ
2026**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada por WILLIAN FERNANDO LAZARI DOS SANTOS, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino.
Área de Concentração: Formação docente interdisciplinar.

Orientadora:
Prof^a. Dra. Shalimar Calegari Zanatta

FICHA CATALOGRÁFICA:

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Lazari dos Santos, Willian Fernando
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL / Willian Fernando Lazari dos
Santos. -- Paranavaí-PR, 2026.
84 f.

Orientador: Shalimar Calegari Zanatta.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ensino: "Formação Docente
Interdisciplinar") -- Universidade Estadual do
Paraná, 2026.

1. Elaboração de uma Unidade de ensino
potencialmente significativa para o ensino de
astronomia EF.. I - Calegari Zanatta, Shalimar
(orient). II - Título.

WILLIAN FERNANDO LAZARI DOS SANTOS

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL I**

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Shalimar Calegari Zanatta - Presidente da
Comissão Examinadora – UNESPAR

Prof(a). Dr(a). Hercilia Alves Pereira de Carvalho - UFPR

Prof(a). Dr(a). Wellington Piveta Oliveira - UFPR

Resultado: Aprovado

Data de Aprovação:
30/04/2026

Dedico este trabalho...

AGRADECIMENTOS

Iniciamos nossos agradecimentos fazendo uma reflexão sobre a expressão “ubuntu”, utilizada pelos povos da cultura Bantu, localizados no continente africano, que dizem: “eu sou porque todos somos”. Isso significa que ninguém alcança o sucesso por méritos unicamente próprios, pois, em algum momento da vida, todo indivíduo precisou, precisa ou precisará de ajuda. Inicialmente, pelo dom da vida, divinamente concedido a todos os seres humanos, é que contemplamos este momento. Podemos também destacar e refletir sobre nossos pais, que passaram noites e noites acordados para nos socorrer da fome e nos acalantar das dores de cólicas que tanto incomodam os recém-nascidos. Olhamos para nossos professores da alfabetização, que nos ensinaram a ler e a escrever, e para todos os outros que somaram esforços e nos incentivaram para que hoje estivéssemos na condição de desenvolver um trabalho de pesquisa desta natureza.

Assim, agradecemos a Deus, que nos permitiu a realização do presente estudo de dissertação, pois acreditamos que, por meio da fé, conquistamos tudo aquilo que almejamos. Agradeço à minha orientadora, professora doutora Shalimar Calegari Zanatta, por ter confiado em mim para ingressar no programa.

Agradeço à minha mãe, Vera Lucia Ramiro Soares dos Santos, e ao meu pai, Moacir Lazari dos Santos, pois, mesmo não compreendendo plenamente a dimensão de um mestrado, sempre se regozijaram com minhas conquistas. À minha esposa, Maria Luiza Viana dos Santos, e à minha filha, Lívia Maria Viana Lazari dos Santos, que muitas vezes precisaram ter paciência, pois uma pesquisa de mestrado impacta intensamente a saúde mental do mestrando, sobretudo nos fins de semana e nos dias que tiveram de ser sacrificados para o estudo, e, ainda assim, se felicitaram com minhas conquistas. À minha irmã e ao meu irmão, aos meus sobrinhos e sobrinhas, sogra, sogro, cunhados e cunhadas, bem como aos amigos que se alegraram e me apoiaram ao longo desta trajetória.

Agradeço ao professor Vaudenir Pereira Dias que, desde o início, me incentivou a realizar o mestrado; às professoras Lilian Favaro, Alessandra Macon, Solange Máximo, Tatiane Torres e Vanessa Masteguin, pelo apoio e pelas longas conversas sobre a elaboração desta dissertação. A todo o corpo docente do Programa de Pós-

Graduação PPIFOR, pela humildade e clareza no ensino, e aos colegas mestrandos, pelo companheirismo. Agradeço ao diretor João Júnior por permitir a aplicação da minha Unidade de Ensino Potencialmente Significativa na instituição pela qual é responsável, bem como a todos os colegas professores(as) e trabalhadores da Escola Municipal João Honório Luiz, do Distrito de Maristela, município de Alto Paraná – Paraná.

Agradeço, ainda, aos professores(as) que fizeram parte da banca examinadora: o professor doutor Wellington Piveta Oliveira e a professora doutora Hercília Alves Pereira de Carvalho, pelas valiosas considerações.

SANTOS, Willian Fernando Lazari dos Santos. **UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL I.** n.º de folhas (ex. 85 f.). Dissertação (Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientadora: Dra. Shalimar Calegari Zanata. Paranavaí, 2026.

RESUMO

O ensino de Astronomia no Ensino Fundamental I apresenta desafios inmensuráveis, tanto no que se refere à dificuldade dos professores em conhecer os conceitos sobre a temática, quanto às dificuldades na escolha das metodologias de ensino. Nesse contexto, esta dissertação tem como objetivo elaborar, aplicar e analisar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS), para o ensino de Astronomia e analisar a aprendizagem significativa de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental I de uma escola pública do município de Alto Paraná – PR. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória, definida como pesquisa-ação. A produção dos dados se deu em seis encontros, os quais abordaram os conceitos acerca da Lei da Gravitação Universal e das leis do movimento de Newton, das Leis de Kepler, dos Sistemas Heliocêntrico e Geocêntrico, das marés e das fases da Lua. Esses conteúdos foram escolhidos pela sua capacidade de explicação do movimento da Terra e da Lua e de suas consequências, como as marés e as fases da Lua. A aplicação da UEPS evidenciou avanços conceituais na compreensão dos estudantes sobre fenômenos astronômicos, com indícios de aprendizagem significativa expressos pela reorganização conceitual e pela transferência de conhecimentos para situações não abordadas explicitamente em sala de aula.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Ensino de Astronomia; Unidades de Ensino Potencialmente Significativas; Ensino Fundamental.

SANTOS, Willian Fernando Lazari dos Santos. **POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNIT FOR ASTRONOMY EDUCATION IN ELEMENTARY SCHOOL (YEARS 1–5)**. Number of pages (e.g., 85 p.). Master's Dissertation (Teaching: Interdisciplinary Teacher Education) – State University of Paraná (UNESPAR), Paranavaí Campus. Supervisor: Dra. Shalimar Calegari Zanata. Paranavaí, 2026.

ABSTRACT

Teaching astronomy in elementary school presents immense challenges, both in terms of teachers' difficulty in grasping the concepts involved and in terms of the challenges in selecting teaching methodologies. In this context, this dissertation aims to develop, implement, and analyze a Potentially Meaningful Teaching Unit, grounded in Ausubel's Meaningful Learning Theory, for teaching astronomy, and to analyze the meaningful learning of fifth-grade students in elementary school at a public school in the municipality of Alto Paraná, Paraná, Brasil. This is a qualitative, exploratory study defined as action research. Data collection took place over six sessions, which addressed concepts related to the Law of Universal Gravitation and Newton's laws of motion, Kepler's laws, the heliocentric and geocentric systems, tides, and the phases of the Moon. These topics were chosen for their ability to explain the motion of the Earth and the Moon and its consequences, such as tides and the phases of the Moon. The application of the Potentially Meaningful Teaching Unit demonstrated conceptual progress in students' understanding of astronomical phenomena, with evidence of meaningful learning expressed through conceptual reorganization and the transfer of knowledge to situations not explicitly addressed in the classroom.

Keywords: Meaningful Learning; Astronomy Education; Potentially Meaningful Teaching Units; Elementary School.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Unidades temáticas, Objetos de conhecimento e Habilidades da BNCC para o 5º ano	29
Figura 2 – Diagrama de forças em diferentes pontos da superfície da Terra.....	38
Figura 3 – Força resultante entre a força gravitacional Terra-Lua e força centrífuga	38
Figura 4 – Observe que a Terra tem duas marés altas e duas marés baixas, conforme desenho representativo da figura 4	39
Figura 5 - Distribuição do número de participantes por atividade/aula da UEPS	48
Figura 6 – Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para a questão 1 no início e ao final da UEPS.....	49
Figura 7 - Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para a questão 2 no início e ao final da UEPS.....	51
Figura 8 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 3 (aplicação inicial e final)	53
Figura 9 – Resposta antes da aplicação da UEPS	54
Figura 10 – Resposta depois da aplicação da UEPS.....	55
Figura 11 - Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para a questão 4 no início e ao final da UEPS	56
Figura 12 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 5 no início e ao final da UEPS	57
Figura 13 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 6 no início e ao final da UEPS	59
Figura 14 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 7 no início e ao final da UEPS	60
Figura 15 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 8 no início e ao final da UEPS	61
Figura 16 - Resposta discursiva de estudante ao questionário inicial	62
Figura 17 - Resposta discursiva após aplicação da UEPS	62
Figura 18 –Mapa mental aplicado na UEPS	64
Quadro 1 – Comparativo entre modalidades de aprendizagem e a estrutura cognitiva	22
Quadro 2 – Conteúdos abordados.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL (TAS).....	18
2.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)	24
2.3 O ENSINO DE ASTRONOMIA.....	28
2.3.1 Leis de Newton, Leis de Kepler e os Modelos Heliocêntrico e Geocêntrico	32
2.3.2 Sistema Terra–Lua–Sol e o Movimento Relacional	34
2.3.3 Fases da Lua.....	36
2.3.4 As marés	37
3. METODOLOGIA.....	41
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	41
3.2 A UEPS	42
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	44
3.4 RELATO DE EXPERIÊNCIA.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	47
4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO INICIAL E FINAL.....	48
4.2.1 Questão 1 – Concepção dos estudantes sobre o fenômeno das marés....	49
4.2.2 Questão 2 – Motivos da ocorrência das marés.....	50
4.2.3 Questão 3 – Na sua opinião, a maré tem relação com as fases da Lua? ..	52
4.2.4 Questão 4 – Compreensão sobre as fases principais da Lua.....	55
4.2.5 Questão 5 - Qual o nome das fases da Lua?	57
4.2.6 Questão 6 – Por que a Lua gira ao redor da Terra?	58
4.2.7 Questão 7 – Por que a Terra gira ao redor do Sol?	60
4.2.8 Questão 8 – Suponha que você suba numa montanha e atire um objeto muito, muito forte que ele consiga sair da Terra, para onde ele vai?	61
4.3 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E SUBSUNÇORES SIGNIFICATIVOS.....	63
4.4 MAPA CONCEITUAL E DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA.....	63
4.5 A UEPS COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS.....	65

4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICES.....	75

1 INTRODUÇÃO

Antes de apresentarmos os fundamentos teóricos e conceituais que nortearam esta pesquisa, gostaria de me apresentar enquanto pesquisador para que o leitor possa compreender os significados que esse trabalho tem na minha trajetória pessoal.

Nasci e cresci no município de Nova Esperança – PR, vizinho ao município de Alto Paraná – PR, onde atualmente atuo como professor do Ensino Fundamental I. Filho de uma família humilde composta por quatro filhos, meu pai sempre trabalhou como lavador de veículos automotivos e minha mãe se ocupou dos afazeres domésticos. Apesar da simplicidade e do pouco estudo dos meus pais, eles sempre valorizaram a formação acadêmica e nos ensinaram que o estudo era o passaporte para a autonomia e a dignidade. Assim, desde os primeiros anos escolares, fui ensinado a respeitar os professores e o espaço escolar como sendo um lugar importante para o fortalecimento de amizades e para o desenvolvimento humano.

Nesse contexto, a escola para mim nunca foi apenas um espaço de aprendizagem de conteúdos, mas um lugar de pertencimento, de construção de sonhos e de descobertas. Cada etapa vivida, desde os primeiros anos escolares até a trajetória profissional, construída dentro do ambiente educacional, reforçou a minha convicção de que a educação tem o poder de mudar histórias, ressignificar realidades e oferecer novos sentidos à vida das pessoas.

Quando completei 13 anos, comecei a trabalhar e a investir nos meus estudos. Cursei o Ensino Médio integralmente no período noturno e, em 2007, influenciado por um amigo de infância, o Cléber, fiz o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), obtendo um bom resultado, o que me levou a cursar Educação Física com bolsa de estudos. Logo no início do curso, deixei meu trabalho à época (como cobrador) e comecei a trabalhar como estagiário nas escolas municipais de Nova Esperança, não saindo mais do ambiente escolar. Passei por quase todos os setores que compõem uma instituição de ensino, tais como inspetor de alunos, auxiliar administrativo, professor de Educação Física, de Libras, de Artes e pedagogo. Todas essas funções me marcaram como profissional e me trouxeram experiências que influenciam quem eu sou.

Uma das mais importantes observações que fiz é o fato de que o professor se depara, constantemente, com o desafio de mediar processos de aprendizagem e criar

situações pedagógicas que favoreçam a construção do conhecimento pelos estudantes, especialmente quando se trata de conteúdos que não foram aprofundados suficientemente em sua formação inicial ou que demandam atualização contínua ao longo da prática docente. Talvez tenha sido essa percepção que me levou a buscar mais conhecimentos. Assim, após concluir o curso de Licenciatura em Educação Física em 2010, busquei me aperfeiçoar por meio de especializações em Educação Especial, Libras, Neuropedagogia e Alfabetização/Letramento. Também cursei o Bacharelado em Educação Física e Pedagogia.

Em 2023, participei da seleção do mestrado pelo PPIFOR, Formação Docente Interdisciplinar, ofertado pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) – Campus de Paranavaí – PR e, na ocasião, ingressei no curso como aluno especial. Em 2024, fui aprovado como aluno regular com a melhor nota da linha 2.

O que essa história de vida mostra é a importância da formação humana para além dos conteúdos e a necessidade de o professor buscar conhecimento para além da sua formação inicial. Foi com essa ideia que busquei desenvolver uma pesquisa sobre o ensino de Astronomia.

A Astronomia representa um campo do conhecimento que articula, de maneira singular, explicações científicas sobre fenômenos naturais e reflexões sobre a condição humana, ao permitir compreender simultaneamente a pequenez do ser humano diante da imensidão do universo e a importância de suas percepções epistemológicas no desenvolvimento da Ciência.

Além disso, trata-se de um campo científico estruturado, que envolve conceitos fundamentais, tais como os movimentos da Terra, as fases da Lua, o Sistema Solar, as interações gravitacionais, as escalas de tempo e espaço, exigindo do professor um domínio conceitual que, historicamente, não tem sido garantido pela formação inicial docente.

De acordo com os documentos normativos, o ensino de Astronomia deve ser abordado de forma gradativa e progressiva, respeitando o nível de abstração dos estudantes e promovendo a construção gradual de conceitos científicos fundamentais (Brasil, 2018).

Langhi e Nardi (2009) e Bretones (2006a) destacam que o ensino de Astronomia favorece a contextualização de saberes e estimula a curiosidade, possibilitando ao estudante interpretar os fenômenos naturais e compreender o papel da Ciência na sociedade contemporânea.

Diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa foi elaborar, aplicar e analisar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, para o ensino das fases da Lua a estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental – Anos Iniciais.

Dessa forma, o Capítulo 2 apresenta os aportes teóricos utilizados nessa dissertação, como, por exemplo, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS), a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e os conceitos básicos da Física que explicam a dinâmica celeste (dentre eles as leis de Newton, as leis de Kepler, os modelos Heliocêntrico e Geocêntrico, o Sistema Terra-Lua-Sol, as fases da Lua e as marés).

De acordo com Moreira e Masini (2011) e Novak (1998), o professor deve apresentar o conteúdo de forma hierárquica, dos conceitos mais gerais aos mais específicos. Ou seja, de acordo com a TAS, ter conhecimento fragmentado sobre o tema impossibilita o desenvolvimento de uma UEPS.

Vale ressaltar que desenvolver uma UEPS é um desafio, primeiro pela própria formação inicial do professor, geralmente deficitária e, segundo, pela fragmentação curricular, pela carga horária reduzida, entre outros fatores.

Segundo Flores, Rocha Filho e Samuel (2015), a carência de formação adequada resulta em práticas centradas na memorização e na reprodução de informações, o que limita o desenvolvimento do raciocínio científico.

No Capítulo 3, descrevemos o percurso metodológico adotado nesta dissertação, caracterizando a pesquisa como de abordagem qualitativa e do tipo Pesquisa Participante, uma vez que a investigação se desenvolve a partir de uma intervenção pedagógica intencional — a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) — integrada ao repertório didático do professor-pesquisador, que investiga a própria prática em interação contínua com os estudantes. O capítulo apresenta a caracterização da pesquisa, fundamentada em autores como Antônio Gil (2008) e Bogdan e Biklen (1994), bem como o contexto de aplicação, o público participante e os aspectos éticos envolvidos. Além disso, detalha a elaboração e a estrutura da UEPS, organizada em seis encontros, alinhada aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, explicitando os conteúdos trabalhados, as atividades didático-pedagógicas e os recursos utilizados. O capítulo apresenta os instrumentos de coleta de dados (questionários diagnósticos e finais, atividades desenvolvidas ao longo da UEPS e a construção de mapas conceituais),

evidenciando sua coerência com os objetivos da pesquisa e com o referencial teórico adotado, de modo a subsidiar a análise dos resultados apresentada nos capítulos subsequentes.

No Capítulo 4, apresentamos os resultados e as discussões. A análise comparativa dos instrumentos diagnósticos, aplicados antes e após a intervenção pedagógica, revela um aumento expressivo de respostas cientificamente adequadas, refinamento das explicações apresentadas e diminuição de concepções baseadas exclusivamente em observações empíricas imediatas. Além disso, observa-se que parte dos estudantes passou a estabelecer relações não arbitrárias entre conceitos astronômicos, inclusive em situações não ensinadas diretamente, como na explicação das estações do ano, o que constitui um indicativo relevante de aprendizagem significativa e de reorganização progressiva da sua estrutura cognitiva.

Os resultados desta pesquisa indicam que a elaboração e aplicação de uma UEPS, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, contribuiu para a promoção da aprendizagem significativa e para a construção de explicações mais consistentes sobre conceitos de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Evidenciou-se a reorganização conceitual dos estudantes, a ampliação e a ressignificação de seus conhecimentos prévios e a capacidade de estabelecer relações mais estruturadas entre os fenômenos estudados.

As análises comparativas entre os instrumentos diagnósticos, as produções dos alunos e os registros de observação revelaram avanços na compreensão conceitual, especialmente em relação às fases da Lua e aos movimentos da Terra, reforçando a pertinência da UEPS como estratégia didático-pedagógica e da Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico para o ensino de Ciências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo objetiva apresentar os aportes teóricos que subsidiam esta pesquisa. Ele está subdividido em três partes principais: (i) uma descrição sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS); (ii) os conceitos e as preocupações do professor ao elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS); e (iii) os principais conceitos da Física que explicam a dinâmica celeste.

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL (TAS)

David Ausubel (1918-2008) nasceu em Nova Iorque, sendo filho de imigrantes judeus. Formou-se em Psicologia na Universidade da Pensilvânia e Medicina na Universidade de Middlesex. Posteriormente, obteve o título de doutorado em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Colômbia. Trabalhou nos Estados Unidos da América, Nova Zelândia, Suíça, Itália, Alemanha, Guatemala, Nicaragua e Canadá. Ausubel ficou mundialmente conhecido devido à sua obra intitulada “The Psychology of Meaningful Verbal Learning”, de 1963, quando abordou a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

De acordo com David Ausubel (1968), a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) descreve o processo de uma aprendizagem do tipo “significativa”; em outras palavras, o novo conhecimento se conecta à estrutura cognitiva do estudante de tal forma que a modifica. Como consequência, a aprendizagem significativa permite que o aluno atribua sentido à informação a partir dos conhecimentos prévios que possui sobre o assunto em questão. Isso possibilita a aplicação desse conhecimento em diferentes contextos, enriquecendo sua compreensão de mundo. Nessa perspectiva, o ensino não se configura como um processo de transmissão de informações, mas como a organização de situações pedagógicas que favorecem a construção ativa de significados pelo aprendiz, em consonância com os pressupostos da TAS.

Para Moreira (2013), a aprendizagem significativa ocorrerá se o estudante quiser aprender no sentido de mostrar predisposição em relacionar os conhecimentos pré-existentes e os novos, bem como se o material didático, apresentado pelo professor, for potencialmente significativo. Assim, a aprendizagem não depende

apenas da organização do conteúdo, mas também da disposição cognitiva e motivacional do estudante.

De modo geral, podemos dizer que a TAS é uma teoria cognitivista, idiossincrática, não-arbitrária e não-substantiva. Cognitivista porque assume que o processo da aprendizagem é um processo mental. Idiossincrática, pois a aquisição do conhecimento é um ato pessoal. Não-arbitrária, pois o novo conhecimento se relaciona de forma lógica com o conhecimento já existente. E, por fim, não-substantiva, pois não se restringe à memorização de fatos isolados, mas, sim, à criação de um novo significado (Ausubel, 2003; Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Moreira, 2013).

De acordo com os pressupostos do cognitivismo, representados por autores como Piaget (1971), Bruner (1978) e Vygotsky (2007), em que a aprendizagem ocorre a partir da interação entre novos conteúdos e as estruturas mentais já existentes no indivíduo, o conhecimento prévio é um elemento essencial para que o processo de construção do saber se torne significativo. Ausubel (2003) defende a necessidade da existência de uma estrutura de conhecimento prévio, a qual ancorará as novas informações. Isso implica em dizer que, para aprender, é importante que o aluno tenha um conhecimento prévio sobre o tema que será abordado e que tal conhecimento seja considerado. Ausubel (1963) chamou esses conhecimentos prévios de subsunçores. Para Ausubel (2003), é imprescindível que o professor identifique os subsunçores relacionados aos seus estudantes antes de iniciar a apresentação do conteúdo.

Segundo Ausubel (1963), os subsunçores são ideias ou conceitos que já estão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz e operam como âncoras para a nova informação. Eles desempenham um papel fundamental na aprendizagem significativa por permitir a relação entre o novo conceito com os conceitos prévios. Isso acontece porque os subsunçores fornecem uma estrutura conceitual que facilita a compreensão e retenção de uma nova informação, além de organizar o conhecimento, tornando mais fácil sua aplicabilidade da informação.

Moreira (2013), com base na TAS de Ausubel, discorre sobre dois tipos de subsunçores: os primários e os secundários. Os *subsunçores primários* são ideias e conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo e que apresentam relevância para a nova informação. Já os *subsunçores secundários* correspondem a conceitos que podem ser modificados ou criados durante o processo de

aprendizagem, resultando da interação entre o novo conceito e os subsunçores prévios.

É importante a presença de subsunçores adequados para a aprendizagem significativa, pois, quando os subsunçores fazem-se presentes, o estudante pode relacionar o novo conceito com o conhecimento prévio, ter uma melhor compreensão sobre a nova informação, uma retenção mais eficaz da nova informação e aplicabilidade desses conceitos em diferentes contextos. A ausência desses elementos, por outro lado, tende a favorecer aprendizagens mecânicas e pouco duradouras.

A TAS apresenta implicações pedagógicas importantes nas quais os professores devem se atentar como, por exemplo, identificar os subsunçores mais relevantes para a nova informação.

De acordo com a TAS, a estrutura cognitiva é compreendida como o “conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos” (Ausubel, 1968, p. 37-39).

Moreira (2013), um dos principais precursores da TAS no Brasil, assegura que o processo de aprendizagem é entendido como um fenômeno cognitivo e biológico, em que o cérebro atua de forma integrada para processar, organizar e consolidar informações.

O cérebro humano é composto por bilhões de neurônios interligados, que se comunicam por meio de impulsos elétricos e reações químicas, formando redes neurais complexas que, por sua vez, são responsáveis pela codificação e recuperação de informações. Segundo Lent (2010), essas conexões, denominadas de sinápticas, permitem que novas informações sejam associadas a conhecimentos já existentes, criando novas redes de significado; esse processo é análogo à ancoragem dos novos conceitos nos *subsunçores* descritos por Ausubel (2000).

Dessa forma, a TAS pode ser relacionada aos fundamentos da neurociência cognitiva, pois, ambas as abordagens reconhecem que aprender não é apenas acumular dados, mas construir significados por meio da reorganização e integração de conhecimentos prévios. Nesse processo, a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa se distinguem pela profundidade das conexões estabelecidas: a primeira limita-se à memorização, enquanto a segunda envolve a internalização consciente e lógica dos conceitos (Ausubel, 2000; Moreira, 2013).

Assim, a aprendizagem significativa pressupõe atividade mental e neural constante, mediada pela motivação e pela intencionalidade do aprendiz. A consolidação de novas redes neurais, conforme indicam estudos neurobiológicos (Lent, 2010), é evidenciada por pesquisas que demonstram a plasticidade cerebral, a reorganização sináptica e o fortalecimento de conexões neurais associadas à aprendizagem, correspondendo ao processo de integração e ressignificação dos conceitos na estrutura cognitiva. Essas evidências empíricas reforçam a coerência entre os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os achados da neurociência contemporânea, especialmente no que se refere à construção ativa e progressiva do conhecimento.

É comum associar a repetição à aprendizagem mecânica; entretanto, para Ausubel (2003), a repetição, por si só, não determina o tipo de aprendizagem. A aprendizagem mecânica ocorre quando o estudante recebe a informação pronta e a memoriza de forma literal, sem relacioná-la de modo substantivo aos conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. Já a aprendizagem significativa depende justamente da integração da nova informação a subsunçores relevantes, independentemente do método de ensino utilizado. Assim, mesmo em aulas expositivas, frequentemente associadas à repetição, é possível promover aprendizagem significativa, desde que o conteúdo seja potencialmente significativo e que o aluno disponha de subsunçores adequados para ancorá-lo. E, caso o aluno não disponha, o professor deve iniciar a apresentação do conteúdo com os Organizadores Prévios, o quais discutiremos com mais detalhes adiante.

Ausubel (2003) destaca que, muitas vezes, para que o aluno consiga chegar na aprendizagem significativa, o mesmo deve passar pela aprendizagem mecânica. Corroborando com a ideia, Moreira (1999) relata que a aprendizagem mecânica é uma importante fase que antecede a aprendizagem significativa.

Ausubel (2003) destaca a importância da forma como o estudante assimila novos conhecimentos, classificando-as em três modalidades principais: subordinação, superordenação e aprendizagem combinatória. A subordinação ocorre quando a nova informação se liga a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa ligação pode ser derivada, quando o novo conhecimento exemplifica algo já aprendido, ou correlativa, quando amplia ou modifica o significado anterior.

A superordenação, por sua vez, acontece quando um conceito mais abrangente é aprendido a partir da integração de conhecimentos já existentes, representando uma ampliação da estrutura cognitiva.

Por fim, a aprendizagem combinatória ocorre quando o novo conhecimento não é mais específico nem mais geral do que os anteriores, mas se relaciona de forma lateral, estabelecendo conexões entre conceitos de mesmo nível hierárquico.

Essas três formas de estabelecer relações entre o conhecimento novo e o conhecimento pré-existente, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, demonstram que o processo de aquisição de conhecimento é dinâmico e hierarquicamente estruturado, permitindo a integração de novos significados a partir das correlações entre conceitos (Ausubel, 2003; Moreira, 2013).

No quadro 1, apresentamos uma síntese sobre como ocorre o processo cognitivo de acordo com a TAS.

Quadro 1 - Comparativo entre modalidades de aprendizagem e a estrutura cognitiva

Tipo de aprendizagem	Formas de relacionar as informações
Assimilação	Na aprendizagem por assimilação, os saberes são conectados, em sua maioria, por meio de relações de subordinação e superordenação. Essa é a perspectiva que a neurociência atual tem sobre a aprendizagem humana (Bryce; Blown, 2023). A estrutura cognitiva está sempre em busca de associar novas informações às que já fazem parte dela.
Descoberta	Na aprendizagem por descoberta, a superordenação é a principal maneira de conectar as informações, exigindo uma estrutura cognitiva que contenha todos os conceitos necessários para a assimilação de um novo conceito. Esse tipo de aprendizagem é demorado, pois demanda tempo para o desenvolvimento completo da estrutura cognitiva e pode levar a erros de interpretação por parte do aprendiz. Apesar dessas dificuldades, os conceitos adquiridos através da descoberta tendem a ser lembrados por períodos mais longos, devido ao processo cognitivo envolvido na criação das conexões neurais.
Recepção	Na aprendizagem por recepção, os conhecimentos novos são apresentados ao aprendiz e, por meio da subordinação, superordenação e aprendizagem combinatória, os novos conhecimentos podem ser relacionados. O aprendiz é menos suscetível à interpretação incorreta dos conceitos, entretanto, a recepção de conhecimentos prontos pode diminuir as chances de retenção.

Fonte: Ausubel (2003).

Na perspectiva de Ausubel, a aquisição corresponde ao processo de incorporação significativa de novas informações à estrutura cognitiva do indivíduo, o

que ocorre quando a aprendizagem envolve relações não arbitrárias e substantivas com conceitos já existentes. Nesse sentido, os tipos de aprendizagem descritos por Ausubel se articulam diretamente com esse processo. A aprendizagem por assimilação representa o mecanismo central da aquisição, uma vez que envolve a ancoragem de novos significados a subsunçores previamente estabelecidos, promovendo diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Já a aprendizagem por descoberta pode igualmente resultar em aquisição, desde que as relações identificadas pelo aprendiz se integrem coerentemente aos conhecimentos prévios, produzindo reorganizações conceituais estáveis.

Esse movimento pode ser interpretado como um processo inicial de reconciliação integradora, no qual conceitos anteriormente fragmentados (por exemplo; Terra, Sol, Lua, movimentos e gravitação) começam a ser articulados em uma estrutura conceitual mais ampla. Conforme Moreira e Masini (2001), a reconciliação integradora ocorre quando o aprendiz reorganiza ideias pré-existentes, reduzindo inconsistências e estabelecendo novas relações conceituais, mesmo que ainda de forma parcial.

A aprendizagem por recepção, por sua vez, também pode conduzir à aquisição, desde que o conteúdo apresentado seja potencialmente significativo e que o estudante disponha de subsunçores adequados para estabelecer relações substantivas. Assim, para Ausubel, a forma de apresentação do conteúdo, por descoberta ou por recepção, é menos determinante do que a qualidade das conexões que o indivíduo estabelece com seu conhecimento prévio.

Novas ideias e informações podem ser compreendidas e evocadas na medida em que conceitos relevantes e abrangentes estejam claramente definidos e acessíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, servindo como base para a assimilação de novos conceitos. Essa interação constitui, segundo Ausubel (1968), uma experiência consciente e organizada, na qual sinais, símbolos e conceitos com potencial significativo são integrados à estrutura cognitiva.

Para Ausubel (2003), o significado é, portanto, um produto “fenomenológico” do processo de aprendizagem, no qual o significado potencial presente nos símbolos se transforma em conteúdo cognitivo e distinto para cada indivíduo. O significado potencial torna-se um significado específico de um determinado padrão de aprendizagem, incorporando um símbolo que é potencialmente significativo na

estrutura cognitiva. Essa compreensão reforça a ideia de que aprender é atribuir sentido, e não apenas memorizar informações.

Dessa forma, ao reconhecer que a aprendizagem significativa depende da presença de subsunçores relevantes e da capacidade do estudante de estabelecer relações não arbitrárias entre novos conceitos e sua estrutura cognitiva, torna-se possível compreender como os princípios da TAS fundamentam propostas pedagógicas voltadas à construção de significados. Essa compreensão é essencial para sustentar, do ponto de vista teórico, a análise das práticas de ensino desenvolvidas neste trabalho, bem como a proposta metodológica apresentada nos capítulos seguintes.

A TAS oferece fundamentos teóricos consistentes para a análise dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências, especialmente quando se busca superar práticas pedagógicas baseadas na memorização mecânica. Ao enfatizar a importância dos conhecimentos prévios, da predisposição para aprender e da organização lógica dos conteúdos, essa teoria possibilita compreender como novos conceitos podem ser integrados de forma substantiva à estrutura cognitiva do estudante.

No contexto do ensino de Astronomia no Ensino Fundamental – Anos Iniciais, marcado pela presença de concepções intuitivas e explicações do senso comum, a TAS mostra-se particularmente pertinente, pois permite analisar não apenas o que os alunos aprendem mas também como reorganizam seus significados ao longo do processo educativo.

Nesse sentido, a TAS oferece um referencial teórico que permite compreender o processo de aprendizagem a partir da interação entre novos conhecimentos e a estrutura cognitiva pré-existente do aprendiz, aspecto central para a análise de práticas pedagógicas intencionalmente organizadas.

2.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

Uma UEPS é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. De acordo com a TAS, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) representa uma unidade de ensino estrategicamente planejada, pelo professor, para a promoção da aprendizagem significativa. O objetivo de uma UEPS é fazer com que

o aluno relacione as novas informações com as informações que ele já possui em sua estrutura cognitiva.

De acordo com a TAS, nesse processo, o aluno modifica seu conhecimento prévio, ou subsunçores, como Ausubel chamou o conhecimento prévio sobre o assunto que está sendo abordado pela UEPS (Ausubel, 2003). Nesse processo, o aluno reconstrói suas definições, reorganizando-as e ampliando-as. Trata-se de um processo ativo que exige mais do que a simples memorização.

Porém, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é essencial que o professor identifique os subsunçores dos seus alunos e, quando esses não se encontram suficientemente desenvolvidos, planeje e organize estratégias didáticas, como os Organizadores Prévios (OPs), com a finalidade de favorecer a construção de referências cognitivas que possibilitem a ancoragem de novos conhecimentos, considerando que esse processo depende de múltiplos fatores e não garante, de forma automática, a aprendizagem significativa.

Os OPs são recursos introdutórios que fornecerão a base para a construção hierárquica do conhecimento. Os OPs representam o maior nível de abstração e generalidade dos conceitos que compõem a estrutura hierárquica dos conteúdos a serem abordados. Eles podem ser dados por vídeos curtos, mapas conceituais, diagramas ou textos narrativos que preparam o terreno mental para o aluno (Ausubel, 2003; Moreira, 2013).

Outra questão importante é que, ao elaborar uma UEPS, o professor deve pensar em promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Em outras palavras, a apresentação do corpo de conteúdo, pelo professor, deve respeitar a forma de processamento cerebral para a aprendizagem significativa, como definida por Ausubel, que, como já exposto, ocorre por subordinação, superordenação ou uma combinação entre ambos. Assim, o professor deve se utilizar de estratégias didáticas que caracterizam a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora para que o aluno reorganize e reestruture seus conceitos.

Como destacam Novak e Gowin (1984), a UEPS não se resume a uma sequência didática, mas representa uma abordagem metodológica centrada no aluno, em que o ensino se estrutura como um processo de descoberta e integração de conceitos. Sua elaboração requer planejamento intencional e coerente, com atividades que despertem o interesse, estimulem a reflexão e promovam a aprendizagem significativa (Moreira, 2013).

A estrutura de uma UEPS deve levar em consideração

(1) a relevância do conteúdo, garantindo que os temas selecionados estejam articulados aos interesses, às experiências e às necessidades dos alunos, de modo a favorecer seu engajamento e sua disposição para aprender.

; (2) a organização lógica e coerente, com atividades encadeadas de forma clara e progressiva; (3) a sequência de atividades para a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, de forma cíclica. Nesse último caso, Ausubel (1968) o denominou de movimento de descida (diferenciação progressiva) e de subida (reintegração conciliadora) nas hierarquias conceituais. Moreira e Masini (2001) denominam essa dinâmica de um ensino “desce sobe”.

A consideração sistemática desses elementos assegura que a UEPS não seja apenas uma sequência de atividades, mas um instrumento pedagógico alinhado aos princípios Ausubelianos, capaz de ampliar o potencial de significação do conteúdo a ser aprendido.

Conforme afirmam Moreira e Massini (2001), cada componente curricular tem sua estrutura articulada e hierarquicamente organizada com conceitos que constituem o sistema de informações. Cabe ao professor identificar essa estrutura antes de elaborar uma UEPS.

Diante da compreensão de que o professor atua como facilitador do processo de aprendizagem, sendo responsável por planejar situações didáticas que orientem o aluno na construção do conhecimento, podemos afirmar que o Mapa Conceitual, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, constitui-se principalmente como um instrumento elaborado pelo próprio estudante, por meio do qual o estudante explicita e organiza suas compreensões, evidenciando as relações hierárquicas e os vínculos entre conceitos. Nesse sentido, o mapa conceitual não se configura apenas como um material de estudo, mas como um recurso de análise da estrutura cognitiva do aprendiz, ampliando a compreensão sobre o conteúdo estudado. Em essência, o mapa conceitual é um diagrama que dispõe conceitos e palavras de forma articulada, hierárquica e interconectada, revelando as relações existentes entre eles e facilitando o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (Moreira, 2013).

Nesse sentido, o uso de mapas conceituais no contexto da UEPS permite ao docente identificar os conhecimentos prévios dos alunos, acompanhar a evolução cognitiva e analisar de que maneira os novos conceitos se integram aos já existentes.

Essa representação gráfica torna o aprendizado mais visual, dinâmico e significativo, promovendo a construção ativa do conhecimento.

Além do uso de mapas conceituais, as atividades experimentais também se configuram como estratégias adequadas para a promoção da aprendizagem significativa no ensino de Ciências. Essas atividades podem ser compreendidas como situações de ensino nas quais o aluno manipula materiais, observa fenômenos e testa hipóteses, construindo o conhecimento a partir da própria experiência (Hodson, 1998). No contexto escolar, elas possibilitam a aproximação entre teoria e prática, desenvolvendo o pensamento científico e a autonomia intelectual do estudante.

De acordo com Moreira (2013), as atividades experimentais podem ser classificadas em três categorias: demonstrações, execução de experimentos e elaboração de experimentos. As demonstrações consistem em atividades conduzidas pelo professor, com as quais o aluno observa e analisa os fenômenos. A execução de experimentos envolve a participação ativa do estudante na realização das etapas previamente definidas, estimulando o envolvimento e a compreensão dos procedimentos científicos. Já a elaboração de experimentos representa o nível mais complexo, pois exige que o estudante planeje, formule hipóteses, selecione materiais e desenvolva o próprio experimento, exercitando a investigação científica.

Demonstrações são atividades práticas que evidenciam a ocorrência de um fenômeno. Por exemplo, ao ilustrar as fases da Lua, observa-se que a quantidade de luz refletida que vemos da Terra varia conforme sua posição em relação ao Sol. Mesmo assim, a luz percebida é sempre resultado da reflexão da luz solar na superfície lunar. Esse tipo de atividade visa despertar o interesse dos alunos pelo tema, porém, por si só, não garante um aprofundamento conceitual, uma vez que o estudante pode permanecer apenas na observação do fenômeno, sem compreender suas causas e implicações científicas.

Cabe destacar que a UEPS desenvolvida neste estudo não foi concebida com a finalidade de atender diretamente às prescrições dos documentos curriculares oficiais, mas, outrossim, de operacionalizar os pressupostos da TAS. A organização dos conteúdos, das atividades e das estratégias didáticas segue a lógica conceitual proposta por Ausubel, do mais geral ao mais específico, com idas e vindas na hierarquia conceitual, favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Dessa forma, evita-se uma abordagem fragmentada e memorística dos conteúdos, priorizando a construção de significados.

2.3 O ENSINO DE ASTRONOMIA

A Astronomia é a ciência que investiga a origem, evolução, constituição química e física e a dinâmica dos corpos celestes, como planetas, estrelas, galáxias, asteroides, cometas e nebulosas. E, dependendo da área específica, posteriormente, se dividiu em outras áreas, como a Astrofísica, Cosmologia e Astrobiologia.

A Astronomia nasceu da observação do Sol, da Lua e dos Planetas (corpos errantes). As trajetórias desses corpos celestes, chamou a atenção da humanidade desde os primórdios de sua história e, inicialmente, esses fenômenos foram interpretados à luz da mitologia (*mithos*) passando, posteriormente, pela filosofia natural (*logos*), e depois pela razão, culminando na física aristotélica, desenvolvida por Aristóteles (384–322 a.C.) e, depois no que chamamos de física newtoniana, desenvolvida por Newton (1643 – 1727) (Peduzzi, 1996; Ronan, 1987).

Conforme destaca Carl Sagan (1996), a observação dos astros esteve, desde as primeiras civilizações, associada à organização social, à elaboração de calendários e à compreensão dos ciclos naturais, evidenciando o caráter científico e cultural desse campo do conhecimento. Atualmente, diferentemente de outras ciências experimentais, a Astronomia baseia-se, predominantemente, em observações indiretas, exigindo elevado grau de abstração, modelagem conceitual e matemática e uso de representações espaciais e temporais.

Para Novello (2006), a compreensão dos fenômenos astronômicos exige uma integração conceitual capaz de explicar a dinâmica do Universo em diferentes escalas, o que reforça o caráter estruturante da Astronomia no conjunto das Ciências Naturais.

No contexto da Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os documentos curriculares estaduais e municipais constituem referenciais normativos que orientam a organização dos conteúdos escolares. No entanto, na presente pesquisa, tais documentos não assumem o papel de eixo estruturante da proposta didática desenvolvida. A UEPS aqui apresentada fundamenta-se prioritariamente nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que orienta a organização conceitual do ensino do geral para o específico, com vistas à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora. Assim, os documentos curriculares são considerados como referenciais complementares, utilizados para contextualização institucional da proposta, sem determinar sua estrutura conceitual.

Para o 5º ano do Ensino Fundamental, especificamente, a BNCC define como objeto de conhecimento o estudo das constelações e dos mapas celestes, o movimento de rotação da Terra, a periodicidade das fases da Lua e os instrumentos ópticos. Essas orientações estão articuladas ao desenvolvimento de habilidades que envolvem a observação sistemática do céu, o registro de regularidades dos fenômenos astronômicos e a interpretação das formas aparentes da Lua ao longo do tempo.

A Figura 1 representa a captura da imagem de um recorte da BNCC, em que a unidade temática, os objetos de conhecimento e as habilidades que devem ser desenvolvidas são explicitadas dentro da Astronomia.

Figura 1 – Unidades temáticas, Objetos de conhecimento e habilidades da BNCC para o 5º ano

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Terra e Universo	Constelações e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos ópticos	(EF05CI10) Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite. (EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra. (EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses. (EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.

Fonte: Brasil (2017, p.342).

Em consonância com a BNCC, o Currículo da Rede Estadual Paranaense (CREP) ou Referencial Curricular do Paraná (RCP) explicita os movimentos da Terra como conteúdos estruturantes para o ensino de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (Paraná, 2020). O descritor PR.EF05CI11.d.5.14 orienta que os estudantes reconheçam os movimentos de rotação e translação da Terra, associando-os, respectivamente, aos períodos diários e às estações do ano. Além disso, o CREP também enfatiza a necessidade de articular o ensino de Ciências às práticas investigativas e à problematização de fenômenos observáveis no cotidiano dos estudantes.

No caso da Astronomia, o CREP propõe que os conteúdos sejam trabalhados a partir da observação, da comparação de modelos explicativos e da construção e interpretações sobre fenômenos naturais, promovendo a relação entre conhecimento científico e realidade local (Pacheco; Zanella, 2020). O documento, a nível municipal,

como por exemplo, o Plano Municipal de Educação de Alto Paraná, vai na mesma direção dos documentos norteadores citados. Essa forma de organização curricular, ao explicitar objetos de conhecimento específicos, não evidencia, de modo direto, a hierarquização conceitual necessária à operacionalização da Teoria da Aprendizagem Significativa, exigindo do professor um trabalho adicional de reorganização conceitual para promover aprendizagens não arbitrárias e integradas.

A exemplo disso, a abordagem sobre o movimento de rotação da Terra e a periodicidade das fases da Lua tende a ocorrer de maneira desarticulada dos conceitos mais gerais que explicam a dinâmica do sistema Terra–Sol–Lua e sustentam o Modelo Heliocêntrico. Por exemplo, o Modelo Heliocêntrico está em consonância com as leis fundamentais da Mecânica Clássica ou, dito de outra forma, com as leis de Newton, tanto para o movimento de objetos na superfície da Terra, quanto para corpos celestes.

Segundo Queiroz e Carvalho (2025), um dos problemas recorrentes para o ensino de Astronomia é a fragmentação dos conteúdos apresentados nos livros didáticos. Porém, a simples revisão curricular não garante uma abordagem adequada (Langhi; Nardi, 2009).

Nessa perspectiva, quando os conteúdos astronômicos são tratados sem a apresentação dos conceitos mais abrangentes, o ensino corre o risco de se reduzir à memorização de informações isoladas, permitindo a manutenção de concepções empíricas semelhantes às que historicamente sustentaram o Modelo Geocêntrico (Flores; Rocha Filho; Samuel, 2015).

Em resumo, o ensino de Astronomia, dentro dos pilares pedagógicos da TAS, exige que o professor discuta a natureza da Ciência, a história do desenvolvimento da Astronomia, as leis da Física e não apenas os conceitos específicos trazidos pelos documentos norteadores da Educação. Ou seja, para um ensino de Astronomia com potencial para promover a Alfabetização Científica (AC), conforme definida por Sasseron e Carvalho (2011), deve-se considerar o acréscimo de outros conceitos mais gerais e não previstos pela BNCC ou pelos documentos norteadores estaduais e municipal.

Defendemos aqui que a Astronomia desempenha um papel estratégico no processo da AC, pois, além de possibilitar reflexões relevantes sobre a epistemologia da Ciência, aborda fenômenos naturais diretamente relacionados à organização do tempo, ao ambiente e ao comportamento humano.

Para Zanetic (2005), o ensino da Astronomia deve favorecer uma compreensão mais crítica da natureza da ciência ao evidenciar os debates, rupturas e avanços que marcaram seu desenvolvimento.

Dessa forma, a Astronomia deve ser compreendida como um campo estratégico para o desenvolvimento do pensamento científico e da formação crítica dos estudantes, demandando propostas didáticas sistematizadas e teoricamente fundamentadas.

Por outro lado, muitos professores de Ciências e Geografia apresentam dificuldades conceituais e metodológicas para ensinar os conteúdos da Astronomia, seja pela ausência desses conteúdos na sua formação inicial e continuada ou pelos equívocos epistemológicos que os levam a erros metodológicos (Pacheco; Zanella, 2020; Pinto *et al.*, 2018; Flores; Rocha Filho; Samuel, 2015).

Por exemplo, a observação empírica dos astros, incentivada pela BNCC, não aprofunda a compreensão da dinâmica celeste. Muito pelo contrário, a história do desenvolvimento dessa área do conhecimento humano mostra que a observação empírica facilitou o desenvolvimento de concepções intuitivas, compatíveis com o Modelo Geocêntrico.

Estudos realizados por Bretones (2006a) e por Langhi e Nardi (2009) apontam que os conceitos astronômicos envolvem noções abstratas de espaço, tempo e movimento, frequentemente distantes da experiência imediata dos estudantes.

Em linhas gerais, os resultados de pesquisas no campo do ensino de Astronomia indicam que estudantes da Educação Básica tendem a interpretar os movimentos dos astros com base em percepções sensoriais imediatas, atribuindo ao Sol e à Lua movimentos absolutos ao redor da Terra. Essas interpretações revelam dificuldades na compreensão dos referenciais de observação e do caráter relativo do movimento, configurando concepções alternativas amplamente documentadas na literatura (Langhi; Nardi, 2012). Tal cenário evidencia a necessidade de introduzir explicitamente o conceito de movimento relativo, de forma contextualizada e articulada às experiências cotidianas dos estudantes.

No entanto, a carência formativa do professor impede que ele desenvolva consciência de toda essa problemática e contribui para práticas centradas na memorização, explicações simplificadas ou ênfase excessiva em observações sem vinculação direta à teoria científica, limitando o desenvolvimento do raciocínio científico.

No entanto, a literatura tem mostrado que a discussão sobre a temática tem crescido, com destaque para estudos sobre formação docente, transposição didática e desenvolvimento de materiais educacionais que consideram concepções prévias dos estudantes (Slovinski; Alves-Brito; Massoni, 2024; Ramos; Martins; Silva, 2023).

Experiências pedagógicas recentes demonstram que o uso de simuladores do céu, softwares de visualização astronômica e atividades experimentais envolvendo gravitação, órbitas planetárias e forças centrífugas, juntamente com a apresentação hierárquica dos conceitos, favorecem a construção de representações mentais coerentes, possibilitando aos alunos relacionar fenômenos observáveis a conceitos científicos (Moura; Silva, 2022; Oliveira, 2019). Projetos contextualizados que conectam Astronomia ao cotidiano dos estudantes e à educação inclusiva mostram-se eficazes para promover aprendizagem significativa, compreensão conceitual sólida e engajamento com a Ciência (Hansen et al., 2020; Almeida Junior, 2024). Ou seja, promover um ensino de Astronomia coerente com as propostas da AC é um desafio ao qual essa pesquisa se propõe a discutir.

2.3.1 Leis de Newton, Leis de Kepler e os Modelos Heliocêntrico e Geocêntrico

A física aristotélica estabeleceu a Terra em repouso no centro do universo e postulou que o movimento dos corpos deveria ser compreendido a partir de seus “lugares naturais” e da distinção entre os corpos, corpos sublunar e supralunar. Essa concepção explicava de maneira coerente, para a época, tanto os movimentos de corpos na superfície terrestre (mundo sublunar), constituídos pelos quatro elementos (terra, água, ar e fogo), quanto o movimento aparente dos astros no céu (corpos formados pela 5ª essência) (Baptista; Ferracioli, 1999).

Do ponto de vista empírico imediato, o geocentrismo parecia evidente: o Sol nasce no leste, percorre o céu e se põe no Oeste, enquanto a Terra aparenta permanecer imóvel, o que favoreceu a aceitação desse modelo por séculos.

Esse conjunto de ideias foi sistematizado e fortalecido pela obra *Almagesto*, de Cláudio Ptolomeu, publicada no século II d.C., na qual o movimento planetário era descrito por meio da junção de círculos denominados deferentes e epiciclos, capazes de explicar, com boa precisão observacional, fenômenos como o movimento retrógrado de Marte (Neves, 2001). Além de seu êxito matemático, o Modelo Geocêntrico era compatível com concepções filosóficas e teológicas dominantes, o

que contribuiu para sua permanência e aceitação por mais de quinze séculos (Peduzzi, 1996).

Entretanto, ao longo do tempo, instrumentos e observações cada vez mais precisos passaram a evidenciar inconsistências no modelo até então aceito, exigindo uma crescente complexidade matemática para ajustar as observações (Neves, 2001). Nesse contexto, Nicolau Copérnico publicou, em 1543, a obra intitulada: *Sobre as Revoluções das Esferas Celestes*. Nela, Copérnico propôs o Sistema Heliocêntrico, posicionando o Sol no centro do sistema planetário. A principal motivação para essa mudança não foi inicialmente empírica, mas conceitual: o heliocentrismo apresentava maior simplicidade geométrica e coerência matemática (Ronan, 1987).

Contudo, a aceitação desse novo modelo enfrentava uma objeção fundamental: se a Terra está em movimento, por que não sentimos esse movimento e por que os corpos não “ficam para trás” quando caem do alto de uma torre? Essa questão exigia uma reformulação profunda nas explicações sobre o movimento. As respostas começaram a surgir com as contribuições de Galilei (2004), que introduziu o princípio da relatividade do movimento e compreendeu a inércia como propriedade fundamental da matéria (Porto; Porto, 2009).

Além disso, Johannes Kepler (1571-1630), em posse de vários anos de registros (os mais precisos da época) das posições dos planetas, percebeu um comportamento sistemático e estabeleceu três leis para o movimento dos astros. A primeira lei aponta que os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, que fica em repouso em um dos focos. A segunda lei indica que os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais. E a terceira lei aponta que a medida de tempo que o planeta leva para dar uma volta ao redor do Sol (período) elevado ao quadrado é igual a uma constante multiplicada pela distância do planeta ao Sol elevada ao cubo (Neves, 2001).

Na sequência de eventos, Isaac Newton (1642–1726) estabeleceu as três Leis do Movimento e a Lei da Gravitação Universal, mostrando que o movimento dos corpos, tanto na superfície da Terra, quanto os corpos celestes, obedecem às mesmas leis físicas, rompendo definitivamente com a distinção aristotélica entre mundo sublunar e supralunar e estabelecendo a existência de uma força definida como força gravitacional (Nussenzveig, 2011).

A primeira Lei de Newton afirma que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU) quando a resultante das forças que atuam sobre

ele é nula. Esse princípio explica por que não percebemos o movimento da Terra: todos os corpos, a atmosfera e os seres vivos compartilham o mesmo estado de movimento, caracterizando um referencial aproximadamente inercial (Porto; Porto, 2009). A segunda Lei estabelece que a força resultante é proporcional à taxa de variação do momento linear, permitindo compreender a origem das acelerações observadas. Já a Terceira Lei evidencia o caráter relacional das interações físicas.

A Lei da Gravitação Universal mostrou que a força responsável pela queda dos corpos na Terra é da mesma natureza daquela que mantém a Lua em órbita e os planetas ao redor do Sol. Assim, a aceleração gravitacional deixa de ser um fenômeno local e passa a ser compreendida como consequência de uma interação universal, dependente das massas envolvidas e da distância entre elas (Feynman; Leighton; Sands, 2019).

Desse modo, a transição do Modelo Geocêntrico para o Heliocêntrico não ocorreu por uma simples mudança de observação, mas por uma profunda transformação conceitual sobre o que são os conceitos de movimento, força e referencial. Embora a observação cotidiana sugira que o Sol se mova, a Física Newtoniana demonstra que tal movimento é relativo ao referencial adotado. O heliocentrismo se impôs porque explica, de forma integrada e coerente, tanto os fenômenos astronômicos quanto os terrestres, consolidando um novo paradigma científico (Kuhn, 1998; Polito, 2016).

2.3.2 Sistema Terra–Lua–Sol e o Movimento Relacional

A compreensão do sistema Terra–Lua–Sol constitui um eixo estruturante no ensino de Astronomia escolar, uma vez que envolve a articulação entre diferentes movimentos e referenciais, os quais são fundamentais para a explicação dos fenômenos celestes observados a partir da Terra. Trata-se de um sistema dinâmico no qual a Terra realiza movimentos de rotação e translação, enquanto a Lua descreve um movimento orbital ao redor da Terra, interagindo gravitacionalmente com ela e com o Sol. A análise integrada desses movimentos é essencial para a construção de explicações científicas acerca de fenômenos como as fases da Lua, os eclipses e as marés, conteúdos recorrentes na Educação Básica (Oliveira; Saraiva, 2014).

A noção de movimento relativo permite compreender que os movimentos observados dependem do referencial adotado e que os deslocamentos aparentes dos

astros no céu resultam da combinação entre os movimentos reais da Terra e da Lua. Assim, o movimento diário aparente do Sol pode ser explicado pela rotação da Terra, enquanto as variações na posição da Lua ao longo do mês estão associadas ao seu movimento orbital. A explicitação dessas relações favorece a superação de interpretações baseadas exclusivamente na observação imediata, promovendo uma compreensão mais elaborada e cientificamente consistente dos fenômenos astronômicos (Oliveira; Saraiva, 2014).

Segundo Ausubel (1968, 2003), ao relacionar fenômenos observáveis, como o nascer e o pôr do Sol, com explicações científicas fundamentadas em referenciais e movimentos, favorece-se a construção de significados mais estáveis e coerentes.

Como suporte conceitual à compreensão do movimento no sistema Terra–Lua–Sol, são introduzidas, de forma qualitativa, noções fundamentais das Leis de Newton, especialmente aquelas relacionadas à inércia, à ação de forças e à interação entre corpos. Essas leis são abordadas sem formalismo matemático, com ênfase em seu papel explicativo na dinâmica dos corpos celestes. Tal abordagem permite compreender, por exemplo, por que a Lua mantém um movimento orbital regular ao redor da Terra e por que os corpos celestes não se deslocam em linha reta, apesar de sua tendência inercial. A literatura em ensino de Ciências destaca que a contextualização conceitual precedendo a formalização matemática é especialmente adequada nos níveis iniciais de escolarização, pois contribui para a compreensão conceitual e evita a fragmentação do conhecimento (Halliday; Resnick; Walker, 2016; Serway; Jewett, 2014; Moreira, 2013).

Nesse sentido, o estudo do sistema Terra–Lua–Sol, articulando movimento relativo, noções introdutórias das Leis de Newton e das Leis de Kepler, configura-se como um campo profícuo para a promoção da aprendizagem significativa em Astronomia. Conforme destaca Moreira (2013), a aprendizagem de conceitos científicos requer organização hierárquica, progressão conceitual e coerência interna, de modo que novos conhecimentos se integrem à estrutura cognitiva do estudante. Esses princípios fundamentam a escolha e o tratamento dos conteúdos na UEPS desenvolvida, assegurando que o trabalho com o sistema Terra–Lua–Sol contribua não apenas para a compreensão dos movimentos dos astros, mas também para a construção de uma visão integrada e estruturada da Astronomia escolar.

2.3.3 Fases da Lua

As fases da Lua correspondem às diferentes porções de sua superfície iluminada pelo Sol, observadas da Terra ao longo de um ciclo de aproximadamente de 29,5 dias. Diferentemente de concepções alternativas frequentes, as fases não resultam da sombra da Terra sobre a Lua, mas da posição relativa entre Sol, Terra e Lua (Oliveira; Saraiva, 2014).

Segundo Chaisson e McMillan (2010), à medida em que a Lua se desloca em sua órbita ao redor da Terra, varia o ângulo sob o qual sua face iluminada pelo Sol é observada, originando as fases conhecidas como Lua Nova, Crescente, Cheia e Minguante. De acordo com Langhi e Nardi (2009), essa temática é particularmente suscetível a erros conceituais entre estudantes, sendo comum a associação equivocada entre fases da Lua e eclipses.

Do ponto de vista físico e geométrico, a formação das fases da Lua depende simultaneamente de dois fatores fundamentais: a iluminação solar constante de metade da superfície lunar e o movimento de translação da Lua em torno da Terra. Embora a Lua apresente sempre uma metade iluminada pelo Sol, apenas uma fração dessa região é visível a partir da Terra, variando continuamente conforme a posição relativa dos três corpos no sistema Sol–Terra–Lua (Iachel; Langhi; Scalvi, 2008). Essa variação aparente da iluminação observada é o que caracteriza o ciclo das fases lunares, também denominado lunação ou período sinódico.

Uma dificuldade conceitual recorrente entre estudantes diz respeito à distinção entre o fenômeno das fases da Lua e o fenômeno dos eclipses, especialmente o eclipse solar. Essa confusão frequentemente leva à ideia de que, sempre que ocorre o alinhamento entre Sol, Terra e Lua, como na fase de Lua Nova, deveria ocorrer um eclipse solar, o que não se verifica na realidade (Baxter, 1989; Langhi; Nardi, 2009). A inexistência de eclipses solares em todos os alinhamentos Sol–Terra–Lua explica-se pela inclinação do plano da órbita lunar em relação ao plano da órbita terrestre ao redor do Sol, conhecido como plano da eclíptica. A órbita da Lua apresenta uma inclinação média de aproximadamente 5° , o que faz com que, na maior parte do tempo, a Lua passe acima ou abaixo do alinhamento perfeito com o Sol e a Terra (Mourão, 2004; Chaisson; McMillan, 2010).

Os eclipses solares somente ocorrem quando dois critérios são simultaneamente atendidos: a Lua deve estar em fase Nova e posicionar-se próxima

aos nodos de sua órbita, isto é, aos pontos de interseção entre o plano orbital lunar e o plano da eclíptica. Apenas nessas circunstâncias é que ocorre o alinhamento quase perfeito entre Sol, Terra e Lua, permitindo que a Lua projete sua sombra sobre a superfície terrestre (Silveira, 2001).

Pesquisas no campo do ensino de Astronomia como a de Ferreira (2014) indicam que o uso de modelos tridimensionais, representações espaciais e atividades de observação sistemática do céu favorecem a compreensão desse fenômeno, ao possibilitar que os estudantes articulem a posição relativa dos astros, a iluminação solar e o movimento orbital da Lua de forma integrada.

2.3.4 As marés

As marés podem ser definidas como variações periódicas do nível médio dos oceanos, resultantes da ação de campos gravitacionais atuando sobre um sistema extenso e deformável (Halliday; Resnick; Walker, 2016; Silveira, 2001).

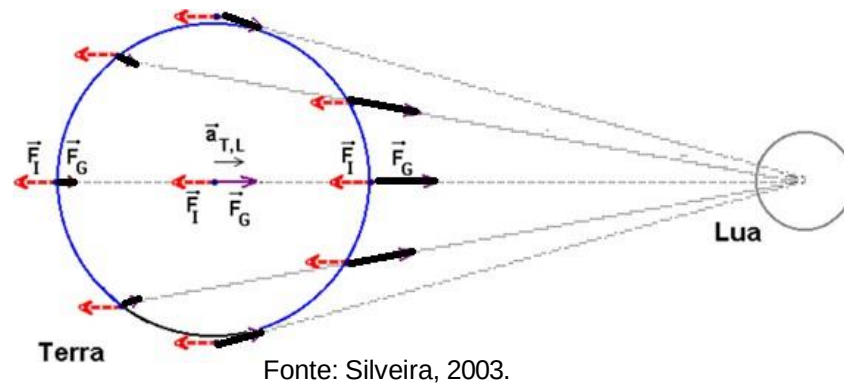
O fenômeno das marés constitui uma das aplicações mais expressivas da Lei da Gravitação Universal formulada por Isaac Newton devido às interações entre a Terra, a Lua e o Sol, observado de um referencial não inercial, como a Terra. Porém, costuma-se desprezar as contribuições do Sol para as marés. Isso porque a força gravitacional é diretamente proporcional às massas entre os dois corpos que interagem e inversamente proporcional à distância ao quadrado entre eles. Então, embora o Sol tenha uma massa de, aproximadamente, $1,99 \times 10^{30}$ kg, ele está a, aproximadamente, 150 milhões de quilômetros da Terra. A Lua, com massa de $7,35 \times 10^{22}$ kg, está a, aproximadamente, 385 mil quilômetros da Terra, o que justifica considerarmos apenas as contribuições da força gravitacional entre Terra e Lua.

As marés não decorrem da intensidade absoluta das interações gravitacionais, mas da variação espacial dessa força ao longo do planeta, isto é, da resultante entre o gradiente do campo gravitacional externo e a força centrífuga que é constante ao longo do planeta.

A distribuição da força gravitacional exercida pela Lua sobre diferentes pontos da Terra pode ser representada vetorialmente, evidenciando que sua intensidade e direção variam ligeiramente ao longo da superfície terrestre.

A Figura 2 ilustra as forças centrífuga e gravitacional (vetor em preto) em diferentes pontos da superfície da Terra, devido à presença da Lua.

Figura 2 – Diagrama de forças em diferentes pontos da superfície da Terra



A figura 3 mostra o vetor resultantes entre essas forças e é ele que determina o nível da água ponta a ponta da superfície do nosso planeta. A figura 4 é um diagrama representativo para o nível do mar em diferentes posições do planeta Terra de acordo com o vetor resultante entre a força gravitacional e centrífuga.

Figura 3 – Força resultante entre a força gravitacional Terra-Lua e força centrífuga.

R = Raio da Terra; $d_{T,L}$ = distância Terra - Lua

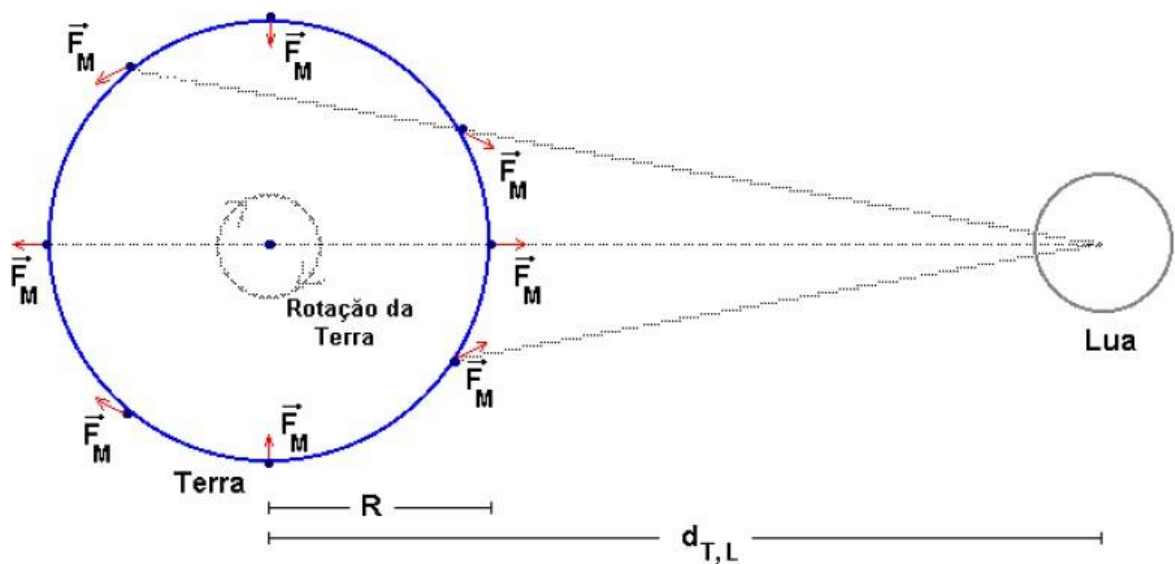
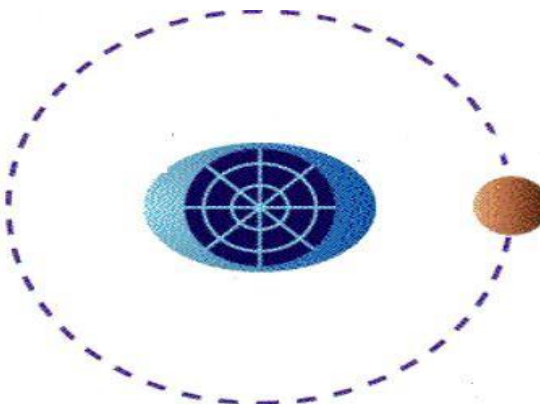


Figura 4 – Observe que a Terra tem duas marés altas e duas marés baixas, conforme desenho representativo da figura 4



Fonte: <https://blogdaengenharia.com/secoes/colunistas-blog-da-engenharia/mares-o-que-sao-e-como-ocorrem/>.

Ou seja, a origem das marés está associada ao fato de que o campo gravitacional exercido pela Lua na Terra não é uniforme ao longo da sua superfície porque essa força depende da distância do lado em que a Lua se encontra da Terra.

Os pontos da superfície terrestre mais próximos da Lua estão sujeitos a uma força gravitacional ligeiramente maior do que aquela que atua sobre o lado oposto (Silveira, 2003).

Para compreender de forma mais completa o mecanismo físico das marés, é necessário considerar que a Terra não é um referencial inercial como definido pela primeira Lei de Newton. Lembramos que a Terra não está em movimento retilíneo e uniforme, sendo que, na verdade, ela faz o movimento de rotação em torno de si e de translação ao percorrer uma trajetória elíptica ao redor do Sol. Então, além da força gravitacional exercida pela Lua, há a atuação de uma força inercial associada ao movimento da Terra.

A resultante entre essas duas influências produz forças diferenciais denominadas de forças de maré, as quais são responsáveis pela elevação do nível da água. Importa destacar que a presença de uma maré alta no lado oposto à Lua não é paradoxal, mas consequência direta da diferença entre a força gravitacional local e a força centrípeta (Silveira, 2003). Assim, as marés não correspondem a um simples “inchaço” das águas voltado para a Lua, mas a uma deformação global do sistema terrestre causada por forças diferenciais.

É fundamental ressaltar que as marés são fenômenos contínuos, ocorrendo diariamente, e que a rotação da Terra em torno de seu próprio eixo faz com que um mesmo ponto da superfície terrestre atravesse, ao longo do dia, regiões de maré alta e maré baixa. Como as deformações oceânicas permanecem aproximadamente alinhadas com o eixo Terra–Lua, cada local costeiro experimenta, em média, duas marés altas e duas marés baixas em um intervalo de, aproximadamente, 24 horas e 50 minutos, valor superior a 24 horas devido ao movimento orbital da Lua (Silveira, 2003). O intervalo médio entre duas marés altas consecutivas é, portanto, de cerca de 12 horas e 26 minutos.

Apesar de sua relevância macroscópica, a força de maré possui magnitude extremamente pequena quando comparada ao peso dos corpos na superfície terrestre. Mesmo nas condições de máxima intensificação, a força de maré corresponde a apenas uma fração da ordem de uma parte em milhões da força gravitacional terrestre, o que explica o porquê de seus efeitos tornarem-se perceptíveis apenas em sistemas extensos, como os oceanos (Silveira, 2003; Marion; Thornton, 1995). Em regiões confinadas, como lagos, reservatórios ou pequenos volumes de água, o campo gravitacional externo pode ser considerado praticamente uniforme, inviabilizando qualquer deformação mensurável.

Do ponto de vista didático, o estudo das marés possibilita contextualizar as leis de Newton, especialmente a lei da gravitação universal. No entanto, é necessário reconhecer os limites do tratamento conceitual desse fenômeno no contexto de uma UEPS. Em níveis pertinentes à discussão na Educação Básica, uma abordagem excessivamente matematizada pode dificultar a compreensão, desviando o foco da construção de significados conceituais. Assim, recomenda-se priorizar explicações qualitativas e modelos simplificados, considerados mais adequados ao nível cognitivo dos estudantes (Langhi, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa e do tipo pesquisa participante, na qual o professor-pesquisador atua de maneira integrada ao contexto investigado, participando das atividades desenvolvidas sem se limitar à análise reflexiva exclusiva de sua própria prática. Segundo Gil (2008), pesquisas exploratórias são indicadas quando se deseja aprofundar a familiaridade com um problema pouco investigado, contribuindo para a construção de novas perspectivas de análise. Nesse sentido, a investigação foi constituída pela elaboração da UEPS, aplicação e análise dos resultados. Com isso, o percurso metodológico da pesquisa organizou-se em quatro momentos: (1) estudo dos conceitos relacionados à Astronomia de forma aprofundada; (2) estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel; (3) elaboração e aplicação da UEPS, estruturada em seis encontros de uma hora cada; e (4) análise dos dados produzidos ao longo da aplicação da UEPS, com foco em indícios de aprendizagem significativa expressos nas respostas, produções e interações com os alunos.

O estudo foi submetido à apreciação ética e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), sob o CAAE nº 89902525.8.0000.9247, atendendo às exigências éticas para pesquisas com seres humanos.

A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pela intenção de compreender os processos de ensino e aprendizagem em sua complexidade, considerando o contexto escolar e as interações estabelecidas ao longo das atividades didáticas. Conforme Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa privilegia os significados atribuídos pelos sujeitos às suas experiências, permitindo interpretar fenômenos educacionais para além de mensurações quantitativas.

O público-alvo da pesquisa foi uma turma do 5º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Alto Paraná – PR.

3.2 A UEPS

A UEPS foi organizada em seis encontros de, aproximadamente, uma hora cada, com exceção de um encontro, que teve duração de duas horas. A dinâmica seguiu os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A sequência didática foi organizada de modo a favorecer a construção progressiva dos significados, partindo da problematização de fenômenos observáveis, como as fases da Lua, e avançando para conceitos explicativos mais gerais, como a força gravitacional e as leis do movimento. Ao longo da UEPS, realizou-se um movimento de idas e vindas entre fenômenos e conceitos, caracterizando a reconciliação integradora proposta pela TAS, porém, realizando o movimento de idas e vindas nas hierarquias conceituais. Os conteúdos abordados estão dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 - Conteúdos abordados

Conteúdo Estruturante	Conceitos
ASTRONOMIA	1- Lei da Gravitação Universal e as três leis do movimento de Newton; 2- Leis de Kepler; 3- Sistema Heliocêntrico e Geocêntrico; 4- Fases da Lua; 5- Marés

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

De acordo com a TAS, a aprendizagem ocorre se o aluno desejar aprender. Assim, a motivação constitui um requisito essencial para que o processo de aprendizagem ocorra, fato que foi considerado durante a elaboração da nossa UEPS, conforme mostra o Quadro 3.

A seguir, trazemos a sequência das atividades didático-pedagógicas no Quadro 3.

Quadro 3 – A UEPS

Etapa / Aula	Carga Horária	Atividades Detalhadas	Materiais / Recursos
AULA 1 – Diagnóstico do conhecimento prévio	60 min	1. Apresentação geral do tema a ser trabalhado (5 min.); 2. Aplicação do questionário inicial (50 min.).	Questionário impresso.
AULA 2 – Organizadores Prévios e fases da Lua como consequência da	60 min	1. Explicação oral com levantamento de hipóteses dos alunos sobre a causa das fases da Lua, retomando ideias do questionário diagnóstico (10 min). 2. Apresentação do vídeo	Computador, cabo de HDMI, TV, atividade impressa.

força Gravitacional (problematização das fases da Lua)		https://www.youtube.com/watch?v=yL5wbgtf8ec (5 min). 3. Explicação oral (20 min). 4. Registro das observações: desenho das fases percebidas (20 min). 5. Socialização rápida das respostas (5 min).	
AULA 3 – Leis de Newton e Leis de Kepler	120 min	1. Apresentação do vídeo https://www.youtube.com/watch?v=zPpeVJwIDxc (15min.). 2. Conversa sobre o vídeo apresentado (10 min). 3. Exercícios escritos (25 min). 4. Correção dialogada (10 min). 5. Apresentação do vídeo https://www.youtube.com/watch?v=76LZ_oQHEUA (5 min.). 6. Conversa sobre o vídeo apresentado (10 min). 7. Exercícios escritos (25 min). 8. Correção dialogada (10 min). 9. Respondendo dúvidas sobre os conceitos apresentados (10 min.). ¹	Computador, cabo de HDMI, TV, atividade impressa.
AULA 4 – Experiência prática, Sistema Heliocêntrico e Geocêntrico	60 min	1. Exploração da caixa de papelão simulando as fases da Lua (15 min). 2. Apresentação do vídeo https://www.youtube.com/watch?v=xS7sN2qM1V8 (5 min). 3. Leitura do texto de apoio. (15 min.) 4. Discussão guiada sobre o vídeo e texto apresentados (10 min). 5. Exercícios conceituais (15 min).	Caixa de papelão encapada de preto, bola de isopor, computador, cabo de HDMI, TV, atividade impressa
AULA 5 – História da Astronomia e Marés.	60 min	1. Apresentação de vídeo https://www.youtube.com/watch?v=tHKswrnTBRI (5 min.). 2. Apresentação de vídeo https://www.youtube.com/watch?v=q4vzpvAuVZ0 (5 min). 3. Apresentação de vídeo https://www.youtube.com/watch?v=sH4DiW2wRds (5 min). 4. Explicação e discussão sobre os vídeos apresentados (25 min). 5. Exercícios de fixação e correção (20min.). ²	computador, cabo de HDMI, TV, atividade impressa

¹ As atividades propostas nessa etapa tiveram como objetivo fornecer subsídios conceituais para a compreensão dos fenômenos astronômicos abordados anteriormente e posteriormente, não se configurando como ensino formal aprofundado das leis físicas, mas como apoio conceitual à estruturação hierárquica da UEPS.

² O fenômeno das marés foi retomado como síntese integradora dos conceitos trabalhados ao longo da UEPS, articulando força gravitacional, movimento relativo entre Terra, Lua e Sol e fases da Lua.

AULA 6 – Construção do Mapa Conceitual e aplicação da avaliação final	60 min.	1. Construção do Mapa Conceitual com os alunos, retomando os conceitos trabalhados durante a UEPS. (30 min.). 2. Aplicação da avaliação final (30 min.). ³	Lousa, caneta de quadro branco, impressos.
--	---------	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa foram planejados com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, acompanhar o processo de aprendizagem ao longo da intervenção pedagógica e analisar possíveis indícios de aprendizagem significativa decorrentes da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Inicialmente, foi aplicado um questionário diagnóstico, composto por questões discursivas e de múltipla escolha, com a finalidade de identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de Astronomia trabalhados na UEPS, tais como fases da Lua, Leis de Newton, Leis de Kepler, sistemas heliocêntrico e geocêntrico, História da Astronomia e marés. Esse instrumento possibilitou levantar concepções iniciais dos estudantes e subsidiar a organização das atividades didáticas subsequentes.

Durante o desenvolvimento da UEPS, as atividades realizadas pelos estudantes, incluindo exercícios teóricos, discussões orais e experiências práticas, constituíram fontes complementares de dados. Essas produções permitiram observar a evolução conceitual dos educandos ao longo da sequência didática, bem como identificar indícios de ampliação, reorganização ou estabilização dos significados atribuídos aos conceitos abordados.

Ao final da intervenção pedagógica, foi utilizada a produção de um mapa conceitual, elaborado coletivamente com os estudantes, como instrumento de síntese. Esse recurso possibilitou analisar a organização, a hierarquização e as relações estabelecidas entre os conceitos trabalhados, fornecendo elementos para a identificação de possíveis evidências de aprendizagem significativa.

³ Embora a construção formal do mapa conceitual tenha ocorrido ao final da UEPS, a retomada e reorganização dos conceitos foi estimulada ao longo de toda a sequência por meio de questionamentos, discussões e retomadas conceituais, culminando na elaboração coletiva do mapa como síntese integradora.

Além disso, o questionário diagnóstico foi reaplicado ao término da UEPS, configurando-se como avaliação final. A comparação entre as respostas iniciais e finais permitiu identificar alterações nos significados atribuídos pelos alunos aos conceitos estudados, contribuindo para a análise da incorporação do novo conhecimento à estrutura cognitiva pré-existente, conforme os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Os dados analisados nesta pesquisa foram constituídos pelos instrumentos diagnósticos aplicados no início e ao final da UEPS, pelas produções escritas dos estudantes ao longo das atividades e pelos registros de observação sistemática realizados durante o desenvolvimento das aulas. Esses dados foram selecionados por estarem diretamente relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem investigados, permitindo acompanhar a evolução da construção dos conceitos científicos trabalhados.

Para o tratamento dos dados, foi realizada uma análise comparativa entre os resultados dos instrumentos diagnósticos inicial e final, com o objetivo de identificar avanços na aprendizagem dos estudantes. As produções dos alunos foram analisadas qualitativamente, considerando indícios de compreensão conceitual e evolução nas explicações apresentadas ao longo da UEPS. Já as observações foram organizadas em registros descritivos, os quais foram utilizados para complementar a interpretação dos demais dados e auxiliar na compreensão das interações e dos processos de aprendizagem em sala de aula.

Dessa forma, os instrumentos de coleta de dados adotados possibilitaram acompanhar o processo de construção do conhecimento dos estudantes ao longo da intervenção pedagógica, assegurando coerência entre os objetivos da pesquisa, o referencial teórico adotado e as escolhas metodológicas realizadas. Os dados produzidos permitem a realização de inferências interpretativas, as quais são sustentadas pelo referencial teórico adotado, possibilitando a análise dos resultados de maneira contextualizada e teoricamente embasada e que serão apresentadas nos capítulos seguintes.

3.4 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Durante a aplicação da UEPS, foi realizada uma atividade prática com o objetivo de favorecer a compreensão das fases da Lua de forma concreta e

significativa. Para isso, utilizou-se uma caixa de papelão encapada de preto, na qual foi simulada a movimentação da Lua em relação à Terra e ao Sol, permitindo que os estudantes observassem diferentes posições e relacionassem essas mudanças às fases lunares.

A atividade iniciou-se com a exploração da caixa pelos estudantes, que foram convidados a manuseá-la e levantar hipóteses sobre o que estavam observando. Em seguida, com a mediação do professor, os alunos identificaram como a iluminação da “Lua” variava conforme sua posição no interior da caixa, estabelecendo relações com as fases lunares já discutidas em momentos anteriores da UEPS. Esse momento favoreceu a participação ativa, a curiosidade e a construção coletiva de explicações científicas.

Após a exploração, os estudantes registraram suas observações por meio de desenhos representando as fases percebidas, o que permitiu a externalização das compreensões construídas. A atividade foi finalizada com uma discussão coletiva, com a qual os alunos socializaram suas hipóteses e explicações, possibilitando a comparação entre diferentes formas de compreensão do fenômeno.

Essa experiência evidenciou o potencial da UEPS em promover a aprendizagem significativa, uma vez que articulou conhecimento prévio, observação prática, mediação docente e representação dos conceitos, contribuindo para a ressignificação das ideias iniciais dos estudantes sobre as fases da Lua.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação da UEPS, elaborada com base na Teoria da Aprendizagem Significativa. A análise dos dados busca identificar indícios de aprendizagem significativa nas produções e interações dos estudantes, considerando a evolução conceitual observada ao longo das atividades desenvolvidas a partir da UEPS.

A discussão dos resultados é realizada em diálogo com os referenciais teóricos apresentados nos capítulos anteriores, especialmente no que se refere aos conceitos de conhecimentos prévios, subsunçores, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, bem como às especificidades do ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental I.

A análise dos dados foi conduzida considerando como critérios analíticos: (a) a explicitação e modificação dos conhecimentos prévios; (b) a capacidade de estabelecer relações não arbitrárias entre os conceitos astronômicos trabalhados; (c) a progressiva diferenciação conceitual; e (d) a presença de reconciliação integradora entre ideias inicialmente fragmentadas. Foram analisadas as produções escritas, os registros das atividades desenvolvidas ao longo da UEPS e o mapa conceitual final, de modo interpretativo, buscando compreender os processos de reorganização conceitual dos estudantes.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi realizada com uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal localizada em contexto predominantemente rural. A turma era composta por 23 alunos, entre 10 e 13 anos de idade. Desses, 21 tiveram autorização para participar da pesquisa. Ao longo da aplicação da UEPS, observou-se uma variação no número de estudantes participantes, decorrente de ausências e outros fatores, situação comum em pesquisas de campo desenvolvidas no contexto da escola pública.

A distribuição do número de estudantes participantes, por aula, pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5 - Distribuição do número de participantes por atividade/aula da UEPS**AMOSTRA, PARTICIPANTES POR ATIVIDADE/AULA**

AULA 01: 20 participantes (100.0%)
 AULA 02: 20 participantes (100.0%)
 AULA 03: 20 participantes (100.0%)
 AULA 04: 20 participantes (100.0%)
 AULA 05: 18 participantes (90.0%)
 AULA 06: 17 participantes (85.0%)
 AULA 07: 16 participantes (80.0%)
 AULA 08: 16 participantes (80.0%)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Como pode ser observado, o número de estudantes participantes variou de 20 estudantes nas primeiras aulas até 16 estudantes nas atividades finais, incluindo a elaboração do mapa conceitual e a reaplicação do questionário diagnóstico. Essa variação foi considerada na análise dos dados, não comprometendo a interpretação dos resultados, uma vez que o foco da investigação recaiu sobre os indícios qualitativos de aprendizagem significativa, conforme preconizado pela abordagem teórico-metodológica adotada.

4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO INICIAL E FINAL

O questionário diagnóstico foi composto por dez questões, sendo seis de múltipla escolha e quatro discursivas, elaboradas especificamente para esta pesquisa. O instrumento foi aplicado antes do início da UEPS e reaplicado ao final da intervenção pedagógica, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e analisar possíveis mudanças conceituais decorrentes do processo de ensino.

4.2.1 Questão 1 – Concepção dos estudantes sobre o fenômeno das marés

A Questão 1 teve como objetivo investigar a compreensão inicial e final dos participantes acerca do conceito de maré. Para isso, solicitou-se que os estudantes assinalassem a alternativa que consideravam correta entre quatro opções, sendo apenas uma delas cientificamente adequada do ponto de vista da Astronomia.

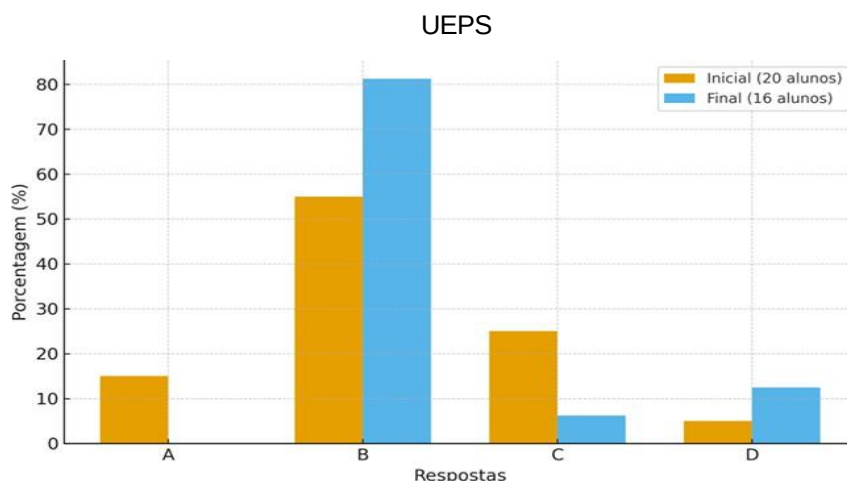
Questão 1 – O que é maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.

- a) É a movimentação das águas do mar que ocorre devido ao vento.
- b) É o movimento das águas do mar, causado pela atração da Lua e do Sol.
- c) São as ondas do mar que se formam quando o vento sopra muito forte.
- d) É a temperatura da água do mar que sobe e desce ao longo do dia.

A alternativa **b** representa a explicação em consonância com os referenciais científicos da Astronomia, ao atribuir o fenômeno das marés à ação gravitacional da Lua e do Sol sobre as massas de água dos oceanos.

A Figura 6 apresenta a distribuição percentual das respostas dos estudantes antes e após a aplicação da UEPS.

Figura 6 – Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para a questão 1 no início e ao final da



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A análise dos dados indica que, no questionário aplicado previamente à intervenção, aproximadamente 55% dos participantes assinalaram a alternativa correta. Após a aplicação da UEPS, esse percentual aumentou para cerca de 80%, evidenciando um crescimento de 25 pontos percentuais no número de respostas alinhadas à explicação científica do fenômeno das marés.

Esse resultado sugere uma ampliação da compreensão conceitual dos estudantes, não como uma mensuração direta de processos cognitivos individuais, mas a partir de tendências observadas nos dados quantitativos coletivos, que indicam a redução de respostas não alinhadas aos referenciais científicos e o aumento de explicações conceitualmente mais adequadas.

Essas variações quantitativas permitem inferências interpretativas sobre possíveis reorganizações conceituais quando analisadas à luz do referencial teórico adotado. Assim, embora os processos cognitivos sejam de natureza idiossincrática, os dados coletivos oferecem indícios de mobilização dos conhecimentos prévios e de diferenciação progressiva, favorecendo o estabelecimento de relações não arbitrárias entre os conceitos trabalhados, conforme pressupõe a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003).

Observa-se ainda que, no questionário inicial, as alternativas a e c foram escolhidas por parte dos estudantes, revelando concepções que associam o fenômeno das marés à ação do vento ou à formação de ondas. Essas explicações refletem interpretações baseadas em observações empíricas imediatas, comuns no senso comum, nas quais diferentes fenômenos oceânicos são confundidos entre si. Tal constatação evidencia que o ensino de Ciências não pode se restringir à observação direta dos fenômenos, sendo necessária a mediação pedagógica que possibilite a problematização dessas ideias iniciais e sua reorganização conceitual.

Dessa forma, os resultados da Questão 1 indicam que a intervenção pedagógica contribuiu para uma compreensão mais consistente do fenômeno das marés, aproximando as explicações dos estudantes dos referenciais científicos da Astronomia e reforçando o potencial da UEPS como estratégia didática para a promoção da aprendizagem significativa.

4.2.2 Questão 2 – Motivos da ocorrência das marés

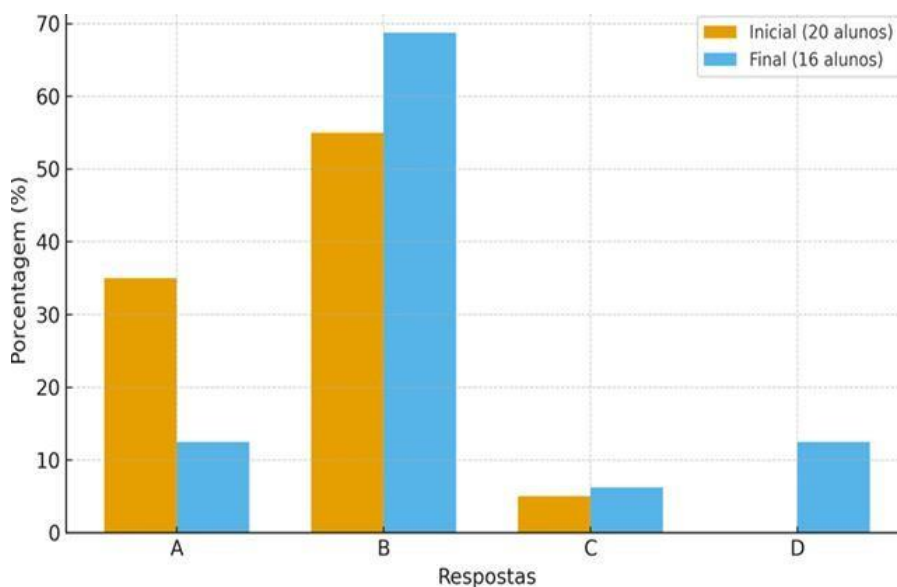
Embora a Questão 1 também contemplasse, de forma geral, os fatores relacionados à ocorrência das marés, a Questão 2 teve como objetivo investigar de maneira mais específica quais motivos os estudantes atribuíam à geração desse fenômeno. Buscou-se, assim, identificar se os participantes apresentavam outras explicações para a ocorrência das marés, para além da ação gravitacional dos astros envolvidos.

Questão 2 – Por que ocorre a maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.

- a) Porque o vento empurra a água do mar para a costa.
- b) Porque a Lua e o Sol atraem a água do mar, fazendo-a subir e descer.
- c) Porque a chuva faz a água do mar mudar de nível.
- d) Porque o calor do Sol aquece a água e ela sobe e desce.

A alternativa **b** corresponde à explicação cientificamente aceita no campo da Astronomia, ao atribuir o fenômeno das marés à atração gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol sobre as massas de água dos oceanos. A Figura 7 apresenta a distribuição percentual das respostas dos estudantes antes e após a aplicação da UEPS.

Figura 7- Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para a questão 2 no início e ao final da UEPS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A análise dos dados revela que, no questionário diagnóstico inicial, aproximadamente 55% dos participantes assinalaram a alternativa correta. Após a reaplicação do instrumento ao final da intervenção pedagógica, esse percentual aumentou para cerca de 68%, representando um crescimento aproximado de 13 pontos percentuais nas respostas alinhadas à explicação científica do fenômeno.

Embora esse crescimento percentual seja mais modesto quando comparado ao observado na Questão 1, os dados indicam um processo gradual de diferenciação conceitual, compatível com a complexidade abstrata do fenômeno físico envolvido. A compreensão da ação gravitacional da Lua e do Sol sobre as massas de água

oceânicas envolve conceitos que não são diretamente observáveis, o que pode representar um desafio cognitivo adicional, especialmente considerando a faixa etária dos estudantes participantes. Essa dificuldade é apontada por Bretones (2006b) ao discutir os obstáculos enfrentados no ensino de fenômenos astronômicos que não podem ser diretamente percebidos no cotidiano.

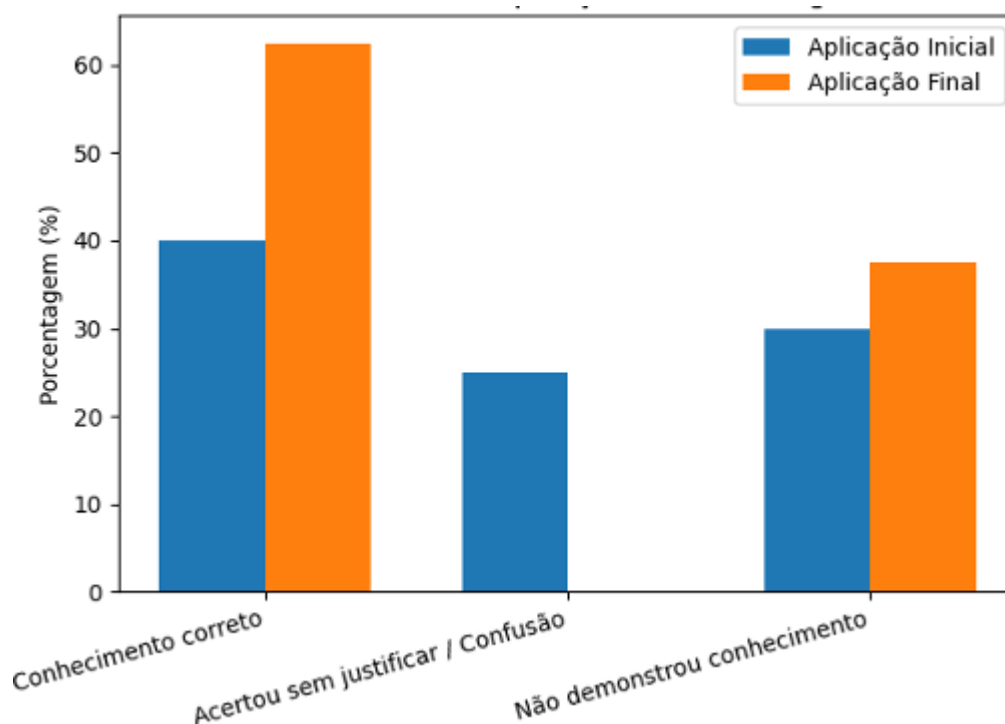
Observa-se que, no questionário inicial, uma parcela significativa dos estudantes assinalou a alternativa A, associando a ocorrência das marés à ação do vento. Após a aplicação da UEPS, essa alternativa apresentou redução expressiva, enquanto houve aumento na frequência da alternativa B, indicando uma mudança no padrão coletivo de respostas. A alternativa C manteve baixa frequência tanto no momento inicial quanto no final, enquanto a alternativa D surgiu apenas no questionário final, o que sugere a incorporação de novas explicações ao repertório conceitual dos estudantes, ainda que não alinhadas ao modelo científico esperado.

Dessa forma, os resultados da Questão 2 sugerem que a UEPS contribuiu para o refinamento da compreensão dos estudantes sobre os fatores responsáveis pela ocorrência das marés, promovendo uma aproximação gradual das explicações dos participantes aos referenciais científicos da Astronomia. Esse movimento é coerente com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, ao indicar que novos conhecimentos foram progressivamente ancorados em subsunçores preexistentes, favorecendo uma aprendizagem não mecânica (Ausubel, 2003).

4.2.3 Questão 3 – Na sua opinião, a maré tem relação com as fases da Lua?

Esta questão foi de caráter discursivo, na qual os estudantes foram orientados a responder “sim” ou “não” e justificar sua resposta. O objetivo foi investigar não apenas a escolha da alternativa, mas também a maneira como os alunos compreendem e explicam a relação entre as marés e as fases da Lua.

Figura 8 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 3 (aplicação inicial e final)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com base nos dados apresentados na Figura 8, observa-se que, na aplicação inicial, 40% dos estudantes demonstraram compreensão adequada sobre a relação entre as marés e as fases da Lua. Outros 25% apresentaram respostas corretas, porém, sem justificativa consistente, indicando uma compreensão parcial do fenômeno. Além disso, 30% dos alunos não demonstraram conhecimento adequado, evidenciando concepções equivocadas ou desconhecimento sobre o tema.

Na aplicação final, verifica-se um avanço significativo na aprendizagem, com 62,5% dos estudantes apresentando compreensão cientificamente adequada. Por outro lado, 37,5% ainda demonstraram dificuldades, seja por respostas incorretas ou por justificativas inconsistentes ou incompletas.

A análise das respostas discursivas dos estudantes permite compreender não apenas se acertaram ou erraram a questão, mas também como estruturam seu pensamento sobre o fenômeno das marés. As justificativas apresentadas evidenciam os conhecimentos prévios, as concepções alternativas e o nível de compreensão científica construído ao longo da atividade.

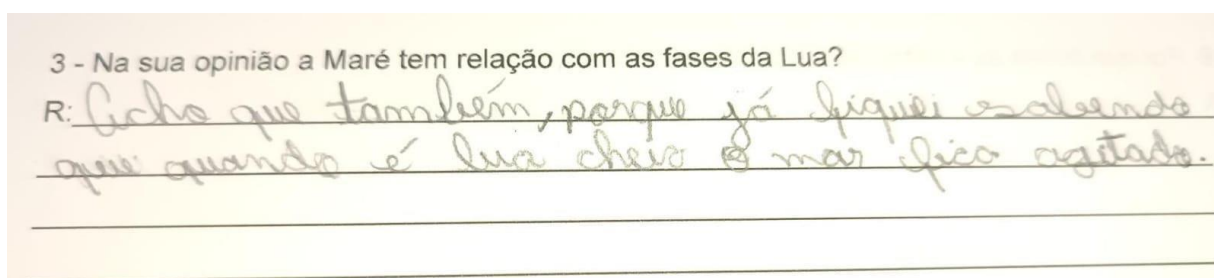
Na aplicação inicial, observa-se que muitos estudantes apresentaram explicações baseadas em percepções do cotidiano, sem embasamento científico. Algumas respostas negam a relação entre as marés e a Lua, atribuindo o fenômeno a fatores como o vento ou outros elementos ambientais. Esse tipo de justificativa revela a presença de concepções alternativas e indica que os alunos ainda não compreendiam a influência da Lua sobre os oceanos. As respostas iniciais evidenciam, portanto, dificuldades conceituais, principalmente pela ausência de relação entre a Lua e as marés, além do uso de explicações intuitivas e não científicas.

Observa-se também que parte dos estudantes pode não compreender plenamente o significado do termo “fases da Lua”, o que pode ter influenciado tanto na escolha da resposta quanto na elaboração da justificativa, indicando não apenas dificuldades conceituais, mas também possíveis limitações na compreensão da linguagem científica utilizada na questão.

Na aplicação final, percebe-se uma mudança considerável na qualidade das respostas. Os estudantes passam a apresentar explicações mais próximas do conhecimento científico, relacionando a ação da Lua com o movimento das águas. Entretanto, algumas respostas ainda revelam simplificações conceituais, como a atribuição das marés exclusivamente à presença da Lua, sem considerar a interação gravitacional com a Terra e a influência do Sol, bem como imprecisões relacionadas à ideia de que a Lua “puxa” diretamente a água, sem referência ao campo gravitacional. Ainda assim, observa-se um avanço na compreensão do fenômeno.

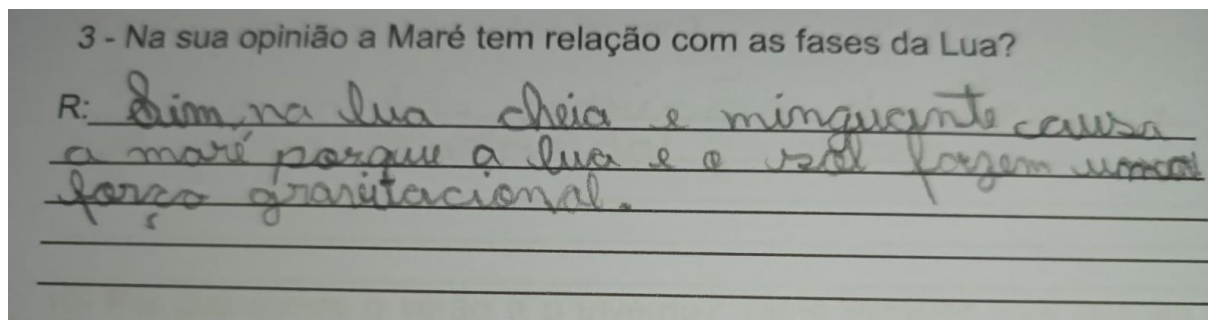
Ao comparar as respostas iniciais e finais nas Figuras 9 e 10, é possível identificar um processo de reorganização conceitual dos estudantes. Enquanto no início predominavam explicações equivocadas ou incompletas, ao final da intervenção observa-se maior apropriação dos conceitos científicos, ainda que nem todos os alunos tenham alcançado uma compreensão mais adequada.

Figura 9 – Resposta antes da aplicação da UEPS



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Figura 10 – Resposta depois da aplicação da UEPS



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Dessa forma, a análise das respostas discursivas complementa os dados quantitativos, evidenciando não apenas o aumento no número de acertos, o que pode indicar que a aplicação da UEPS surtiu efeito positivo quanto à assimilação do conteúdo aplicado.

4.2.4 Questão 4 – Compreensão sobre as fases principais da Lua

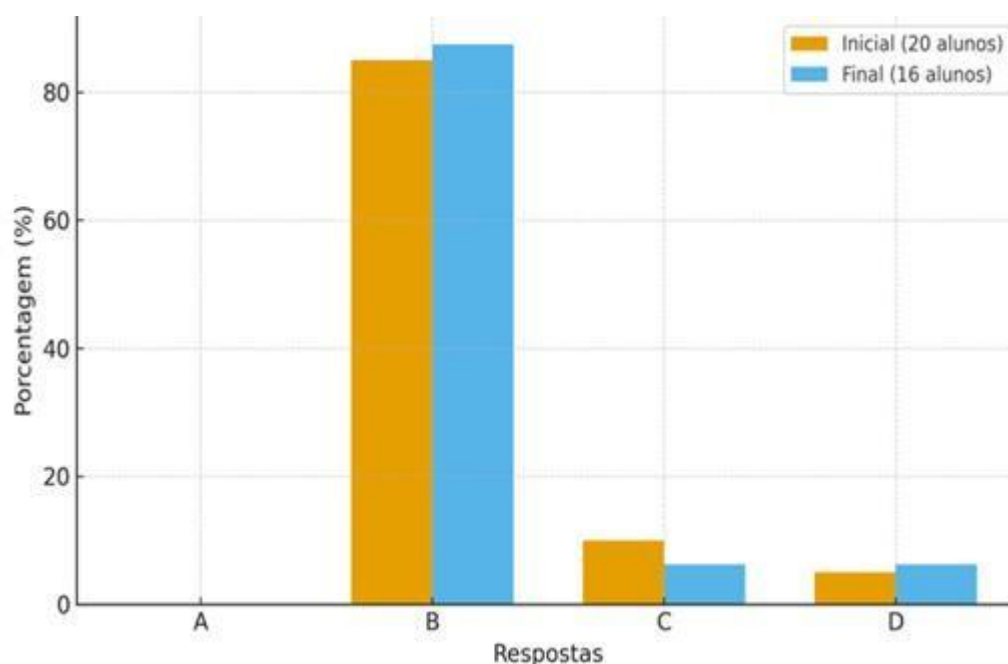
A Questão 4 teve como objetivo investigar o conhecimento dos estudantes acerca do número de fases principais da Lua, conforme são tradicionalmente apresentadas em materiais didáticos e no ensino escolar. Optou-se por explicitar, no enunciado, a expressão “*fases principais e mais conhecidas popularmente*”, a fim de evitar ambiguidades conceituais, uma vez que, do ponto de vista astronômico, a Lua apresenta variações contínuas de iluminação, embora quatro fases sejam convencionalmente destacadas para fins didáticos.

Questão 4 – Quantas fases principais e mais conhecidas popularmente a Lua tem? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.

- a) 3 fases.
- b) 4 fases.
- c) 5 fases.
- d) 6 fases.

A alternativa **b** corresponde à resposta cientificamente adequada no contexto escolar, ao considerar as quatro fases principais da Lua: Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante. A Figura 11 apresenta o gráfico quantitativo das respostas dos participantes no início e ao final da aplicação da UEPS.

Figura 11 - Gráfico quantitativo de respostas dos participantes para questão 4 no início e no final da UEPS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

A análise dos dados indica que, no questionário diagnóstico inicial, a maioria dos estudantes assinalou corretamente a alternativa B, evidenciando um reconhecimento predominante das fases da Lua enquanto categorias didáticas. As demais respostas concentraram-se, em menor proporção, nas alternativas C e D, indicando dificuldades pontuais ou compreensões incompletas, possivelmente relacionadas à distinção entre as fases principais da Lua e as variações contínuas do seu aspecto observável no cotidiano.

Após a aplicação da UEPS, observa-se um aumento significativo na escolha da alternativa correta, indicando uma maior coerência científica nas respostas dos estudantes. Esse resultado aponta para uma reorganização conceitual, na qual os participantes passaram a distinguir entre a observação empírica do fenômeno e sua sistematização em modelos explicativos próprios do ensino de Astronomia.

Esses achados corroboram os estudos de Langhi e Nardi (2012), que destacam que a compreensão de fenômenos astronômicos exige do estudante a articulação entre observação, modelos explicativos e noções abstratas de movimento

relativo, processo que frequentemente gera dificuldades cognitivas nos anos iniciais da escolarização.

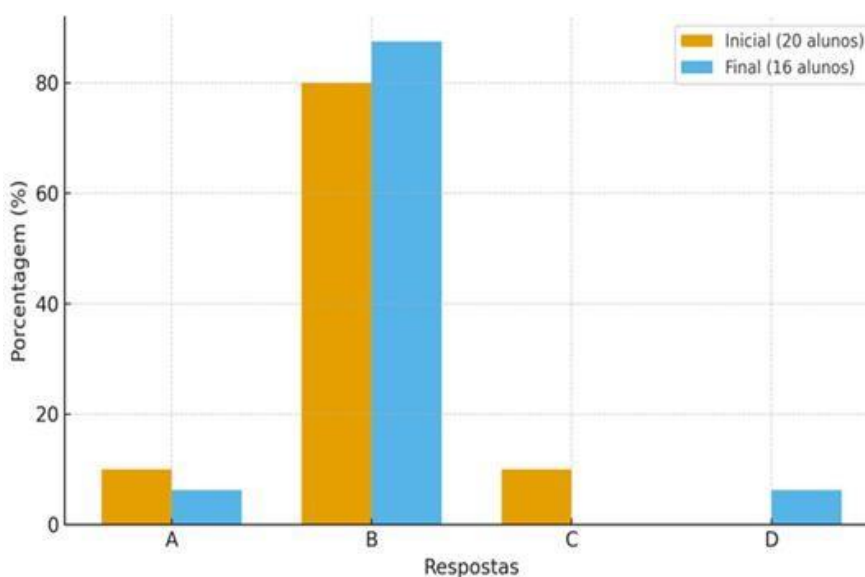
Do ponto de vista da TAS, o avanço observado pode ser interpretado como um processo de reconciliação integradora, no qual ideias inicialmente fragmentadas sobre a Lua e seus movimentos foram progressivamente reorganizadas em uma estrutura conceitual mais integrada (Moreira; Masini, 2001). A permanência de algumas respostas incorretas ou incompletas não invalida o processo, mas evidencia, conforme Ausubel (2003), que a aprendizagem significativa ocorre de forma gradual e depende da continuidade das experiências de ensino.

Dessa forma, os resultados da Questão 4 indicam que a UEPS contribuiu para o esclarecimento conceitual acerca das fases principais da Lua, aproximando as explicações dos estudantes dos referenciais científicos e reforçando a importância de intervenções didáticas que articulem observação, linguagem científica e modelização no ensino de Astronomia.

4.2.5 Questão 5 - Qual o nome das fases da Lua?

A questão 5 teve como objetivo identificar se os estudantes reconheciam corretamente a nomenclatura das fases principais da Lua por meio de uma questão de múltipla escolha com quatro alternativas.

Figura 12 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 5 no início e ao final da UEPS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A partir dos dados apresentados na Figura 12, observa-se que, no momento inicial, aproximadamente 80% dos estudantes assinalaram a alternativa correta (letra B), enquanto cerca de 10% escolheram a alternativa A e 10% a alternativa C.

No momento final, verifica-se um aumento no percentual de acertos, atingindo aproximadamente 87% dos estudantes. As respostas incorretas diminuíram, permanecendo uma pequena concentração na alternativa A e surgindo um percentual reduzido na alternativa D.

Os resultados indicam que a maioria dos estudantes já possuía conhecimento prévio sobre o tema, evidenciado pelo alto índice de acertos no momento inicial. Ainda assim, parte dos participantes apresentou dúvidas, distribuindo suas respostas entre alternativas incorretas.

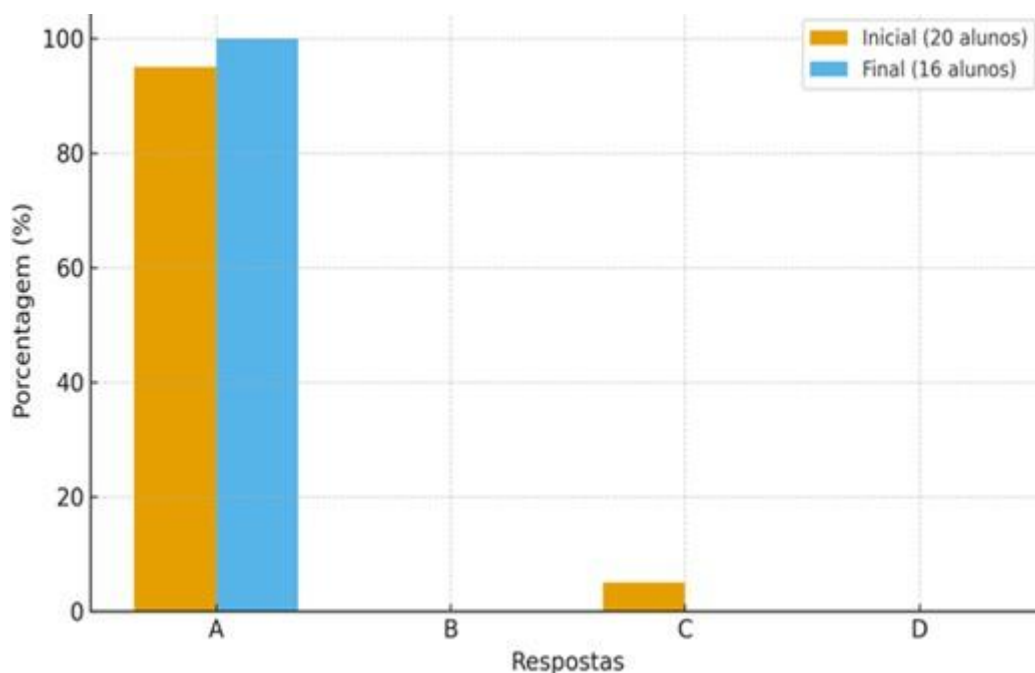
Após a aplicação da UEPS, observa-se uma melhora no desempenho, com aumento dos acertos e redução das respostas equivocadas. No entanto, essa evolução foi discreta, o que pode ser explicado pelo fato de o índice inicial já ser elevado.

De modo geral, a questão apresentou baixo nível de dificuldade, com pequena variação entre o início e o final, indicando principalmente a consolidação do conhecimento já existente.

4.2.6 Questão 6 – Por que a Lua gira ao redor da Terra?

A questão 6 teve como objetivo identificar como os estudantes explicam o movimento da Lua ao redor da Terra, verificando se utilizam uma explicação adequada ou se recorrem a ideias alternativas.

Figura 13 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 6 no início e ao final da UEPS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A partir dos dados apresentados na Figura 13, observa-se que, no momento inicial, aproximadamente 95% dos estudantes assinalaram a alternativa correta (letra A), enquanto cerca de 5% escolheram a alternativa C. Não foram registradas respostas com as alternativas B e D.

No momento final, verifica-se que 100% dos estudantes passaram a assinalar a alternativa correta, não havendo mais registros de respostas incorretas.

Os resultados indicam que a grande maioria dos estudantes já apresentava uma compreensão adequada sobre o tema no momento inicial. Ainda assim, havia uma pequena parcela que demonstrava uma concepção alternativa, representada pela escolha da alternativa C.

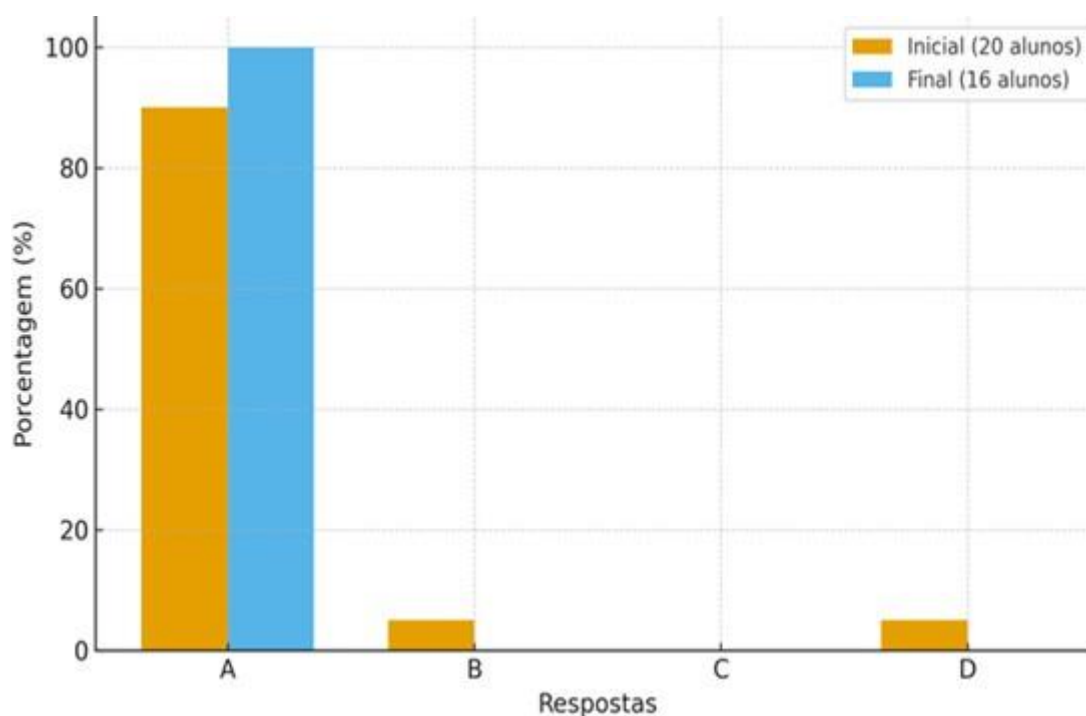
Após a aplicação da UEPS, observa-se a eliminação total das respostas incorretas, indicando uma melhora no desempenho e a consolidação do conhecimento entre todos os participantes.

De modo geral, a questão apresentou baixo nível de dificuldade, com alto índice de acertos desde o início e avanço pontual ao final, caracterizado principalmente pela correção das poucas respostas equivocadas.

4.2.7 Questão 7 – Por que a Terra gira ao redor do Sol?

A questão 7 teve como objetivo identificar como os estudantes explicam o movimento da Terra ao redor do Sol, verificando se utilizam uma explicação adequada ou se recorrem a ideias alternativas.

Figura 14 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 7 no início e ao final da UEPS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A partir dos dados apresentados na Figura 14, observa-se que, no momento inicial, aproximadamente 90% dos estudantes assinalaram a alternativa correta (letra A), enquanto cerca de 5% escolheram a alternativa B e 5% a alternativa D. Não houve registros de respostas na alternativa C.

No momento final, verifica-se que 100% dos estudantes passaram a assinalar a alternativa correta, não havendo mais respostas incorretas. Os resultados indicam que a maioria dos estudantes já apresentava uma compreensão adequada sobre o tema no momento inicial. Ainda assim, uma pequena parcela demonstrava explicações alternativas.

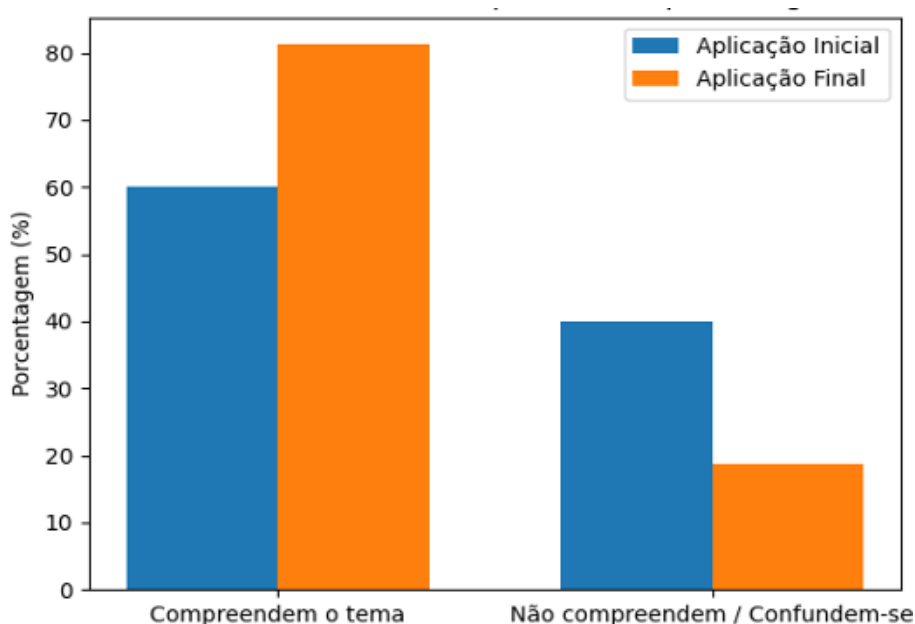
Após a aplicação da UEPS, observa-se a eliminação completa das respostas incorretas, indicando melhora no desempenho e consolidação do conhecimento entre os participantes.

De modo geral, a questão apresentou baixo nível de dificuldade, com alto índice de acertos desde o início e avanço pontual ao final, caracterizado pela correção das respostas equivocadas.

4.2.8 Questão 8 – Suponha que você suba numa montanha e atire um objeto muito, muito forte que ele consiga sair da Terra, para onde ele vai?

A questão 8 teve como objetivo analisar como os estudantes interpretam o destino de um objeto que deixa a Terra, a partir de uma situação hipotética, permitindo identificar o nível de compreensão por meio de respostas discursivas.

Figura 15 – Gráfico quantitativo das respostas dos participantes para a questão 8 no início e ao final da UEPS



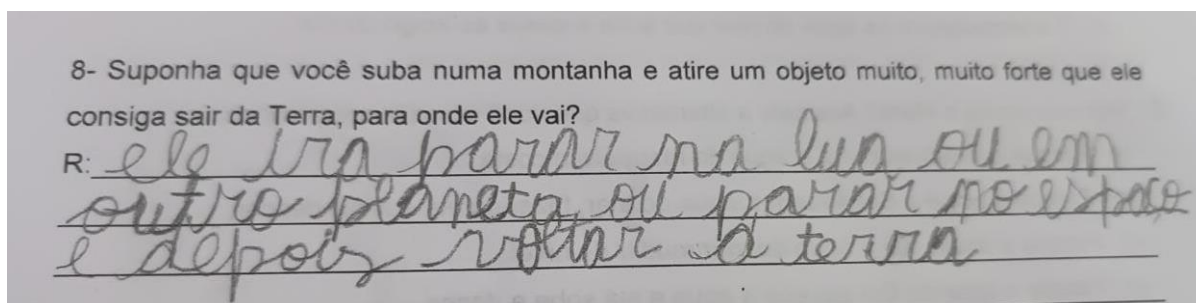
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A partir dos dados apresentados na Figura 15, observa-se que, no momento inicial, aproximadamente 60% dos estudantes demonstraram compreender o tema, enquanto cerca de 40% apresentaram respostas que indicam a não compreensão ou confusão com o que lhes foi questionado.

No momento final, verifica-se um aumento no percentual de estudantes que demonstram compreensão do tema, atingindo aproximadamente 81%, enquanto o grupo que não compreende ou apresenta confusão foi reduzido para cerca de 19%.

A análise das respostas discursivas permite aprofundar a interpretação desses dados. Na Figura 16, observa-se que o estudante afirma que o objeto “vai para outro planeta ou espaço que depois volta para a Terra”, indicando uma compreensão ainda imprecisa, com mistura de ideias e ausência de uma explicação mais estruturada sobre o movimento do objeto.

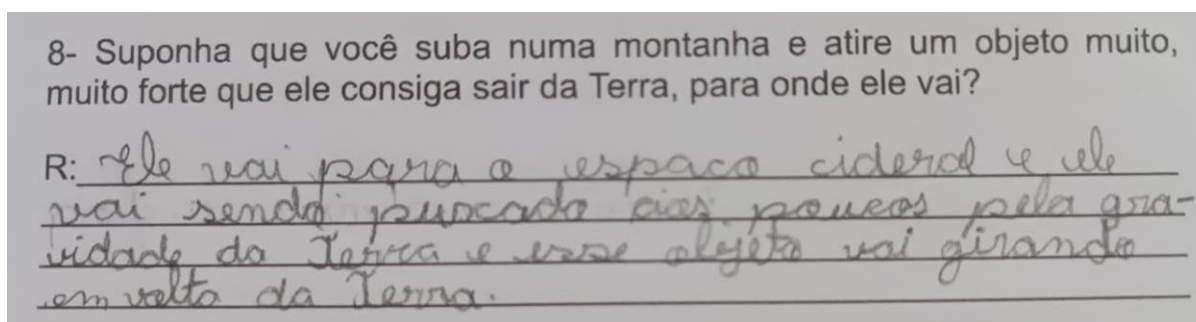
Figura 16 - Resposta discursiva de estudante ao questionário inicial



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Já na Figura 17, a resposta apresentada indica que “ele vai para o espaço sideral e vai sendo puxado aos poucos pela gravidade da Terra, girando em volta dela”, evidenciando uma formulação mais elaborada, com presença de elementos que demonstram maior organização do pensamento e tentativa de explicação do fenômeno.

Figura 17 - Resposta discursiva após aplicação da UEPS



Fonte: Acervo do autor, 2025.

Essas evidências qualitativas reforçam os dados quantitativos, indicando uma evolução na compreensão dos estudantes tanto em termos de percentual de acertos quanto na qualidade das explicações apresentadas.

De modo geral, a questão apresentou nível de dificuldade moderado, com avanço significativo entre o momento inicial e final, evidenciando melhora na compreensão e na elaboração das respostas pelos estudantes.

4.3 CONHECIMENTOS PRÉVIOS E SUBSUNÇORES SIGNIFICATIVOS

Os resultados obtidos nas questões relacionadas aos movimentos da Terra, às fases da Lua e à relação entre Terra, Sol e Lua indicam que uma parcela significativa dos estudantes já possuía conhecimentos prévios sobre esses fenômenos, ainda que de forma intuitiva. Esses conhecimentos, oriundos da observação cotidiana do céu e das práticas culturais e agrícolas do contexto rural em que os alunos estão inseridos, configuram subsunçores relevantes para o ensino de Astronomia.

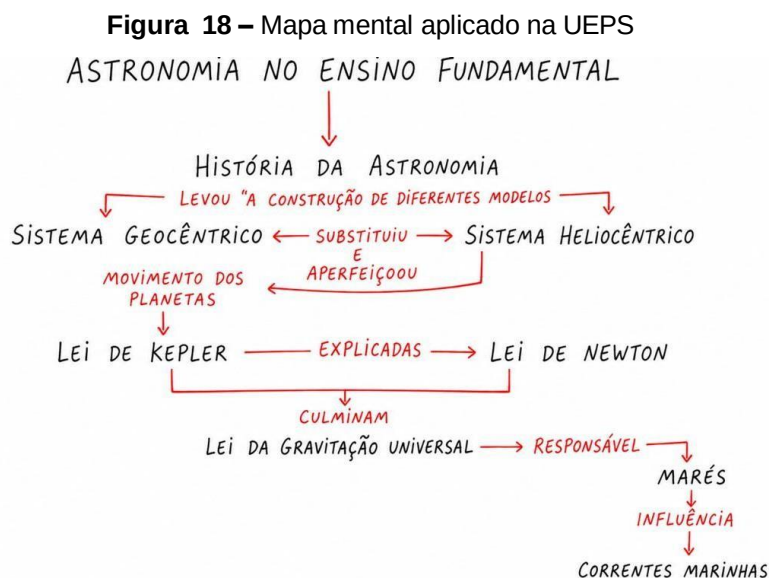
Conforme discutido na fundamentação teórica, em comunidades rurais a observação das fases da Lua, da alternância entre dia e noite e da posição do Sol no céu constitui um saber prático amplamente compartilhado. Esses conhecimentos prévios, quando mobilizados de forma intencional, favorecem a ancoragem dos novos conceitos científicos, potencializando a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

A UEPS desenvolvida neste estudo explorou explicitamente esses saberes, articulando-os com os conteúdos previstos na BNCC para a unidade temática Terra e Universo. Essa estratégia mostrou-se coerente com as orientações curriculares nacionais e estaduais, que recomendam a contextualização dos conteúdos científicos e a valorização da experiência dos estudantes como ponto de partida para o ensino (Brasil, 2017; Paraná, 2018).

4.4 MAPA CONCEITUAL E DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

A elaboração do mapa conceitual ao final da UEPS constituiu um importante instrumento de análise da aprendizagem dos estudantes, pois possibilitou representar, de forma sintética e articulada, o percurso conceitual desenvolvido ao longo da sequência didática. O mapa mental evidencia a progressão histórica e conceitual da

Astronomia no Ensino Fundamental, explicitando a construção e a superação de diferentes modelos explicativos, como os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, bem como a compreensão dos movimentos dos planetas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Além disso, o mapa explicita a articulação entre as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton, evidenciando como esses conhecimentos científicos se complementam e culminam na explicação de fenômenos naturais, como as marés e sua influência nas correntes marinhas. Essa organização conceitual indica que os estudantes foram capazes de estabelecer relações entre conceitos de diferentes níveis de abstração, integrando explicações históricas, científicas e fenomenológicas.

Conforme Novak e Gowin (1984), os mapas conceituais permitem visualizar a organização hierárquica dos conceitos e as relações estabelecidas entre eles, funcionando como evidência da estrutura cognitiva do aprendiz. A análise dos mapas revelou maior articulação entre conceitos centrais da Astronomia escolar, como Lua, Terra, Sol, movimentos, fases e marés, indicando um processo de diferenciação progressiva, no qual conceitos mais gerais foram sendo refinados e especificados ao longo das atividades da UEPS. Esse resultado reforça os indícios de aprendizagem significativa e evidencia a efetividade da sequência didática adotada.

4.5 A UEPS COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS

Os resultados analisados permitem afirmar que a UEPS configurou-se como uma estratégia pedagógica coerente com os desafios históricos do ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Conforme discutido na fundamentação teórica, a natureza abstrata dos fenômenos astronômicos exige metodologias que superem práticas expositivas e mecanizadas, promovendo a construção ativa de modelos explicativos (Bretones, 2006b; Langhi; Nardi, 2009).

Ao articular organizadores prévios, atividades práticas, discussões orientadas e instrumentos de avaliação diagnóstica, a UEPS possibilitou que os estudantes confrontassem concepções intuitivas e reorganizassem progressivamente seus conhecimentos, em consonância com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Assim, os dados corroboram a hipótese de que o ensino de Astronomia, quando planejado de forma intencional, contextualizada e fundamentada teoricamente, contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica, promovendo aprendizagens mais duradouras, integradas e socialmente significativas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A análise dos resultados obtidos ao longo da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa evidencia indícios de aprendizagem significativa, conforme os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (2003). Os dados quantitativos e qualitativos analisados indicam que os estudantes não apenas ampliaram o número de respostas corretas, mas, sobretudo, passaram a estabelecer relações mais coerentes e não arbitrárias entre os conceitos astronômicos trabalhados.

Inicialmente, as respostas dos estudantes revelavam a presença de conhecimentos prévios fortemente ancorados em observações empíricas imediatas, como a associação das marés à ação do vento ou a explicações climáticas. Tais concepções, embora cientificamente inadequadas, configuram subsunçores

relevantes, uma vez que representam tentativas de explicação do mundo natural construídas a partir da experiência cotidiana. Conforme Ausubel (2003), a aprendizagem significativa não se inicia na ausência de conhecimentos prévios, mas justamente na sua mobilização e reorganização.

A UEPS foi estruturada de modo a explicitar e problematizar esses conhecimentos prévios, utilizando organizadores prévios, atividades práticas, discussões orientadas e recursos audiovisuais. Esse movimento favoreceu a ancoragem dos novos conceitos, como gravitação, movimentos relativos e interação entre Terra, Lua e Sol, em estruturas cognitivas já existentes, evitando a aprendizagem mecânica. Os avanços observados nas Questões 1, 2 e 3, relacionadas às marés, evidenciam um processo de diferenciação progressiva, no qual conceitos inicialmente vagos ou confusos foram sendo progressivamente refinados e mais especificados.

De maneira semelhante, as Questões 6, 7 e 8 também evidenciaram avanços na compreensão dos estudantes acerca da força gravitacional e do comportamento dos corpos no espaço. Inicialmente, predominavam explicações fundamentadas em ideias intuitivas e no senso comum, como a associação do movimento dos objetos apenas à ação do ar ou à ausência de peso no espaço. Após a aplicação da UEPS, observou-se maior utilização de conceitos científicos relacionados à gravidade terrestre e à interação gravitacional entre os corpos celestes, ainda que expressos em linguagem simplificada e compatível com a faixa etária dos estudantes.

Do ponto de vista teórico, a diferenciação progressiva manifesta-se quando conceitos mais gerais passam a ser reorganizados em estruturas conceituais mais elaboradas, incorporando novos significados. Esse processo é claramente observado na evolução das respostas discursivas, especialmente naquelas que passaram a relacionar a ação gravitacional da Lua com o movimento das águas oceânicas, ainda que em linguagem simplificada, compatível com o nível de escolaridade dos estudantes. Nas Questões 6, 7 e 8, esse processo também se evidencia quando os estudantes passaram a reconhecer que objetos lançados para cima tendem a retornar à Terra em razão da gravidade, substituindo interpretações anteriormente desconectadas dos conceitos científicos trabalhados durante a UEPS.

Além disso, os resultados das Questões 4 e 5 indicam que a UEPS contribuiu para a estabilização e a consolidação de conceitos mais descritivos, como o número e a nomenclatura das fases da Lua. Embora esses conteúdos apresentassem alto

índice de acertos já no momento inicial, a intervenção pedagógica parece ter favorecido a organização conceitual desses conhecimentos, distinguindo a observação empírica do fenômeno lunar de sua sistematização científica no contexto escolar.

Um aspecto central para a identificação de aprendizagem significativa neste estudo refere-se à capacidade de transferência e articulação conceitual evidenciada nas Questões 9 e 10. Nessas questões, os estudantes foram convidados a explicar fenômenos, como as estações do ano, que não foram abordados explicitamente nas atividades da UEPS. O aumento do número de respostas que mobilizam conceitos como o movimento da Terra, a posição relativa da Terra em relação ao Sol e a incidência da luz solar constitui um indício de aprendizagem significativa, uma vez que demonstra a utilização do conhecimento adquirido para interpretar novas situações.

É importante destacar que a permanência de concepções alternativas em parte dos estudantes, especialmente no que se refere às estações do ano, não invalida os resultados obtidos. Ao contrário, reforça a concepção ausubeliana de que a aprendizagem significativa é um processo gradual, cumulativo e dependente da continuidade das experiências de ensino. A emergência de explicações parciais ou incompletas indica que os subsunçores estão em processo de fortalecimento, exigindo novas oportunidades de aprofundamento e refinamento conceitual.

Por fim, a análise do mapa conceitual elaborado ao final da UEPS reforça os indícios observados nas respostas aos questionários. A maior articulação entre conceitos centrais da Astronomia escolar evidencia uma organização hierárquica mais consistente do conhecimento, característica fundamental da aprendizagem significativa. Dessa forma, os resultados analisados permitem afirmar que a UEPS favoreceu não apenas a aquisição de informações, mas a reorganização da estrutura cognitiva dos estudantes, contribuindo para aprendizagens mais integradas, duradouras e conceitualmente fundamentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que a elaboração de uma UEPS, quando planejada intencionalmente, contribuiu para a aprendizagem significativa dos alunos e para a construção de explicações mais coerentes acerca da dinâmica celeste.

A análise das produções dos estudantes revelou indícios de aprendizagem significativa, expressos na reorganização conceitual, na ampliação dos subsunçores e na capacidade de estabelecer relações não arbitrárias entre os conceitos trabalhados. Esses resultados reforçam a pertinência da UEPS como estratégia pedagógica para o ensino de Astronomia nos Anos Iniciais, bem como a relevância da Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico para a análise dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.

Como limitações do estudo, destacam-se o tempo restrito de aplicação da UEPS e o número reduzido de participantes. No entanto, os resultados sugerem contribuições para a reflexão sobre práticas pedagógicas mais significativas no ensino de Ciências, indicando possibilidades de ampliação da proposta para outros conteúdos e contextos educacionais. Sugere-se, portanto, que pesquisas futuras aprofundem a investigação sobre o uso da UEPS em diferentes etapas da Educação Básica.

Em síntese, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel oferece uma base teórico-metodológica consistente para compreender o processo de construção do conhecimento como uma atividade ativa, intencional e mediada pelos saberes prévios do aprendiz. Seus conceitos centrais, subsunçores, organizadores prévios e diferenciação progressiva permitem interpretar a aprendizagem como um fenômeno dinâmico e relacional, no qual novas informações se integram de forma lógica e hierarquizada à estrutura cognitiva do estudante.

A articulação entre teoria e prática, materializada na elaboração das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), evidencia o papel do professor como mediador e do aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Ferramentas como mapas conceituais e atividades experimentais mostraram-se especialmente adequadas nesse contexto por favorecerem tanto a visualização das relações conceituais quanto a vivência concreta dos fenômenos, promovendo uma aprendizagem mais profunda, duradoura e contextualizada.

Os resultados obtidos com a aplicação da UEPS indicam que o uso de estratégias didático-pedagógicas planejadas e potencialmente significativas contribuiu para a construção do conhecimento científico nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Esses resultados foram identificados a partir da análise comparativa entre os instrumentos diagnósticos aplicados no início e ao final da UEPS, bem como das produções realizadas pelos estudantes ao longo das atividades, tais como registros escritos, discussões em grupo e resolução das situações-problema propostas. Além disso, a observação sistemática das interações dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades permitiu compreender como os conceitos foram sendo ressignificados no decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

Os avanços conceituais evidenciaram-se, especialmente, na compreensão das fases da Lua, na distinção entre fenômenos observáveis e inferidos e na relação estabelecida entre os movimentos da Terra e as regularidades percebidas no céu. Tais avanços foram analisados à luz das respostas dos estudantes aos questionários, dos registros produzidos ao longo das aulas e da reorganização dos conceitos expressa nos mapas conceituais elaborados, os quais revelaram maior hierarquização e integração conceitual.

A identificação dos conhecimentos prévios (subsunçores), realizada na etapa diagnóstica, permitiu planejar intervenções didáticas coerentes com a estrutura cognitiva dos estudantes. Ao longo da UEPS, a retomada desses subsunçores favoreceu a ancoragem dos novos conteúdos, promovendo relações não arbitrárias e substantivas entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Dessa forma, os indícios de aprendizagem significativa foram inferidos a partir da evolução conceitual observada nas produções dos alunos e na qualidade das explicações apresentadas ao final do percurso didático.

As atividades desenvolvidas estimularam a motivação, o envolvimento e a curiosidade dos estudantes, transformando a sala de aula em um espaço de investigação e reflexão. O uso do mapa conceitual permitiu acompanhar a evolução cognitiva dos educandos, revelando a reorganização progressiva e hierárquica dos conceitos ao longo do processo. Conclui-se, portanto, que a UEPS atingiu seus objetivos ao promover um ambiente de aprendizagem dinâmico e significativo, no qual o estudante deixou de ser mero receptor de informações para tornar-se sujeito ativo na construção do conhecimento.

Assim, a pesquisa confirma o potencial da UEPS e de atividades experimentais como organizadores prévios adequados para o ensino de Astronomia e reforça o papel essencial do professor como mediador crítico e reflexivo, capaz de planejar, diagnosticar e orientar o processo educativo de modo a torná-lo mais significativo para o estudante.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, Edson Ribeiro de Britto de. **Representações sociais de Astronomia: um estudo na formação inicial em Pedagogia**. 2024. 129 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2024. Disponível em: http://www.pcm.uem.br/uploads/edson-ribeiro-de-britto-de-almeida-junior--14032024_1728254600.pdf. Acesso em: 03 jun. 2026.

AUSUBEL, David P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.

BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L. A evolução do pensamento sobre o conceito de movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 187–194, 1999. Disponível em: https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_187.pdf. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 11, n. 5, p. 502–513, 1989. Disponível em: https://indico.unina.it/event/73/contributions/1042/attachments/359/621/1989_-_Childrens_understanding_of_familiar_astronomical_events.pdf. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

BRETONES, Paulo Sergio. **A astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade pratica para o tema da observação do céu**. 2006. 302p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociencias, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1603297>. Acesso em: 3 jun. 2026.

BRUNER, Jerome S. **O processo da educação**. 5. ed. São Paulo: Nacional, 1978.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHAISSON, Eric; McMILLAN, Steve. **Astronomy today**. 6. ed. Boston: Pearson, 2010.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. **Lições de Física de Feynman: mecânica**. Porto Alegre: Bookman, 2019.

FLORES, José Francisco; ROCHA FILHO, João Bernardes; SAMUEL, Lucius Rafael Sichonany. Ensino de ciências nos anos iniciais e a formação continuada de professores em ambientes virtuais colaborativos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 289–313, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277925885_Ensino_de_ciencias_nos_anos_iniciais_e_a_formacao_continuada_de_professores_em_ambientes_virtuais_colaborativos. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo**. São Paulo: Nova Cultural, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HODSON, Derek. **Teaching and learning science: towards a personalized approach**. Buckingham: Open University Press, 1998.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 5, p. 25–37, 2008. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/111>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

KEPLER, Johannes. **Astronomia nova**. São Paulo: Edusp, 1998.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2009. Disponível em: https://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20091105_LANGHI%20RODOLFO.pdf. Acesso em: 3 jun. 2026.
LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2012.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

MARION, Jerry B.; THORNTON, Stephen T. **Classical Dynamics of Particles and Systems**. 4. ed. Orlando: Harcourt Brace, 1995.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 25–46, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Dicionário enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Lexikon, 2004.

NEVES, Maria Cândida Dantas. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu**. Campinas: Papirus, 2001.

NEWTON, Isaac. **Princípios matemáticos da filosofia natural**. São Paulo: Edusp, 2008.

NOVAK, Joseph Donald. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob. **Learning how to learn**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NOVELLO, Mario. **Do Big Bang ao universo eterno**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2006.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: mecânica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

OLIVEIRA, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e astrofísica**. 3. ed. Porto Alegre: Livraria da Física, 2014.

PACHECO, Mayara Hilgert; ZANELLA, Marli Schmitt. Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 28, p. 113–132, 2020. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/423/418>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

PARANÁ. **Currículo da Rede Estadual Paranaense (CREP): Ensino Fundamental**. Curitiba: SEED-PR, 2020. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/Pagina/Curriculo-da-Rede-Estadual-Paranaense>. Acesso em: 10 mar. 2026.

PEDUZZI, L. O. Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 48–63, 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7078>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

POLITO, A. M. M. **A construção da estrutura conceitual da física clássica**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. Galileu, Descartes e a elaboração do princípio da inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 4601, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/pyGCXNv3VrFmscJLXG9csLH/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

QUEIROZ, Lenilton Alves de; CARVALHO, Tassiana Fernanda Genzini de. A astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise da temática movimentos da Terra nos livros didáticos do PNLD 2019. **Ensino & Pesquisa**, v. 23, n. 1, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/ensinoepesquisa/article/view/9560>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

RONAN, Colin A. **História ilustrada da ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Marés, fases principais da Lua e bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 10–29, abr. 2003.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT, John W. **Física para cientistas e engenheiros**: mecânica. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Sequência das aulas e atividades aplicadas

1ª Semana (???aulas)

Questionário de conhecimentos prévios

- 1 - O que é Maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.
- a) É a movimentação das águas do mar que ocorre devido ao vento.
 - b) É o movimento das águas do mar, causado pela atração da Lua e do Sol.
 - c) São as ondas do mar que se formam quando o vento sopra muito forte.
 - d) É a temperatura da água do mar que sobe e desce ao longo do dia.

- 2 - Por que ocorre a Maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.
- a) Porque o vento empurra a água do mar para a costa.
 - b) Porque a Lua e o Sol atraem a água do mar, fazendo ela subir e descer.
 - c) Porque a chuva faz a água do mar mudar de nível.
 - d) Porque o calor do Sol aquece a água e ela sobe e desce.

- 3 - Na sua opinião a Maré tem relação com as fases da Lua?

R: _____

- 4 - Quantas fases a Lua têm?

- a) 3 fases.
- b) 4 fases.
- c) 5 fases.
- d) 6 fases.

- 5 - Qual o nome das fases da Lua?

- a) Nova, Minguante, Cheia e Vazia.

- b) Nova, Crescente, Minguante e Cheia.
- c) Cheia, Escura, Crescente e Nova.
- d) Minguante, Vazia, Grande e Minguante.

6- Por que a Lua gira ao redor da Terra?

- a) Porque a Lua é um satélite natural da Terra e é atraída pela gravidade do nosso planeta.
- b) Porque a Lua quer estar perto da Terra e é sua melhor amiga.
- c) Porque a Lua está presa em uma corda invisível que a faz girar ao redor da Terra.
- d) Porque a Lua está perdida no espaço e não sabe para onde ir.

7- Por que a Terra gira ao redor do Sol?

- a) Porque o Sol é uma estrela que exerce uma força gravitacional sobre a Terra e os outros planetas do sistema solar.
- b) Porque a Terra está em uma grande pista de corrida cósmica e o Sol é o centro da pista.
- c) Porque a Terra é atraída pelo calor e pela luz do Sol.
- d) Porque a Terra está dançando ao redor do Sol em uma grande coreografia cósmica.

8- Suponha que você suba numa montanha e atire um objeto muito, muito forte que ele consiga sair da Terra, para onde ele vai?

R: _____

9- Por que temos as 4 estações do ano?

R: _____

10- Por que ocorre o verão e o inverno? Tente explicar com relação a posição da Terra e o sol

R: _____

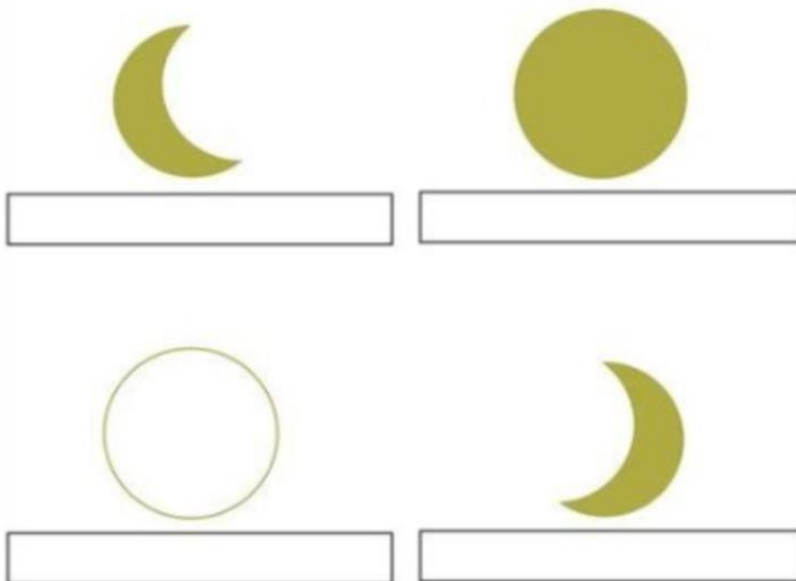
2ª Semana (??? Aulas)

1 - Apresentar um vídeo geral de linguagem simples que fala sobre as fases da Lua

<https://www.youtube.com/watch?v=yL5wbgtf8ec>

2 - Explicação oral

3 - Observe as imagens e nomeie-as de acordo com a fase da Lua que representam.



3ª Semana (??? Aulas)

1 - Apresentar as Leis de Newton explicadas para crianças

<https://www.youtube.com/watch?v=zPpeVJwIDxc>

2 - Associe a Coluna I (Afirmação) com a Coluna II (Lei Física).

Coluna I – Afirmação

1. Quando um garoto joga um carrinho, para que ele se desloque pelo chão, faz com que este adquira uma aceleração.
2. Uma pessoa tropeça e cai batendo no chão. A pessoa se machuca porque o chão bate na pessoa.
3. Um garoto está andando com um skate, quando o skate bate numa pedra parando. O garoto é, então, lançado para frente.

Coluna II – Lei Física

- () 3ª Lei de Newton (Lei da Ação e Reação).
 () 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia).
 () 2ª Lei de Newton ($F = m \cdot a$).

A ordem correta das respostas da Coluna II, de cima para baixo, é:

- a) 1, 2 e 3.
- b) 3, 2 e 1.
- c) 1, 3 e 2.
- d) 2, 3 e 1.
- e) 3, 1 e 2.

3 - Em Tirinhas, é muito comum encontrarmos situações que envolvem conceitos de Física e que, inclusive, têm sua parte cômica relacionada, de alguma forma, com a Física. Considere a tirinha envolvendo a “Turma da Mônica”, mostrada a seguir.



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Supondo que o sistema se encontra em equilíbrio, é correto afirmar que, de acordo com a Lei da Ação e Reação (3ª Lei de Newton):

- a) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre a corda formam um par ação-reação.
- b) a força que a Mônica exerce sobre o chão e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.

c) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.

d) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre o chão formam um par ação-reação.

4 - Apresentar as Leis de Kepler para crianças

https://www.youtube.com/watch?v=76LZ_oQHEUA

Texto Introdutório:

Johannes Kepler foi um cientista alemão que viveu há muitos anos e estudou como os planetas se movem ao redor do Sol. Ele descobriu que os planetas não se movem em círculos perfeitos, mas sim em órbitas elípticas, ou seja, com a forma de uma "oval" ou "ovale". Kepler formulou três regras importantes para descrever o movimento dos planetas, chamadas de Leis de Kepler.

Lei 1: Os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos da elipse.

Lei 2: Quando um planeta se move em sua órbita, ele percorre áreas iguais em tempos iguais. Isso significa que quando o planeta está mais perto do Sol, ele se move mais rápido, e quando está mais distante, ele se move mais devagar.

Lei 3: O quadrado do tempo que o planeta leva para dar uma volta completa ao redor do Sol é proporcional ao cubo da distância média entre o planeta e o Sol.

Agora, vamos testar o que você aprendeu!

Exercícios:

5 - Qual é a forma da órbita dos planetas, de acordo com a primeira lei de Kepler?

- a) Retas
- b) Circulares
- c) Elípticas
- d) Quadradas

6 - De acordo com a segunda lei de Kepler, o que acontece com a velocidade do planeta quando ele está mais perto do Sol?

- a) Ele diminui sua velocidade
- b) Ele mantém a mesma velocidade
- c) Ele aumenta sua velocidade
- d) Ele para completamente

7 - O que a terceira lei de Kepler nos diz sobre o tempo que o planeta leva para dar uma volta ao redor do Sol e a distância entre o planeta e o Sol?

- a) O tempo que o planeta leva para dar uma volta é mais curto quando está mais distante do Sol.
- b) O tempo que o planeta leva para dar uma volta é mais longo quando está mais distante do Sol.
- c) O tempo que o planeta leva para dar uma volta não depende da distância.
- d) O tempo é o mesmo para todos os planetas.

8 - Qual das afirmações a seguir é verdadeira, de acordo com a segunda lei de Kepler?

- a) Planetas próximos ao Sol se movem mais devagar que os planetas distantes.
- b) Planetas distantes do Sol se movem mais rápido que os planetas próximos.
- c) Planetas se movem em velocidades iguais durante toda a órbita.
- d) O planeta se move mais rápido quando está mais perto do Sol e mais devagar quando está mais distante.

4ª Semana (??? Aulas)

1 - Experiência prática da caixa de papelão

2 - Apresentar os sistemas heliocêntrico e geocêntrico explicados para crianças

<https://www.youtube.com/watch?v=xS7sN2qM1V8>

3 - Texto para Leitura:

"No sistema geocêntrico, a Terra é o centro do Universo, e todos os outros corpos celestes, como o Sol, a Lua e os planetas, giram ao seu redor. Essa teoria foi proposta por Cláudio Ptolomeu na Grécia Antiga e era aceita por muitas culturas antigas.

Já o sistema heliocêntrico foi desenvolvido por Nicolau Copérnico, e propõe que o Sol é o centro do Sistema Solar, com os planetas, incluindo a Terra, girando ao seu redor. Essa teoria foi fundamental para a compreensão moderna do Universo."

Discussão: Após a leitura, os alunos podem responder a perguntas como:

O que é o sistema geocêntrico?

O que é o sistema heliocêntrico?

Como essas teorias influenciaram a forma como vemos o Universo hoje?

4 - Comparação Visual

Objetivo: Visualizar as diferenças entre as duas teorias.

Atividade: Dividir a turma em grupos e pedir para que cada grupo desenhe um modelo do sistema geocêntrico e outro do heliocêntrico. Eles devem usar cores diferentes e identificar os elementos no desenho, como o Sol, a Terra e outros planetas.

5ª Semana (??? Aulas)

1 - História da Astronomia para criança

<https://www.youtube.com/watch?v=tHKswrnTBRI>

2 - Lua e correntes marinhas

<https://www.youtube.com/watch?v=q4vzpvAuVZ0>

3 - O Efeito Maré

<https://www.youtube.com/watch?v=sH4DiW2wRds>

4 - Jogo de Identificação dos Corpos Celestes

Instruções do Jogo:

Apresente as imagens ou nomes de diferentes corpos celestes. Os alunos devem identificar se estão se referindo a planetas, estrelas, luas ou galáxias.

Eles podem trabalhar em grupos ou individualmente para responder.

Imagens ou nomes para identificação (pode ser com figuras ou recorte de revistas):

Sol (Estrela)

Lua (Satélite Natural)

Terra (Planeta)

Marte (Planeta)

Via Láctea (Galáxia)

Saturno (Planeta)

Júpiter (Planeta)

Cometa Halley (Cometa)

Tarefa: Coloque os nomes ou imagens de diferentes corpos celestes em uma cartolina e peça para os alunos classificarem corretamente.

6ª Semana (??? Aulas)

1 – Construção de um Mapa Conceitual sobre os temas abordados com os alunos.

Reaplicação do questionário.

1 - O que é Maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.

- e) É a movimentação das águas do mar que ocorre devido ao vento.
- f) É o movimento das águas do mar, causado pela atração da Lua e do Sol.
- g) São as ondas do mar que se formam quando o vento sopra muito forte.
- h) É a temperatura da água do mar que sobe e desce ao longo do dia.

2 - Por que ocorre a Maré? Assinale a alternativa que você acredita estar correta.

- e) Porque o vento empurra a água do mar para a costa.
- f) Porque a Lua e o Sol atraem a água do mar, fazendo ela subir e descer.
- g) Porque a chuva faz a água do mar mudar de nível.
- h) Porque o calor do Sol aquece a água e ela sobe e desce.

3 - Na sua opinião a Maré tem relação com as fases da Lua?

R: _____

4 - Quantas fases a Lua têm?

- e) 3 fases.
- f) 4 fases.
- g) 5 fases.
- h) 6 fases.

5 - Qual o nome das fases da Lua?

- e) Nova, Minguante, Cheia e Vazia.
- f) Nova, Crescente, Minguante e Cheia.
- g) Cheia, Escura, Crescente e Nova.
- h) Minguante, Vazia, Grande e Minguante.

6- Por que a Lua gira ao redor da Terra?

- e) Porque a Lua é um satélite natural da Terra e é atraída pela gravidade do nosso planeta.
- f) Porque a Lua quer estar perto da Terra e é sua melhor amiga.
- g) Porque a Lua está presa em uma corda invisível que a faz girar ao redor da Terra.
- h) Porque a Lua está perdida no espaço e não sabe para onde ir.

7- Por que a Terra gira ao redor do Sol?

- e) Porque o Sol é uma estrela que exerce uma força gravitacional sobre a Terra e os outros planetas do sistema solar.
- f) Porque a Terra está em uma grande pista de corrida cósmica e o Sol é o centro da pista.
- g) Porque a Terra é atraída pelo calor e pela luz do Sol.
- h) Porque a Terra está dançando ao redor do Sol em uma grande coreografia cósmica.

8- Suponha que você suba numa montanha e atire um objeto muito, muito forte que ele consiga sair da Terra, para onde ele vai?

R: _____
