



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

MILTON DA SILVA SANTOS

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS ASTRONÔMICOS ATRAVÉS
DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

Caruaru
2025

MILTON DA SILVA SANTOS

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS ASTRONÔMICOS ATRAVÉS
DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em educação em ciências e matemática. Educação em Ciências e Matemática.

Orientador (a): Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva.

Caruaru

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Santos, Milton da Silva.

Uma proposta para o ensino de conceitos astronômicos através da aprendizagem baseada em problemas / Milton da Silva Santos. - Caruaru, 2025.

135f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste (CAA), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECEM, 2025.

Orientação: Ana Paula Freitas da Silva.

1. Aprendizagem baseada em problemas; 2. Astronomia; 3. Concepções alternativas sobre Astronomia; 4. Ensino de Astronomia; 5. Mapas conceituais. I. Silva, Ana Paula Freitas da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ata da defesa/apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática - CAA da Universidade Federal de Pernambuco, no dia 04 de junho de 2025.

ATA Nº 244

Ao quarto dia do mês de junho de 2025, às 09:00, em sessão pública realizada de forma remota, teve início a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS ASTRONÔMICOS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS** do mestrando **MILTON DA SILVA SANTOS**, na área de concentração em Educação em Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. **ANA PAULA FREITAS DA SILVA**. A Comissão Examinadora foi aprovada pelo colegiado do programa de pós-graduação em 30/05/2025, sendo composta pelos examinadores: **TASSIANA FERNANDA GENZINI DE CARVALHO** da UFPE; **KATIA APARECIDA DA SILVA AQUINO**, da UFPE. Após cumpridas as formalidades conduzidas pela presidenta da comissão, professora **ANA PAULA FREITAS DA SILVA**, o candidato ao grau de Mestre foi convidado a discorrer sobre o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso. Concluída a explanação, o candidato foi arguido pela Comissão Examinadora que, em seguida, reuniu-se para deliberar e conceder, ao mesmo, a menção **APROVADO**. Para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática, o concluinte deverá ter atendido todas às demais exigências estabelecidas no Regimento Interno e Normativas Internas do Programa, nas Resoluções e Portarias dos Órgãos Deliberativos Superiores, assim como no Estatuto e no Regimento Geral da Universidade, observando os prazos e procedimentos vigentes nas normas.

Dra. KATIA APARECIDA DA SILVA AQUINO, UFPE

Examinadora Externa ao Programa

Dra. TASSIANA FERNANDA GENZINI DE CARVALHO, UFPE

Examinadora Interna

Dra. ANA PAULA FREITAS DA SILVA, UFPE

Presidente

MILTON DA SILVA SANTOS

Mestrando(a)

Dedico esta dissertação à minha noiva, Bel, por ser minha fonte constante de amor, apoio e inspiração. Sua paciência nos dias difíceis e seu incentivo nos momentos de dúvida foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. À minha família, por acreditar em mim mesmo antes que eu acreditasse. Por cada palavra de incentivo, cada gesto de cuidado e por sempre estarem ao meu lado, nos momentos bons e nos desafiadores. Aos meus alunos, que me ensinam todos os dias que educar é muito mais do que transmitir conhecimento — é aprender, crescer e transformar junto com eles. Que este trabalho, de alguma forma, retribua tudo que vocês me proporcionam em sala de aula e na vida. A todos vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Hoje, dia 06 de abril de 2025, encontro-me escrevendo os agradecimentos da minha dissertação, enquanto minha noiva, Bel, está no sofá assistindo série, e minha cachorrinha Belinha morde meu pé com todo carinho. Muita coisa aconteceu desde a última vez que escrevi os agradecimentos do meu TCC, agora me vejo realizando um sonho que é a conclusão do meu mestrado. São 9:43h de um domingo, cujo sentimento de alegria e motivação vislumbra meu pensamento, um desejo de continuar firme nessa trajetória. Nunca imaginei que em 2 anos, pudesse acontecer tantas maravilhas em minha vida, realizar tantos sonhos que nunca pude imaginar. Confesso que esse tempo de dedicação a universidade tiveram momentos bem difíceis, mas, com certeza, eu faria tudo novamente.

Dentre tantas palavras que poderiam ser usadas para descrever esse momento, a palavra que escolho é felicidade, por tudo que aconteceu e por cada momento vivido.

Gostaria de agradecer a minha noiva, Isabel Costa, meu amor, minha companheira de vida e de sonhos, obrigado por estar ao meu lado em cada madrugada silenciosa, em cada cansaço disfarçado de força, e em cada conquista, grande ou pequena. Seu amor me fortaleceu, sua compreensão me acolheu, e sua presença tornou essa caminhada mais leve. Esta conquista também é sua — e sou imensamente grato por poder dividi-la contigo.

Agradeço aos meus pais, Eviviane Moises e Nilton Cesar, obrigado por cada gesto de amor, por cada sacrifício silencioso e por me ensinarem, com o exemplo, o valor da dedicação, da honestidade e da perseverança. Vocês sempre acreditaram em mim, mesmo quando os caminhos pareciam difíceis. Essa conquista é fruto da educação, do carinho e do apoio que recebi de vocês ao longo da vida.

À minha irmã, Mayara Santos, por ser uma presença constante, sua amizade, seu carinho e sua força sempre me deram ânimo para seguir em frente. Esta conquista também é sua, e levo comigo o orgulho de ser seu irmão.

Com muito carinho a minha avó, Clarisse Vieira, e meu avô, Severino Gomes, que sempre foram um exemplo de força, honestidade e motivação. Esta conquista também é dedicada a vocês, que plantaram em mim sementes de coragem e perseverança.

Não poderia deixar de agradecer a minha família, cunhados, sobrinha, tios, primos etc. Cada vitória minha carrega um pedacinho de vocês.

À minha orientadora, Ana Paula Freitas, obrigado por acreditar no meu potencial, por me desafiar a ir além e por estar sempre disposta a compartilhar seus conhecimentos com paciência, sensibilidade e rigor acadêmico. Sua escuta atenta, seus conselhos e sua confiança

foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional. Levo comigo não apenas os aprendizados acadêmicos, mas também o exemplo de dedicação, ética e paixão pelo que se faz.

Aos meus alunos, com todo carinho e admiração, vocês são parte essencial desta conquista. Obrigado por me desafiarem a ser um educador melhor a cada dia, por me inspirarem com sua curiosidade, energia e capacidade de ver o mundo com olhos sempre novos. Que esta dissertação reflita, em parte, a paixão que carrego por ensinar, que vocês me ajudaram a fortalecer.

A Júlio Cesar, meu amigo de verdade, obrigado por estar ao meu lado durante essa caminhada, oferecendo apoio nos momentos difíceis e comemorando comigo cada pequena vitória. Sua amizade foi um refúgio nos dias de cansaço e uma motivação constante para não desistir.

Chegar até aqui foi uma jornada intensa, repleta de desafios, aprendizados e crescimento. Nada disso teria sido possível sem as pessoas que estiveram ao meu lado ao longo desse caminho. A todos vocês, meu mais sincero e eterno agradecimento. Esta conquista é compartilhada com cada um que fez parte desta trajetória.

“A imaginação nos levará com frequência a mundos que nunca existiram. Mas sem ela não iríamos a lugar nenhum”. (Sagan, 2017, p. 30).

RESUMO

A Astronomia é um campo vasto e interdisciplinar, essencial no ensino de ciências devido à sua capacidade de despertar a curiosidade e de conectar os alunos a fenômenos naturais observáveis. No entanto, constantemente o seu ensino ocorre por meio do método tradicional, usando representações dos astros através de imagens e textos simplificados e distantes da observação do céu no cotidiano dos alunos, o que pode provocar dificuldades conceituais. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo investigar as possíveis contribuições da aprendizagem baseada em problemas (ABP) para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, cujos dados foram obtidos a partir de mapas conceituais, áudio gravações e questionário. A metodologia da ABP foi pautada nas sete etapas da Maastricht University, envolvendo 10 alunos do ensino fundamental II, pertencentes as turmas do 6º, 7º e 8º ano. Os resultados indicam que a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) contribuiu significativamente para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais pelos alunos do ensino fundamental II. Os mapas conceituais elaborados após a intervenção apresentaram avanços notáveis, com destaque para a diferenciação clara entre os corpos celestes, melhor organização hierárquica e uso mais preciso de palavras de ligação. As atividades práticas, como a observação do céu noturno despertaram grande interesse, possibilitando conexões entre teoria e realidade. As apresentações dos grupos por meio de maquetes, slides e jogos (como o RPG), demonstraram apropriação dos conceitos astronômicos, superação de concepções alternativas e o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e autonomia investigativa. Diante dos dados analisados, conclui-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas promoveu o protagonismo estudantil, estimulando a curiosidade, a pesquisa autônoma e o trabalho colaborativo. Ao envolver os alunos na resolução de problemas reais e significativos, a ABP favoreceu a construção de conhecimentos mais sólidos e conectados à realidade dos estudantes. Além disso, proporcionou um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e reflexivo, no qual os alunos puderam confrontar e superar concepções alternativas, demonstrando avanços conceituais e maior clareza na diferenciação e caracterização dos corpos celestes. Assim, a ABP mostrou-se uma abordagem com ganhos expressivos para o ensino de Astronomia no contexto do ensino fundamental.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em problemas; Astronomia; concepções alternativas sobre Astronomia; ensino de astronomia; mapas conceituais.

ABSTRACT

Astronomy is a vast and interdisciplinary field, essential in science education due to its ability to spark curiosity and connect students to observable natural phenomena. However, its teaching often relies on traditional methods, using representations of celestial bodies through simplified images and texts that are disconnected from students' everyday sky observations, which can lead to conceptual difficulties. From this perspective, the present study aims to investigate the possible contributions of Problem-Based Learning (PBL) to the understanding of the concepts of stars, planets, and natural satellites. This is a qualitative research study, with data collected through concept maps, audio recordings, and questionnaires. The PBL methodology followed the seven-step model of Maastricht University and involved 10 lower secondary students from 6th, 7th, and 8th grades. The results indicate that the application of Problem-Based Learning (PBL) significantly contributed to students' understanding of stars, planets, and natural satellites. The concept maps created after the intervention showed notable improvements, particularly in the clear differentiation between celestial bodies, better hierarchical organization, and more accurate use of linking words. Practical activities, such as nighttime sky observation, sparked strong interest and enabled connections between theory and real-life experiences. Group presentations using models, slides, and games (such as RPGs) demonstrated conceptual mastery in astronomy, correction of alternative conceptions, and the development of skills such as critical thinking, teamwork, and investigative autonomy. Based on the analyzed data, it is concluded that Problem-Based Learning promoted student protagonism by encouraging curiosity, independent research, and collaborative work. By engaging students in solving real and meaningful problems, PBL fostered the construction of more solid and relevant knowledge. Furthermore, it provided a more dynamic and reflective learning environment in which students were able to confront and overcome alternative conceptions, demonstrating conceptual progress and greater clarity in differentiating and characterizing celestial bodies. Thus, PBL proved to be an effective approach for teaching Astronomy in the context of elementary education.

Keywords: problem-based learning; astronomy; alternative conceptions in astronomy; astronomy teaching; concept maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Stonehenge	22
Figura 2 –	Aglomerado estelar R136	23
Figura 3 –	Estrela Sirius A	25
Figura 4 –	Estrela anã vermelha próxima Centauri	25
Figura 5 –	Betelgeuse	26
Figura 6 –	Comparação de dimensões estelares	26
Figura 7 –	Nebulosa de Órion	27
Figura 8 –	Sirius-A e Sirius-B através do Hubble	28
Figura 9 –	SN 1987 ^a após e antes da explosão da estrela	28
Figura 10 –	Pulsar no coração da nebulosa do caranguejo	29
Figura 11 –	A primeira imagem de um buraco negro	30
Figura 12 –	Simulação de um buraco negro	30
Figura 13 –	Mapeamento da estrutura espiral da nossa galáxia	31
Figura 14 –	Via láctea vista da Terra	32
Figura 15 –	Classificação das galáxias	32
Figura 16 –	Mercúrio	34
Figura 17 –	Vênus	35
Figura 18 –	Terra	36
Figura 19 –	Marte	36
Figura 20 –	Júpiter	37
Figura 21 –	Saturno	37
Figura 22 –	Urano	38
Figura 23 –	Netuno	39
Figura 24 –	Lua da Terra	40
Figura 25 –	Fobos	40
Figura 26 –	Luas galileanas	41
Figura 27 –	Titã e Encélado	41
Figura 28 –	Miranda	41
Figura 29 –	Componentes centrais da ABP	44
Figura 30 –	Etapas da aplicação da ABP	45
Figura 31 –	Um mapa conceitual mostrando as características dos mapas conceituais	48

Figura 32 –	O problema em ABP	59
Figura 33 –	Fases da análise de discurso proposta por Bardin	64
Figura 34 –	Construção dos mapas conceituais	67
Figura 35 –	Mapa conceitual do grupo 1 (MI1)	68
Figura 36 –	Mapa conceitual do grupo 2 (MI2)	73
Figura 37 –	Leitura e identificação do problema em ABP	79
Figura 38 –	Telescópio e binóculo utilizados no dia da observação do céu	82
Figura 39 –	Mapa lunar	83
Figura 40 –	Observação da lua	83
Figura 41 –	Observação das estrelas utilizando o Stellarium	84
Figura 42 –	Registros da Lua no dia da observação	86
Figura 43 –	Apresentação de slides realizado pelo grupo 2	89
Figura 44 –	RPG criado pelo Grupo 2	91
Figura 45 –	Representação do sistema solar feito pelo grupo 1	93
Figura 46 –	Apresentação de Slides realizado pelo grupo 1	94
Figura 47 –	Mapa conceitual do grupo 1 após a aplicação da ABP (MF1)	96
Figura 48 –	Mapa conceitual do grupo 2 após a aplicação da ABP (MF2)	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Concepções alternativas em Astronomia	18
Quadro 2 –	Concepções alternativas percebidas no trabalho de Annuniação (2020) e Marcos e Silva (2022)	21
Quadro 3 –	Classe espectral das estrelas e suas principais características	24
Quadro 4 –	Conceitos astronômicos abordados no ensino fundamental II na componente curriculares de ciências segundo a BNCC	53
Quadro 5 –	Perguntas utilizadas no questionário	56
Quadro 6 –	O processo de construção do problema em ABP	57
Quadro 7 –	Detalhamento da coleta de dados através de encontros presenciais e remoto	57
Quadro 8 –	Rubrica de pontuação para avaliação dos mapas conceituais	62
Quadro 9–	Concepções alternativas sobre estrelas, planetas e satélites naturais	78
Quadro 10 –	Concepções sobre estrelas, planetas e satélites naturais presentes nos mapas conceituais após a ABP	107
Quadro 11 –	Concepções alternativas presentes nos mapas conceituais após aplicação da ABP	109
Quadro 12 –	O corpus da pesquisa	112
Quadro 13 –	Unidades de contexto – Temas iniciais	113
Quadro 14 –	Categorização	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Desempenho de cada grupo em relação aos critérios estabelecidos	77
Gráfico 2 –	Desempenho dos grupos após a aplicação da ABP	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO/REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1	O ENSINO DA ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	17
1.2	A ASTRONOMIA	21
1.2.1	As estrelas	22
1.2.2	Os planetas	33
1.2.3	Os satélites naturais	40
1.3	A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	43
1.3.1	A estrutura da ABP	44
1.3.2	A Aplicação da ABP	46
1.4	MAPAS CONCEITUAIS	48
2	PROBLEMATIZAÇÃO	51
3	JUSTIFICATIVA	52
4	OBJETO DE ESTUDO	53
5	HIPÓTESE	54
6	OBJETIVOS	55
6.1	GERAIS	55
6.2	ESPECÍFICOS	55
7	METODOLOGIA	56
7.1	DESENHO DA PESQUISA	56
7.2	LOCAL DA PESQUISA	57
7.3	AMOSTRA DE PARTICIPANTES	57
7.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	59
7.5	RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES	59
7.6	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	59
7.7	PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS	61
8	ASPECTOS ÉTICOS	65
9	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	67
10	RESULTADOS	72
10.1	ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS PRÉVIOS	72
10.2	APLICAÇÃO DA ABP	83
10.3	A OBSERVAÇÃO DO CÉU NOTURNO	86

10.4	A APRESENTAÇÃO DOS GRUPOS	93
10.5	A CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS APÓS A ABP	99
10.6	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO	113
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
	REFERÊNCIAS	124
	ANEXOS	130

1 INTRODUÇÃO

A Astronomia é um ramo da ciência que estuda os corpos celestes e os fenômenos que acontecem fora da Terra. Dentre estes estudos, destacam-se a evolução estelar, características físicas, químicas, movimentos de objetos celestes, cometas, meteoros, asteroides, satélites naturais, planetas, estrelas, galáxias, nebulosas, buracos negros etc., bem como, a origem e desenvolvimento do universo (Borges; Rodrigues, 2022).

A Astronomia é uma área de destaque no ensino de ciências em virtude da facilidade em despertar a curiosidade dos alunos. Todavia, muitas vezes o ensino dessa área é realizado através de um método tradicional e conceitual, utilizando representações dos astros a partir de imagens e textos simplificados e distantes da observação do céu no cotidiano dos alunos, o que pode provocar dificuldades conceituais, deixando de lado a relevância histórico cultural desse campo das ciências (Langhi, 2011).

Nesse sentido, é importante destacar a persistência de concepções alternativas ou de explicações incompletas presentes nas concepções dos alunos sobre estrelas, planetas, satélites naturais e aspectos históricos, filosóficos e CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) da Astronomia. Logo, tais concepções são destacadas por Bartelmebs et al., 2020; Marcelino, 2020; Marcos e Silva, 2022; Paganotti et al., 2019; Rodrigues e Teixeira, 2021, o que demonstra a necessidade de se propor estratégias para o ensino que contribuam com as discussões e reflexões sobre a Astronomia na educação básica.

Nessa perspectiva, acredita-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), pode ser uma boa estratégia para promover a discussão sobre conceitos astronômicos, pois este método é baseado na apresentação de um problema, onde os discentes devem buscar soluções, construindo ao longo do percurso, os conhecimentos necessários para sua resolução, alcançando assim a aprendizagem (Pinto, 2021). Além disso, durante a ABP os alunos resgatam sua criticidade e criatividade, sendo necessário recorrerem aos seus conhecimentos prévios, estudando, debatendo, pesquisando, refletindo e estruturando suas ideias, na busca por solucionar o problema e conseqüentemente, apresentar os novos conhecimentos adquiridos (Ferreira, 2022; Munhoz, 2018).

Nesse contexto surgiu o seguinte problema de pesquisa, como a aprendizagem baseada em problemas pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de planetas, estrelas e satélites naturais?

Portanto, a referente pesquisa busca abordar conceitos astronômicos, como planetas, satélites naturais e estrelas através da Aprendizagem Baseada em Problemas, seguindo como

base as 7 etapas da Maastricht University (2019), buscando-se investigar como a ABP pode contribuir para a aprendizagem de conceitos astronômicos com alunos do ensino fundamental.

1.1 O ENSINO DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Atualmente, no Brasil percebe-se uma preocupação sobre o ensino de Astronomia na educação básica, pois conforme está previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 faz-se necessário a inserção de temas ligados a Astronomia. Esta temática está no eixo temático “Terra e Universo”, onde são abordados os conceitos introdutórios dos astros e do próprio entendimento de universo, espaço, matéria e tempo, havendo a exemplificação com os fenômenos naturais, o ser humano e a vida na Terra (Alho, 2019).

Nessa perspectiva, o ensino de Astronomia oferece aos alunos a oportunidade de ter uma visão de como foi construído o conhecimento humano ao longo dos séculos, demonstrando de forma prática como o ser humano buscava respostas que explicassem os fenômenos que eram observados no céu (Langhi e Nardi, 2014).

Logo, o ensino de Astronomia apresenta aspectos motivacionais e interdisciplinares, pois seu laboratório, é o céu, de fácil acesso e gratuito para todos, o que facilita a execução de atividades, além de não necessariamente utilizar materiais de alto custo. Vale destacar que este ensino pode contribuir para a desmistificação de ideias ou concepções alternativas sobre os fenômenos celestes (Langhi e Nardi, 2014).

Dentre outros motivos que justificam o ensino da Astronomia, destaca-se o notável avanço nos últimos anos na obtenção de dados através de telescópios e sondas, que vem fornecendo uma grande quantidade de informações, sendo necessário cada vez mais, estudos que tratem desses dados e contribuam para a evolução deste conhecimento (Araújo, Júnior e Romeu, 2022).

A Astronomia é uma área de destaque no ensino de ciências, devido a sua facilidade em despertar a curiosidade nos alunos. Todavia, muitas vezes o ensino dessa área é realizado de forma tradicional e conceitual, utilizando representações dos astros a partir de imagens e textos, sendo simplificadas e distantes da observação do céu, podendo provocar dificuldades conceituais e uma percepção espacial limitada, pois deixam de lado a relevância histórico-cultural desse campo das ciências, podendo provocar uma compreensão incompleta ou equivocada sobre o que é o cosmos e as características dos corpos celestes.

Nessa perspectiva, Langhi (2011) destaca a persistência de concepções alternativas ou de explicações incompletas presentes em alunos e professores sobre conceitos/ideias astronômicas. Logo, com base no trabalho de Langhi (2011) foi feito um recorte, destacando no quadro abaixo as concepções alternativas em Astronomia, ou seja, conceitos e ideias do senso comum, acerca das estrelas, planetas, satélites naturais, aspectos históricos, filosóficos e CTS (ciência, tecnologia e sociedade) da Astronomia.

Quadro 1 – Concepções alternativas em Astronomia.

Conceitos e ideias	Concepções alternativas
Estrelas	<ul style="list-style-type: none"> • O Sol é uma bola de fogo; • Constelação é um conjunto de estrelas que forma uma figura no céu; • Constelação é um conjunto de estrelas que estão fisicamente próximas entre si; • As estrelas do céu são eternamente fixas, não havendo alterações do cenário celeste no decorrer das horas e dos meses; • As estrelas possuem pontas; • Para diferenciar uma estrela de um planeta, ao se olhar para o céu, basta simplesmente verificar se o brilho está oscilante, ou seja, a luz da estrela ‘pisca’ e a do planeta é sempre constante; • Ao observar através de um telescópio, é possível ver uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos das publicações.
Planetas	<ul style="list-style-type: none"> • Predominante visão geocêntrica do Universo; • Júpiter é um planeta inteiramente gasoso (bola de gás), assim como os demais planetas gigantes; • A estrela d'alva não é um planeta; • Há estrelas entre os planetas do Sistema Solar; • Saturno é o único planeta que possui anéis; • Plutão deixou de existir, pois não é mais considerado planeta; • O Sistema Solar termina no último planeta; • Falta de atualizações das características planetárias, segundo novas pesquisas;
Satélites naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de atualização das novas descobertas de luas (satélites naturais) dos planetas; • Não há gravidade na Lua, pois ela não possui atmosfera (ar); • Associação da presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, com a impossibilidade do seu aparecimento em plena luz do dia.
Aspectos históricos, filosóficos e CTS	<ul style="list-style-type: none"> • A Astronomia é uma ciência muito distante de nós; • Os astronautas em órbita da Terra flutuam porque não há gravidade no espaço (gravidade zero); • Desconhecimento da possibilidade de se observar satélites artificiais à vista desarmada; • Falhas no incentivo à prática observacional do céu nas escolas;

Fonte: Elaborado a partir de Langhi (2011).

Nessa perspectiva, Langhi (2011) destaca ainda os principais problemas persistentes com relação a Astronomia no Brasil, dentre eles: a lacuna presente na formação inicial dos professores de educação básica sobre os conteúdos e metodologias no ensino da Astronomia;

cursos de curta duração (formação continuada) que não promovem uma mudança significativa/efetiva na prática docente em Astronomia; Carência de material bibliográfico de linguagem acessível e fontes confiáveis de informações sobre Astronomia; O descompasso entre a proposta dos PCN e o trabalho escolar sobre a Astronomia; espetacularização excessiva da mídia sobre temas e fenômenos astronômicos; Escassez de estabelecimentos astronômicos como observatórios e planetários, e a dificuldade em estabelecer uma relação com a comunidade escolar; Persistência de erros conceituais em materiais didáticos; poucas pesquisas sobre a educação em Astronomia; perda de valorização cultural e falta do hábito de olhar para o céu; Falta de atualizações dos professores sobre informações da Astronomia como eclipses e chuvas de meteoros que possam ser utilizadas em aulas.

Nessa perspectiva, segundo Langhi (2011, p. 391) “reconhecer a existência de concepções alternativas em Astronomia não garante uma mudança efetiva quanto à inserção deste tema na educação básica e na formação de professores”, logo, tanto os professores como os alunos permanecem com suas concepções básicas, ou seja, continuam possuindo ideias astronômicas pautadas no senso comum.

Trabalhos como os de Oliveira et al., 2024; Santos, Malacarne e Langui, 2023; Slovinski, Alves-Brito e Massoli, 2023, reforçam a presença de lacunas na formação inicial dos professores acerca do ensino de astronomia, destacando que grande parte dos professores não tem contato com a astronomia durante a graduação, sendo um fator que dificulta o ensino da astronomia na educação básica.

A seguir, serão destacados trabalhos mais atuais que reforçam a persistência de concepções alternativas em Astronomia com ênfase em planetas, satélites naturais e estrelas.

O primeiro deles, Marcelino (2020) realizou uma pesquisa com 77 alunos do ensino médio utilizando um questionário com cinco questões, dentre elas, solicitou aos alunos que escrevessem o nome de um planeta rochoso (Telúrico) e um planeta gasoso (Joviano). Ao analisar as respostas percebeu que 31 dos alunos erraram a resposta ou não sabiam responder. Logo, em outra questão, ao pedir aos alunos para citarem um corpo celeste sem ser o Sol ou planetas, notou que 26% destes não sabiam citar nenhum corpo sem ser o Sol e os planetas. Nesse sentido, o pesquisador aponta um quadro alarmante, pois mesmo em questões classificadas como simples, percebeu-se diversas complicações nas respostas dos alunos, demonstrando a falta de conhecimentos básicos sobre a Astronomia.

Dando continuidade, Bartelmebs et al. (2020) entrevistaram 15 estudantes do ensino fundamental I de 5 escolas públicas, com objetivo de compreender quais os conhecimentos dos alunos sobre as fases da lua, estações do ano e eclipses. Ao analisar os resultados perceberam

que os alunos entendem que as fases da lua são provocadas pelas nuvens do céu noturno, entendendo que a lua só é visível no céu durante a noite. Além disso, sobre as estações do ano, os alunos a explicam como provenientes de alterações climáticas, acerca dos eclipses os alunos não conseguiram demonstrar de forma adequada como ocorre esse fenômeno.

No ensino médio, Paganotti et al. (2019) realizaram uma pesquisa com 120 estudantes do terceiro ano em cinco escolas, utilizando um questionário de seis questões objetivando verificar os conhecimentos dos alunos sobre os planetas e planetas anões do sistema solar. Em uma das questões solicitaram aos alunos que listassem o nome dos planetas que compõem o sistema solar atualmente, e notaram que os alunos citaram Plutão como planeta, o Sol como planeta e ainda respostas que listaram um número incompleto de planetas no sistema solar. Além disso, ao perguntarem se os alunos conheciam a definição de planeta anão e em seguida listar quais fazem parte do sistema solar, perceberam que vários alunos não responderam e outros citaram planetas como resposta a planetas anões. Portanto, os pesquisadores destacam que os alunos apresentam dificuldades em responder as perguntas, muitas vezes desconhecendo os conceitos astronômicos ou misturando-os.

Ainda na Educação básica, Rodrigues e Teixeira (2021) realizaram um estudo com alunos com objetivo de compreender as concepções sobre Astrofísica estelar entre participantes de uma atividade de divulgação científica. Logo, ao aplicarem um questionário online, contando com um total de 27 respostas, ao indagarem, por exemplo, sobre quem estaria mais distante de nós: a lua, sol ou as estrelas, 15% afirmaram que era o Sol e 4% disseram não sabiam. Demonstrando que um quinto das pessoas (19%) possuem uma visão equivocada sobre o tema. Outro exemplo, foi quando perguntaram se a forma de produção de energia das estrelas era semelhante à energia oriunda dos combustíveis fósseis, 15% dos alunos responderam que sim, e outros 15% afirmaram que não sabiam. Ou seja, 30% dos estudantes, não compreendem o processo de produção de energia e a formação dos átomos através de fusões nucleares nas estrelas.

Além disso, Marcos e Silva (2022) realizaram uma pesquisa com 27 alunos do 1º ano do ensino médio, e dentre as etapas do trabalho, buscaram identificar, por exemplo, as concepções desses estudantes sobre estrelas e planetas. Na mesma perspectiva, Anunciação (2020), realizou um estudo com alunos do 9º ano do ensino fundamental, e dentre uma das etapas, aplicou um questionário aos alunos, e algumas das perguntas abordavam características sobre as estrelas. A seguir, será feito um recorte das respostas dos alunos acerca dos conceitos de estrelas e planetas, sendo criado o quadro 2, que destaca as concepções alternativas

percebidas nas respostas desses alunos, baseado nos trabalhos de Anuunciação (2020) e Marcos e Silva (2022).

Quadro 2 – Concepções alternativas percebidas no trabalho de Anuunciação (2020) e Marcos e Silva (2022).

Conceitos	Concepções alternativas
Estrelas	<ul style="list-style-type: none"> • Quando olhamos para elas, brilham; • Acho que é uma rocha chumindo; • Eu fico pensando que são pequenas pedras, como meteoros; • Mini meteoros; • São pequenas, elas piscam e caem; • Estrelas: pontos brilhantes no céu. • Bom as estrelas eu diferencio porque acho elas pequenas, os planetas porque são imenso e tem vários assim como as estrelas. • Estrela reflete luz; • Estrela não possui luz própria; • Toda estrela já morreu; • Estrelas possuem pontas; • Estrela é menor que o sol;
Planetas	<ul style="list-style-type: none"> • São gigantes e misteriosos; • Todos poderiam ser habitados; • São grandes constituições formadas de Terra e lixo espacial, que demorou milhões de anos para se formarem; • Tem seu brilho fixo; • Grandes e bonitos, são posso vê-los a olho nu; • Planetas: asteroides gigantes que fica em movimento no espaço.

Fonte: Elaborado a partir de Anuunciação (2020) e Marcos e Silva (2022).

Portanto, percebe-se a existência de concepções alternativas em Astronomia na educação básica, ideias que são pautadas no senso comum, tais como a percepção de que estrelas “piscam e caem”, “refletem luz” e “possuem pontas”. Todavia, perceber tais visões distorcidas não garantem uma mudança quanto a discussão deste tema na educação, é necessário compreender as ideias centrais da Astronomia, até chegar no conceito e nas características de estrelas, planetas e satélites naturais relacionando-os com a história da humanidade.

1.2 A ASTRONOMIA

A Astronomia é um ramo da ciência que estuda os corpos celestes e os fenômenos que acontecem fora da Terra. Dentre estes estudos, destacam-se a evolução estelar, características físicas, químicas e movimentos de objetos celestes, cometas, meteoros, asteroides, satélites naturais, planetas, galáxias, nebulosas, buracos negros etc., bem como a origem e desenvolvimento do universo (Borges; Rodrigues, 2022).

Nessa perspectiva, a Astronomia é uma das ciências mais antigas que se tem conhecimento, estando presente em culturas pré-históricas, como pode ser visto no monumento Stonehenge (figura 1) localizado em Wiltshire na Inglaterra, erguido por volta do ano 2500 a.C. O monumento refere-se a um círculo de pedras que possivelmente era utilizado como calendário celestial, pois os espaços no anel de pedras do lado externo encontram-se perfeitamente alinhados com o solstício de verão e de inverso (Muckerman, 2023).

Vale ressaltar que diversas culturas ao longo da história desenvolveram formas de se relacionar com o céu. Povos como os maias, egípcios, chineses e babilônios observavam os astros para criar calendários, orientar plantações e realizar rituais religiosos. Essas observações marcaram o início da astronomia como conhecimento sistemático. Assim, a busca por entender o movimento dos corpos celestes era também uma forma de interpretar o mundo e seus mistérios. Desse modo, a astronomia surgiu como uma ciência fundamental para diversas civilizações.

Figura 1 – Stonehenge.



Fonte: A. Pattenden/English Heritage/Divulgação via Reuters (2020).

A Astronomia por ser uma área de pesquisa ampla, possui várias campos e subcampos de estudo. Neste trabalho iremos destacar: a Astronomia planetária que se refere ao estudo de corpos não estelares, dentre eles planetas, satélites naturais, cometas e meteoros; Astronomia estelar cujo ramo de estudo são as estrelas, pesquisando sobre sua formação, evolução e a própria “morte estelar”; Astronomia galáctica e extragaláctica, sendo a primeira delas centrada no estudo da nossa galáxia (via láctea) e a segunda foca em objetos que estão fora da dela, estudando principalmente outras galáxias (Borges; Rodrigues, 2022).

Nessa perspectiva, será mostrado algumas definições e características sobre alguns tópicos relacionados ao ramo de estudo da Astronomia que serão abordados nessa pesquisa, a saber: estrelas, planetas e satélites naturais.

1.2.1 As Estrelas

As estrelas são corpos celestes que por meio de reações de fusão nuclear produzem energia, ou seja, possuem luz própria. Logo, além de produzirem luz e energia, as estrelas também produzem elementos químicos como carbono, nitrogênio e oxigênio, através da fusão nuclear, ou seja, esses processos de fusão fundem núcleos de elementos transformando-os em novos núcleos (novos elementos químicos), em outras palavras, elementos mais leves, dando início na transformação do hidrogênio em hélio, são transformados em elementos químicos mais pesados, ocorrendo a liberação de energia (Arany-Prado, 2006; Goncalves; Lazzari, 2020; Nasa Science, 2023).

Nessa perspectiva, podemos destacar algumas características que determinam as peculiaridades de cada estrela, são elas:

I) Massa: a massa estelar determina a gravidade e tempo de vida de uma estrela. Logo, estrelas com pouca massa vivem mais que estrelas de maior massa, consequentemente, estrelas mais massivas são mais raras por viverem menos. A estrela de maior massa conhecida é a R136a1, que possui tempo de vida de 3 milhões de anos, significativamente menor que a vida do sol (em torno de 10 bilhões de anos), devido a sua enorme massa, com mais de 250 massas solares. A estrela R136a1 se encontra no aglomerado R136 (figura 2) que abriga muitas estrelas extremamente massivas, quentes e luminosas, localizada na Nebulosa da Tarântula, dentro da Grande Nuvem de Magalhães, a cerca de 170.000 anos-luz¹ de distância (Arany-Prado, 2006; Nasa Science, 2023; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Figura 2 – Aglomerado Estelar R136



Fonte: NASA, 2016. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/hubble-unveils-monster-stars>>. Acesso em: 03 nov. 2023.

¹ O ano-luz é uma unidade de comprimento utilizada para expressar distâncias astronômicas correspondendo a 9,46 trilhões de quilômetros. Pela União Astronômica Internacional, o ano-luz é a distância percorrida pela luz no vácuo em um ano.

II) Temperatura: As estrelas são formadas por plasma que é um estado de agregação da matéria cujas partículas se encontram em alto grau de agitação, cujas energias são superiores as que mantem os elétrons ligados ao núcleo atômico, logo os átomos têm seus elétrons arrancados, formando íons. A temperatura da superfície de uma estrela normalmente varia de 2.000 K a 40.000 K, no entanto, no núcleo as temperaturas podem variar de 10 milhões a 5 bilhões de Kelvins. Nesse sentido, as estrelas podem ser classificadas pela sua temperatura através da classe espectral (estabelecida em 1890 denominada Harvard Spectral Sequence), como: M, K, G, F, A, B e O, ocorrendo um aumento na temperatura da classe M até a classe O (tabela 1) (Arany-Prado, 2006; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Quadro 3 – Classe espectral das estrelas e suas principais características.

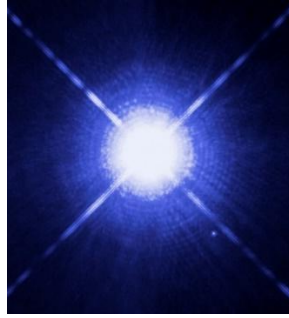
Classe Espectral	Cor da Estrela	Temperatura Superficial (K)	Exemplo
O	azul	30.000	Mintaka
B	branco-azulado	20.000	Rigel
A	branco	10.000	Sírius
F	branco-amarelado	7.000	Prócion
G	amarelo	6.000	Capella
K	alaranjado	4.000	Aldebarã
M	vermelho	3.000	Betelgeuse

Fonte: Ppgenfis, 2002. Disponível em:<https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008_02/Claudia/classificacaoespectral.html>. Acesso em: 15 jan. 2024.

Portanto, podemos perceber (quadro 3) que existe uma relação entre as temperaturas e as cores das estrelas, onde as mais quentes são azuladas, ficando cada vez mais próximas do vermelho à medida que a temperatura diminui. Logo, Estrelas azuladas são mais quentes, mais luminosas e consequentemente consomem mais combustível, enquanto estrelas vermelhas por serem mais frias consomem menos combustível possuindo um maior tempo de vida.

III) Luminosidade e brilho: A luminosidade é a quantidade de energia luminosa emitida na superfície da estrela por segundo, enquanto o brilho refere-se à quantidade de energia luminosa que incide sobre uma área de 1 m² por segundo. Nesse sentido, o brilho depende da distância em que a estrela se encontra de um dado referencial, enquanto a luminosidade não depende da distância. Nesse sentido, podemos destacar Sirius A (figura 3) que é a estrela mais brilhante do céu noturno, estando a 8,6 anos-luz de distância, sendo o quinto sistema estelar mais próximo conhecido (Arany-Prado, 2006; Goncalves; Lazzari, 2020; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Figura 3 – Estrela Sirius A



Fonte: Esahubble, 2005. Disponível em: <<https://esahubble.org/images/heic0516a/>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

IV) Dimensões: o tamanho das estrelas é medido em raios solares (R_{\odot}), onde um raio solar ($1 R_{\odot}$) corresponde a 696.340 km. Logo, as menores estrelas conhecidas são chamadas de anãs vermelhas, podendo ter apenas 10% da massa do sol emitindo em torno de 0,01% de energia. Sua temperatura pode variar de 3.000 K a 4.000 K, por ser pequena e de temperatura baixa possuem uma vida útil de dezenas de milhares de milhões de anos, sendo as mais numerosas do universo. Nesse sentido, podemos citar a anã vermelha Proxima Centauri (figura 4) que é a estrela mais próxima do nosso sistema solar, estando a pouco mais de 4 anos-luz de distância, localizada na constelação meridional de Centaurus (Arany-Prado, 2006; Mcelligott et al, 2023; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Figura 4 – Estrela anã vermelha Proxima Centauri.

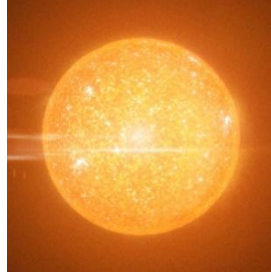


Fonte: ESA/Hubble e NASA, 2023. Disponível em: <<https://universe.nasa.gov/stars/types/#:~:text=Red%20dwarfs%20are%20the%20smallest,orange%20in%20color%20than%20red.>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

Todavia, as estrelas de maiores dimensões conhecidas são chamadas de hipergigantes, podendo ter mais de 100 vezes a massa do sol, possuindo temperaturas superiores a 30.000 K. As hipergigantes podem emitir centenas de milhares de vezes mais energia que o sol, o que faz com que essas estrelas possuam uma vida curta de apenas alguns milhões de anos, sendo extremamente raras na Via Láctea. Logo, podemos citar Betelgeuse (figura 5) que é uma estrela supergigante vermelha possuindo uma tonalidade vermelho-alaranjada, estando a cerca de 700

anos-luz de distância, tendo em torno de 300 vezes o tamanho do sol, sendo 15 vezes mais massiva (Arany-Prado, 2006; Gohd, 2023).

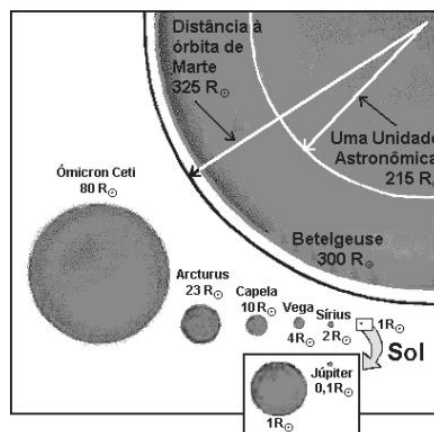
Figura 5 – Betelgeuse.



Fonte: NASA's Goddard Space Flight Center da NASA/Chris Smith (KBRwyle), 2023. Disponível em: <<https://universe.nasa.gov/stars/types/#:~:text=Red%20dwarfs%20are%20the%20smallest,orange%20in%20color%20than%20red.>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

Nessa perspectiva, podemos comparar a dimensão de algumas estrelas (figura 6) sendo o sol relativamente pequeno comparado as outras estrelas, enquanto Sírius possui em torno de 2 vezes o tamanho do sol, Betelgeuse mostra-se 300 vezes maior. Logo, se formos comparar, por exemplo, o tamanho relativo do sol com o maior planeta do sistema solar, Júpiter, se faz necessário uma ampliação da área ocupada pelo desenho do sol, devido ao seu tamanho ser consideravelmente pequeno (Arany-Prado, 2006).

Figura 6 – Comparação de dimensões estelares.



Fonte: Arany-Prado (2006).

As estrelas possuem um ciclo de vida, pois têm nascimento, vida e morte. Logo, quanto ao seu nascimento “formação estelar”, estas nascem através de nuvens de poeira, sendo necessária um colapso das partículas de poeira por meio da atração gravitacional. À medida que a nuvem de poeira entra em colapso, o material no centro começa a aquecer, ficando cada vez mais denso e acumulando cada vez mais poeira e gás, sendo o ponto inicial para a formação da estrela.

Um exemplo é a Nebulosa de Órion (figura 7), localizada a 1.500 anos-luz de distância, sendo a região de formação estelar mais próxima da Terra, apresentando mais de 3.000 estrelas de diversos tamanhos, possuindo estrelas, massivas e jovens, e pilares de gás denso que podem ser os lares de estrelas em formação (Smith, 2021).

Figura 7 – Nebulosa de Órion.



Fonte: Hubblesite, 2006. Disponível em: < <https://hubblesite.org/contents/media/images/2006/01/1826-Image.html> >. Acesso em: 10 nov. 2023.

De modo geral, quando uma estrela funde todo o hidrogênio presente em seu núcleo, as reações nucleares irão parar, o que provoca o colapso do núcleo, ficando ainda mais quente. Neste processo, o hidrogênio presente fora do núcleo (camada que envolve o núcleo) inicia o processo de fusão nuclear, logo, o núcleo que se encontra cada vez mais quente empurra as camadas mais externas da estrela, fazendo com que se expandam e esfriem, transformando a estrela em uma gigante vermelha (Arany-Prado, 2006; Nasa Science, 2023). Portanto a morte da estrela pode seguir caminhos diferentes a depender do tamanho do núcleo, por exemplo: I) Anã branca; II) Supernovas; III) Estrela de nêutrons; IV) Buracos negros.

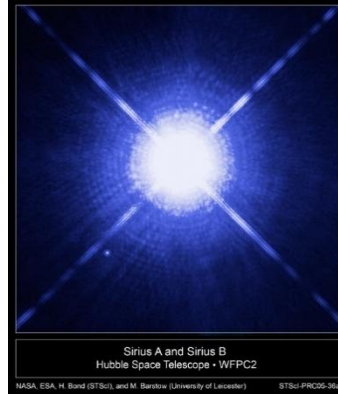
I) Anã branca: As estrelas de massa próximas do Sol ao fim de suas vidas, ao fundirem todo o hidrogênio e recomeçar o processo de fusão nuclear em camadas envolvendo o núcleo, promovem a ejeção das camadas mais externas, fazendo com que esse processo continue até que o núcleo seja completamente exposto, formando a anã branca, que possui em geral tamanhos próximos ao do planeta Terra (Arany-Prado, 2006; Nasa Science, 2023).

Em geral, as anãs brancas são pequenas, por exemplo, Sirius-B que possui raio menor que a Terra, porém uma alta densidade. Logo, a imagem do Telescópio Espacial Hubble do sistema estelar binário² de Sirius-A e Sirius-B (figura 8) demonstra que o grande destaque é Sirius-A (no centro da imagem), sendo consideravelmente maior que sua companheira Sirius-B (pequeno ponto no canto inferior esquerdo), que é uma anã branca pequena, quente e azulada.

² Um sistema estelar binário é um sistema compostos por dois corpos celestes que orbitam um centro de massa em comum.

Logo, Sirius-B é uma anã branca, pois em um certo momento esgotou sua fonte de combustível nuclear o que ocasionou sua redução de tamanho, possuindo, por exemplo, uma luz mais fraca que Sirius-A em torno de 10.000 vezes (Nasa, 2005; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Figura 8 – Sirius-A e Sirius-B através do Hubble.

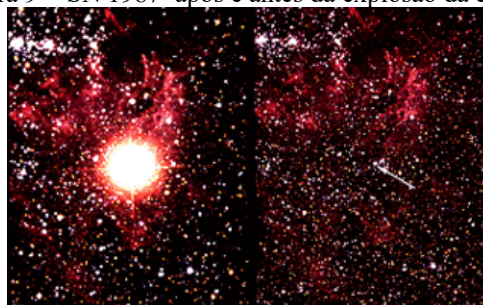


Fonte: Hubblesite, 2005. Disponível em: < <https://hubblesite.org/contents/media/images/2005/36/1820-Image.html?news=true> >. Acesso em: 12 nov. 2023.

II) Supernovas: As estrelas superiores a oito massas solares ($8 M_{\odot}$) estão destinadas a morrerem através da supernova que representa a explosão das camadas superficiais e do núcleo estelar. Nesse processo, à medida que a estrela fica sem combustível nuclear, inicia-se o colapso da estrela, o que resulta na explosão da supernova. Durante esse processo, a temperatura pode chegar em torno de 100 bilhões de graus, o que torna possível a produção dos mais diversos elementos químicos e de partículas subatômicas (Arany-Prado, 2006; Nasa, 2013; Nasa Science, 2023).

De tal forma, podemos citar a supernova 1987A (SN 1987A), localizada na vizinha grande nuvem de Magalhães, que brilhou com poder por volta de 100 milhões de sóis por vários meses, sendo descoberta em 23 de fevereiro de 1987. Ao observarmos a figura 9 podemos perceber que a esquerda se encontra a SN 1987A após a explosão da estrela, enquanto à direita está a estrela antes de explodir, o que nos leva a perceber o enorme aumento no brilho provocado pelo início da supernova (Nasa, 2013; Nasa, 2017).

Figura 9 – SN 1987ª após e antes da explosão da estrela.



Fonte: NASA, 2021. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-a-supernova.html>>. Acesso em: 02 dez. 2023.

III) Estrela de nêutrons: Esse tipo de estrela é formado quando o núcleo estelar no centro de uma supernova possui de 1,4 a 3 M_{\odot} . Neste caso, o colapso do núcleo irá continuar até formar nêutrons. Essas estrelas são extremamente densas, possuindo uma altíssima gravidade e fortes campos magnéticos que aceleram partículas atômicas em torno de seus polos, produzindo feixes de radiação (Arany-Prado, 2006; Nasa Science, 2023).

Nesse sentido, podemos citar um tipo de estrela de nêutrons conhecido como pulsar, que segundo Silva, Binoti e Dilem (2023, p. 152), “é uma estrela de nêutrons com uma enorme rotação e um intenso campo magnético, que emite energia em feixes estreitos de radiação eletromagnética ao longo de seus polos”. Logo, esses pulsos são altamente regulares e de curta duração, ocorrendo sempre que o polo magnético dessa estrela estiver passando na linha de visão.

Logo, podemos observar a imagem tirada do telescópio Hubble que mostra o pulsar presente no coração da nebulosa do caranguejo (figura 10) observando atentamente a imagem, podemos notar que no centro fios brilhantes se movem para fora do pulsar (sendo a estrela mais à direita das duas estrelas mais brilhantes próximas ao centro da imagem) formando um anel de expansão, isso se deve a partículas altamente energéticas que são ejetadas para o espaço (Hester; Scowen, 1996).

Figura 10 – Pulsar no coração da Nebulosa do Caranguejo.



Fonte: skyatnightmagazine, 2020. Disponível em: <<https://www.skyatnightmagazine.com/space-science/what-is-a-pulsar-a-complete-guide-to-spinning-neutron-stars>>. Acesso em: 02 dez. 2023.

IV) Buracos negros: Caso o núcleo estelar no centro da supernova seja maior que 3 M_{\odot} , o colapso irá resultar na formação de um buraco negro, que é um objeto que possui densidade infinita, sendo tão forte que nada consegue escapar, nem mesmo a luz. As observações desse objeto só são possíveis graças a alta emissão de raios X e raios gama durante a captação de

estrelas que são aquecidos a enormes temperaturas durante esse processo (Arany-Prado, 2006; Nasa Science, 2023).

Nesse sentido, após a formação do buraco negro, este pode continuar crescendo através da matéria que é atraída por ele, como gás de estrelas e planetas. Assim, em 2019 foi capturado a primeira imagem de um buraco negro (figura 11), através da colaboração internacional conectando oito radiotelescópios terrestres e utilizando o Event Horizon Telescope (EHT). A imagem, mostra-se como um círculo central escuro, rodeado de um disco de matéria brilhante, o buraco negro está localizado na galáxia M87, estando a 55 milhões de anos-luz de distância, possuindo massa superior a 6 bilhões M_{\odot} (Garner, 2020).

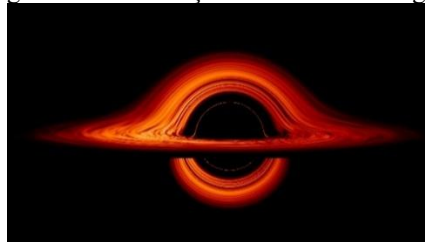
Figura 11 – A primeira imagem de um buraco negro.



Fonte: Event Horizon Telescope Collaboration, 2019. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/at-last-a-black-holes-image-revealed/>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

Nesta perspectiva, por meio da simulação feita pela Nasa de um buraco negro (figura 12), podemos observar com mais clareza como a gravidade distorce a luz, formando uma aparência disforme, cuja matéria em queda forma o disco de acreção, que pode ser visto como uma estrutura fina e quente que envolve o círculo central (Reddy, 2019).

Figura 12 – Simulação de um buraco negro.



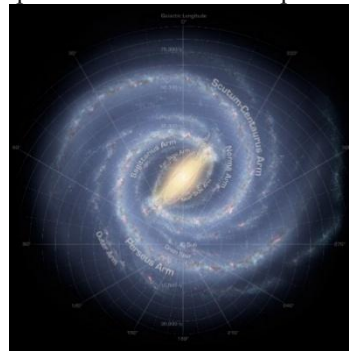
Fonte: NASA, 2019. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/universe/nasa-visualization-shows-a-black-holes-warped-world/>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

Portanto, podemos perceber que a depender do tamanho do núcleo da estrela ela morre de formas diferentes. Todavia, na perspectiva da história da humanidade, os humanos sempre tiveram bastante curiosidade sobre o que observavam no céu noturno, em um local e uma época sem que houvesse poluição luminosa e atmosférica, observava-se uma faixa esbranquiçada no

céu em que os antigos a nomearam como *Via Láctea*, que significa caminho de leite, os gregos antigos, se referiam a esta faixa como *Galaxias Kyklos* que quer dizer círculo de leite. Nesse sentido, *Galaxias Kyklos* ou *Via Láctea* foram alguns dos nomes dados aquela faixa, que é formada por bilhões de estrelas, entrecortada de manchas escuras que são nuvens imensas de gás e poeira. Atualmente, a Via Láctea refere-se a nossa galáxia como um todo (Arany-Prado, 2006).

Logo, a nossa galáxia é caracterizada por possuir diversos corpos celestes, possuindo um centro gravitacional comum, classificada como galáxia espiral barrada, pois possui “braços” de estrelas e nuvens de gás e poeira. Deste modo, podemos perceber que a Via láctea (figura 13) possui dois braços principais (Scutum-Centaurus e Perseus) que estão presos às extremidades da barra central, possuindo dois braços menores (Norma e Sagitário) que estão inseridos entre os braços principais (Nasa, 2015).

Figura 13 – Mapeamento da estrutura espiral da nossa galáxia.



Fonte: NASA, 2023. Disponível em: < <https://science.nasa.gov/resource/the-milky-way-galaxy/>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

Nessa perspectiva, os braços principais possuem alta densidade e agrupam estrelas jovens e velhas, enquanto os braços menores são compostos principalmente de gás e poeira, podendo formar novas estrelas. Todavia, o Sol encontra-se em um braço parcial (órion ou esporão de órion) localizado entre os braços de Sagitário e Perseu (Nasa, 2015).

Além disso, a Via láctea possui um diâmetro de cerca de 98 mil anos-luz (930.000.000.000.000.000 de quilômetros), sendo composta por aproximadamente 100 bilhões de estrelas. Uma vez que o nosso sistema solar está inserido na Via Láctea, estando a aproximadamente 26 mil anos-luz do centro da galáxia, o céu noturno visto em locais com pouca poluição luminosa, a forma da galáxia mostra-se como um caminho de leite, que é uma faixa clara e brilhante que atravessa o céu, sendo formada por bilhões de estrelas e poeira cósmica (Via Láctea) como pode ser visto na figura 14 (Arany-Prado, 2006).

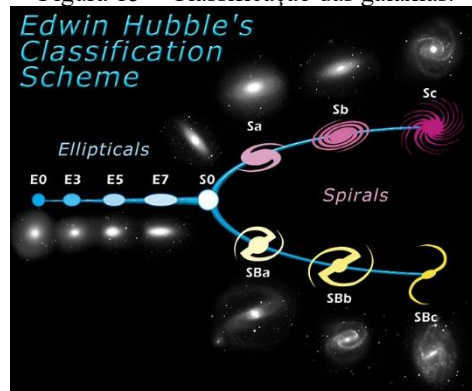
Figura 14 – Via Láctea vista da Terra.



Fonte: Mapadoceu, 2023. Disponível em: <<https://www.mapadomeuceu.com.br/blog/via-lactea/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

O universo observável³ possui em torno de 60 bilhões de galáxias com formas e tamanhos variados, possuindo cerca de 100 a 200 bilhões de estrelas cada uma delas. Em 1926, Edwin Hubble desenvolveu um diagrama a fim de classificar as galáxias (figura 15) em elípticas e espirais. As elípticas são enumeradas de zero a sete (os numerais caracterizam a elipticidade) sendo o E0 quase redondo, enquanto E7 é bastante elíptico. Além disso, podemos notar que as espirais recebem letras que vão de “a” a “c” que se refere a compactidade de seus braços, ou seja, “Sa” possui braços enrolados mais firmemente, já “Sc” possui braços enrolados de maneira mais frouxa (mais espaçados).

Figura 15 – Classificação das galáxias.



Fonte: Esahubble (1999). Disponível em: <<https://esahubble.org/images/heic9902o/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Ao observarmos a classificação de Hubble, percebemos ainda que existem dois grupos de galáxias espirais, a primeira delas descritas como “Sa, Sb e Sc” se referem as galáxias espirais normais, enquanto as “SBa, SBb e SBc” remetem a galáxias espirais barradas.

Dessa forma, podemos perceber diversas características das estrelas, como o seu processo de formação, variedade de tamanhos, cores e temperaturas, até chegar a aglomerados estelares e galáxias. Todavia, quais as diferenças entre esses corpos celestes quando

³ O universo observável refere-se a região do universo que contém toda matéria que pode ser observada da Terra através dos telescópios e sondas exploratórias na atualidade.

comparados a planetas? No tópico a seguir, será destacado desde a definição até as características e exemplos de planetas pertencentes ao sistema solar.

1.2.2 Os Planetas

Originalmente, os planetas eram definidos, segundo a União Astronômica Internacional (UAI), como objetos que se moviam no céu noturno em relação ao fundo de estrelas fixas. Em 2006, por meio da participação dos astrônomos presentes na assembleia geral da UAI, foi construída a definição formal de planeta, onde foram definidas as seguintes características: deve orbitar uma estrela; deve ser grande o suficiente para ter uma gravidade que o force a possuir forma esférica e deve ser grande o suficiente para que sua gravidade tenha eliminado quaisquer outros objetos de tamanho semelhante perto de sua órbita em torno do sol (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Com o passar do tempo, os objetos categorizados como planetas foram mudando, os gregos, por exemplo, definiam como planetas a Lua, o Sol da Terra, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Nessa perspectiva, a Terra não era considerada como planeta, e sim como um objeto central em que todos os outros corpos celestes o orbitavam (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

O primeiro modelo que colocava o Sol como centro e a Terra orbitando-o, foi apresentado por Aristarco de Samos no século III a.C., cuja ideia foi revista por Nicolau Copérnico no século XVI. Em sequência, no século XVII, os astrônomos criaram um novo modelo que o sol era o objeto central do sistema solar, onde os planetas, assim como a Terra, o orbitam. Além disso, notaram que a lua não é um planeta, e sim um satélite natural da Terra. Posteriormente, outros planetas foram sendo adicionados à lista, como Urano em 1781 e Netuno descoberto em 1846 (Nasa, 2024).

Plutão, descoberto em 1930, foi inicialmente identificado como nono planeta do sistema solar. Porém, apresenta algumas características, como ser pequeno (menor que Mercúrio e menor que algumas luas planetárias) e possuir uma lua denominada Caronte que tem quase metade do tamanho de Plutão compartilhando sua órbita. Embora tenha sido considerado como um planeta, atualmente Plutão é classificado como planeta anão (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

O avanço da tecnologia, levou a detecção de outros corpos celestes, como a descoberta do cinturão de Kuiper e seus milhares de corpos gelados (conhecidos como objetos do Cinturão de Kuiper, ou KBOs; também chamados de transnetunianos). Em 2005, foi anunciado a

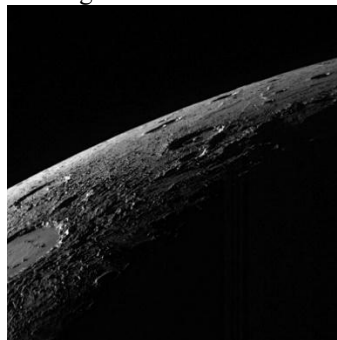
descoberta do décimo planeta, Eris, semelhante a Plutão, o que levou a discussão dentro da comunidade científica sobre o que é um planeta. Em 2006, a IAU aprovou uma resolução que definiu o termo planeta e criou uma nova categoria chamada planeta anão. Logo, Eris, Ceres, Plutão e dois KBOs descobertos mais recentemente, chamados Haumea e Makemake, são os planetas anões reconhecidos pela IAU (Nasa, 2024).

Portanto, um 'planeta anão' é um corpo celeste que (a) está em órbita ao redor do Sol, (b) tem massa suficiente para que sua autogravidade supere as forças de corpo rígido de modo que assuma uma forma de equilíbrio hidrostático (quase redonda), (c) não limpou a vizinhança em torno de sua órbita e (d) não é um satélite; Todos os outros objetos, exceto satélites, orbitando o Sol serão referidos coletivamente como “Pequenos Corpos do Sistema Solar” (Nasa, 2024).

Nos dias atuais, os planetas rochosos internos Mercúrio , Vênus , Terra e Marte, são conhecidos como planetas terrestres pois possuem uma superfície sólida, enquanto os planetas exteriores, como Júpiter e Saturno são gigantes gasosos, enquanto Urano e Netuno são chamados de gigantes gelados (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Mercúrio é o menor planeta do sistema solar e o mais próximo do sol, sendo ligeiramente maior que a Lua da Terra, possuindo uma superfície coberta por dezenas de milhares de crateras de impacto (figura 16). Em sua superfície, o sol apareceria três vezes maior do que visto da Terra, sendo a luz solar 11 vezes mais brilhante. Apesar de sua proximidade com o Sol, é o planeta mais rápido, completando um giro em torno do Sol a cada 88 dias terrestres. Mercúrio tem seu nome em homenagem ao mais rápido deus romano, o mensageiro dos deuses (para os gregos, atendia por Hermes), devido a grande velocidade deste planeta em sua trajetória em torno do sol (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Figura 16 – Mercúrio.



Fonte: Science.nasa, 2008. Disponível em: < <https://science.nasa.gov/image-detail/amf-pia11351/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Além disso, Mercúrio possui temperaturas da superfície extremamente quentes e frias, devido a sua proximidade ao sol, as temperaturas diurnas podem atingir 430°C, e durante a noite, sem a presença de uma atmosfera para reter o calor, as temperaturas podem cair até -180 °C. Em relação a sua rotação, gira lentamente devido à forte influência gravitacional do Sol, completando uma volta em torno de si próprio a cada 59 dias terrestres. Sua superfície é marcada por muitas crateras de impactos resultante de colisões de meteoróides e cometas (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Em sequência, temos Vênus (figura 17) como o segundo planeta a partir do Sol, vizinho mais próximo da Terra e o mais quente do nosso sistema solar. Sua elevada temperatura está associada à sua espessa atmosfera que retém o calor através de um efeito estufa. Em relação a sua temperatura, ela pode atingir em torno de 475°C, possuindo uma rotação extremamente lenta, cujo dia (uma volta em torno de si próprio) em Vênus corresponde a 243 dias terrestres e um ano (uma volta completa em torno do Sol) leva 225 dias terrestres. A rotação lenta de Vênus é possivelmente devido a grandes impactos com asteroides ou planetas durante sua formação, o que teria alterado seu eixo e desacelerado sua rotação, outro fator importante é à influência gravitacional do Sol. Esses fatores juntos desaceleraram o planeta (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Figura 17 – Vênus.



Fonte: Photojournal.nasa, 1996. Disponível em: <<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00104>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Como terceiro planeta do sistema solar a partir do sol temos a Terra (figura 18) sendo o quinto maior planeta e o único do sistema solar com água líquida em sua superfície. À medida que a Terra orbita o Sol, são necessários 365,25 dias para completar uma volta em torno do Sol, completando uma rotação a cada 23,9 horas. Logo, percebe-se um quarto de dia extra a cada ano em relação ao sistema de calendário que conta com 365 dias, sendo necessário um ajuste, adicionando-se um dia a mais a cada quatro anos, cujo ano em que esse dia é adicionado chama-se ano bissexto (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

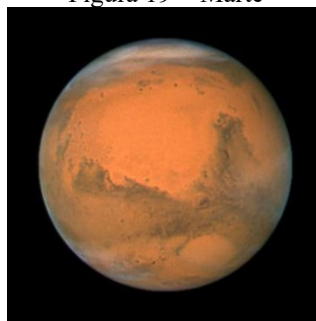
Figura 18 – Terra.



Fonte: Science.nasa, 2024. Disponível em: < <https://science.nasa.gov/earth/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Como quarto planeta do sistema solar a partir do sol, temos Marte (figura 19) com um raio de 3.390 quilômetros, o que corresponde a aproximadamente metade do tamanho da Terra. Além disso, sua rotação corresponde a 24,6 horas e um ano equivale a 687 dias terrestres, esse planeta conta com duas pequenas luas: Fobos e Deimos, que podem ser asteroides capturados, possuindo formato de “batata” devido a sua pouca massa, cuja gravidade não é suficiente para torná-las esféricas (Horvath, 2008; Nasa, 2023).

Figura 19 – Marte



Fonte: ESAHUBBLE, 2007. Disponível em: < <https://esahubble.org/images/opo0745a/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

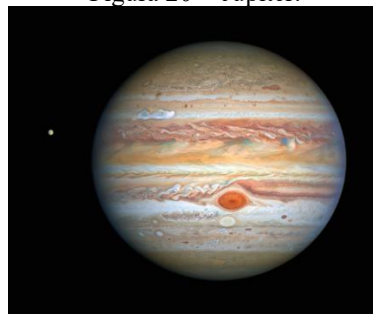
Marte, também chamado de planeta vermelho, possui na verdade muitas cores. Em sua superfície, podemos perceber cores como o dourado, castanho e o marrom. Logo, sua cor avermelhada é devido à oxidação (ferrugem) do ferro nas rochas, do regolito (solo) e da poeira presente no planeta. A temperatura pode variar de 20°C até -153°C, em virtude de sua atmosfera rarefeita, o calor escapa facilmente do planeta (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Como quinto planeta a partir do sol, temos Júpiter (figura 20) o maior planeta do sistema solar, possuindo mais do dobro de massa de todos os outros planetas combinados. Suas listras e redemoinhos são nuvens frias e ventosas de amônia e água que flutuam em uma atmosfera de hidrogênio e hélio. A grande mancha vermelha presente no planeta, corresponde a uma tempestade gigante (muitas vezes maior que a Terra) que dura centenas de anos. Além disso,

Júpiter possui a rotação mais rápida do sistema solar (10 horas) e sua órbita em torno do sol corresponde a 12 anos terrestres (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Júpiter possui 95 luas reconhecidas pela União Astronômica Internacional (UAI, ou IAU em inglês). Suas quatro maiores luas são: Io, Europa, Ganimedes e Calisto, que foram vistas pela primeira vez pelo astrônomo Galileo Galilei em 1610, sendo conhecidas como as luas galileanas, ou como as quatro luas de Galileu. Por ser um gigante gasoso, esse planeta não possui uma superfície e é composto principalmente de gases e líquidos. Além disso, Júpiter possui anéis, porém são finos, pouco visíveis e compostos principalmente por poeira, sendo descobertos em 1979 pela sonda Voyager. Diferente dos anéis de Saturno, que são largos e brilhantes, os de Júpiter são escuros e difíceis de observar da Terra (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Figura 20 – Júpiter.



Fonte: ESAHubble, 2020. Disponível em: <<https://esahubble.org/images/heic1815a/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Em sequência, temos Saturno (figura 21) como sexto planeta a partir do sol, sendo o segundo maior planeta do sistema solar, com aproximadamente 9 vezes a largura da Terra. Sua rotação é de 10,7 horas, completando sua órbita em torno do sol em cerca de 29,4 anos terrestres. Esse planeta possui 146 luas em sua órbita, com outras aguardando confirmação e nomeação (Nasa, 2023).

Figura 21 – Saturno.



Fonte: ESAHubble, 2018. Disponível em: <<https://esahubble.org/images/heic1815a/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Em relação aos seus anéis, acredita-se que são originados através de pedaços de cometas, asteroides ou luas destruídas que se desintegraram antes de chegar ao planeta devido

à grande gravidade de Saturno. Os anéis são constituídos de pequenos pedaços de gelo e rocha revestidos de outros materiais como poeira, o tamanho dos pedaços varia de minúsculos grãos de gelo, até pedaços de rocha do tamanho de uma casa (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Posteriormente, como sétimo planeta a partir do sol, destaca-se Urano (figura 22) um gigante de gelo cercado por 27 pequenas luas e 13 anéis fracos. Este planeta gira a um ângulo de inclinação de $97^{\circ}77'$ em relação ao plano de sua órbita, podendo ser resultado de uma colisão com um corpo celeste do tamanho aproximado da Terra. Logo, esta inclinação faz com que este planeta possua as estações mais extremas do sistema solar, cujo sol brilha diretamente sobre polo durante quase um quarto de cada ano uraniano (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Figura 22 – Urano.

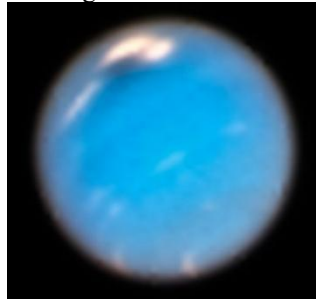


Fonte: ESAHubble, 2017. Disponível em: <<https://esahubble.org/images/potw1714a/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Urano é quatro vezes mais largo que a Terra, possuindo uma rotação de 17 horas e 14 minutos, levando 84 anos terrestres para completar uma volta em torno do sol. Sua atmosfera é composta principalmente por hidrogênio e hélio, e uma pequena quantidade de metano e vestígios de água e amônia. A cor azulada deste planeta é devido ao Metano, presente em sua atmosfera, que possui temperaturas mínimas de $-224,2^{\circ}\text{C}$ (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Como oitavo e último planeta do sistema solar, temos Netuno (figura 23) aproximadamente quatro vezes mais largo que a Terra. Um dia em Netuno possui 16 horas, levando 165 anos terrestres para completar sua órbita em torno do sol. Além disso, este planeta possui 14 luas conhecidas, cinco anéis principais e quatro arcos de anéis proeminentes. Este planeta não apresenta uma superfície sólida e sua atmosfera é composta principalmente por hidrogênio, hélio e metano (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Figura 23 – Netuno



Fonte: ESAHUBBLE, 2019. Disponível em: <<https://esahubble.org/images/potw1907a/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Desse modo, percebemos as principais características dos planetas presentes no nosso sistema solar, corpos celestes que variam em sua temperatura, estrutura, composição, períodos de rotação e translação. Além disso, foi enfatizado a presença de satélites naturais orbitando a maioria desses planetas, no tópico a seguir, será destacado a definição, características e exemplos de luas presentes no sistema solar.

1.2.3 Os Satélites Naturais

Os satélites naturais, conhecidos como luas, possuem diversos formatos, tamanhos e tipos, sendo na maioria dos casos corpos sólidos, em sua maioria sem atmosfera. Existe uma grande quantidade de luas no nosso sistema solar, centenas delas, a maioria orbitando planetas, no entanto vale destacar que já foram descobertos asteroides que possuem pequenas luas (Bolles, 2023).

Em relação aos planetas rochosos, Mercúrio e Vênus não possuem luas, enquanto a Terra apresenta uma e Marte possui duas. Enquanto isso os gigantes gasosos Júpiter e Saturno e os gigantes gelados Urano e Netuno apresentando dezenas de luas, decorrentes da captura de objetos à medida que cresciam no início do sistema solar. A Lua da Terra (figura 24) acredita-se que foi formada através da colisão de um grande corpo do tamanho aproximado de Marte com a Terra, provocando a ejeção de uma grande quantidade de detritos que foram se acumulando e formando a Lua (Bolles, 2023).

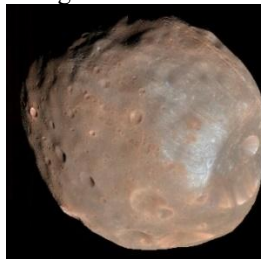
Figura 24 – Lua da Terra



Fonte: Photojournal.nasa, 2011. Disponível em: <<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA14011>>. Acesso em: 09 jan. 2024.

Logo, quando pensamos em lua pensamos em objetos esféricos, como a Lua da Terra, no entanto, Fobos (figura 25) e Deimos, as duas luas de Marte, apresentam formas diferentes, apesar de possuírem órbitas quase circulares, elas possuem formatos irregulares. Acredita-se que ambas sejam asteroides que foram capturados ou detritos do início da formação do sistema solar. Dentre as luas, Fobos é a maior, orbitando Marte três vezes por dia, enquanto Deimos orbita o planeta a cada 30 horas (Bolles, 2023).

Figura 25 – Fobos.

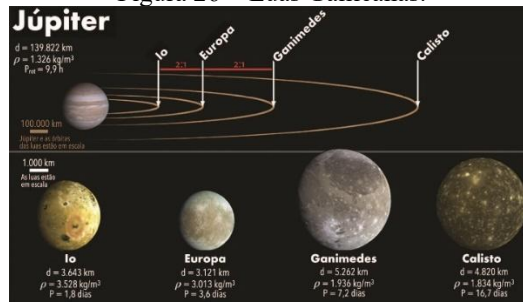


Fonte: Photojournal.nasa, 2008. Disponível em: <<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA10368>>. Acesso em: 09 jan. 2024.

O planeta Júpiter ganha destaque em virtude de sua grande quantidade de luas (95 luas reconhecidas), entretanto, algumas se destacam, como é o caso de Ganimedes por ser a maior lua do sistema solar, até maior que o planeta Mercúrio. Além disso, essa lua possui seu próprio campo magnético causando auroras ou faixas brilhantes de gás que circundam os seus polos. Além de Ganimedes, Europa se destaca por ser uma lua que possui um oceano de água salgada escondido sob a sua superfície gelada (Bolles, 2023; Jácome; Echer; Marques, 2023).

Outras luas que ganham destaque neste planeta são Io e Calisto, a primeira delas possui a maior atividade vulcânica do sistema solar e a segunda ganha ênfase por ser o objeto com mais crateras do sistema solar. Logo, essas quatro luas (figura 26) são chamadas de luas de Galileu (ou luas galileanas) em homenagem ao astrônomo Galileo Galilei devido a sua descoberta (Bolles, 2023; Jácome; Echer; Marques, 2023).

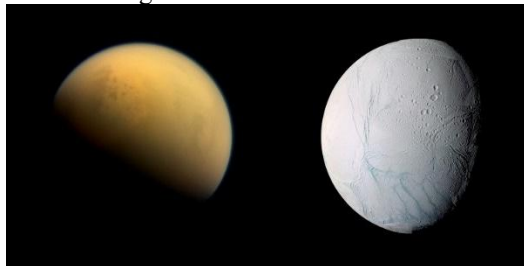
Figura 26 – Luas Galileanas.



Fonte: Jácome; Echer; Marques, 2023. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbef/a/CcNpMgFHwNCP8zWvJb4GnMj/>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

O planeta Saturno apresenta uma grande quantidade de luas (146 luas) em sua órbita, porém duas delas ganham destaque, são elas: Encélado e Titã (figura 27), ambas possuem oceanos subterrâneos, embora Titã também apresente mares superficiais de lagos compostos de metano e etano, além de ser a segunda maior lua do sistema solar, sendo a única com atmosfera espessa (Bolles, 2023).

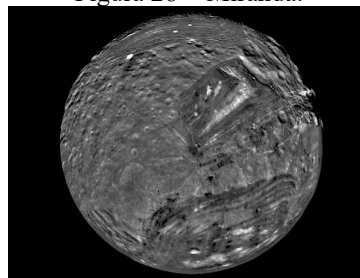
Figura 27 – Titã e Encélado.



Fonte: Spacenews, 2016. Disponível em: < <https://spacenews.com/nasa-expands-frontiers-of-next-new-frontiers-competition/>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

No reino dos gigantes gelados, dentre as 27 luas de Urano, destaca-se Miranda (figura 28), devido ao seu aspecto marcado por impactos com grandes corpos celestes. Em relação ao último planeta do sistema solar, Netuno, dentre suas luas, destaca-se Tritão, sendo tão grande quanto plutão (Bolles, 2023).

Figura 28 – Miranda.



Fonte: Photojournal.nasa, 1998. Disponível em: < <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA01490>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

Assim, percebemos que corpos que orbitam planetas são chamados de luas ou satélites planetários que variam em cores, formas, tamanhos, composição etc. O número atual de luas que orbitam planetas no sistema solar é de 290, estando distribuídos entre: uma lua na Terra; duas em Marte; 95 em Júpiter; 146 em Saturno; 27 em Urano; 14 em Netuno e 5 para o planeta anão plutão. Todavia, é importante destacar que esse número pode ser alterado, principalmente devido aos planetas gigantes gasosos que podem atrair luas para si, ou engoli-las/desintegrando-as (Bolles, 2023).

Nesse sentido, a fim de explorar as ideias sobre estrelas, planetas e satélites naturais com alunos do ensino fundamental, será utilizado como método a aprendizagem baseada em problemas, que será descrita a seguir.

1.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), oriunda do inglês Problem Based Learning (PBL) é um método ou abordagem educacional baseado na apresentação de um problema, onde os discentes devem buscar soluções, construindo durante o percurso os conhecimentos necessários para sua resolução, gerando assim possibilidades para a aprendizagem (Pinto, 2021).

Nesse sentido, Munhoz (2015, p. 134) destaca que na ABP “o aluno desenvolve habilidades e conhecimentos que resgatem seu senso crítico, sua criatividade, sua iniciativa, aspectos que o colocam como um solucionador de problemas”. Nessa perspectiva, se faz necessário que os alunos recorram aos seus conhecimentos prévios, estudem, debatam, pesquisem, reflitam e estruturem suas ideias, na busca por solucionar o problema e consequentemente, apresentar os novos conhecimentos adquiridos (Ferreira, 2022).

A ABP é uma abordagem diferenciada dos métodos tradicionais de ensino aprendizagem, apresentando como principal característica a utilização de problemas para desenvolver as habilidades desejadas no perfil profissional do aluno; a utilização de problemas que não possuem uma solução direta ou baseada em uma formulação simples e fechada, sendo tão importante quanto o processo de montagem da solução do problema, do que o resultado; a atuação do professor como auxiliador, colaborador ou facilitador; a resolução dos problemas pelos alunos, sem terem caminhos, percursos ou listas de procedimentos a serem seguidos e o uso extensivo do trabalho em grupo (Munhoz, 2015).

Além disso, outras características desse método são destacadas por Ferreira (2022), como o papel central do estudante enquanto responsável pela construção do seu conhecimento; o papel dos grupos de estudos no processo de aprendizado; os problemas devem ser autênticos, ou seja, reais, buscando a motivação nos alunos, cujo problema é apresentado antes da teoria; as informações são adquiridas através da aprendizagem autodirigida, cuja informação é obtida por meio das discussões em grupo.

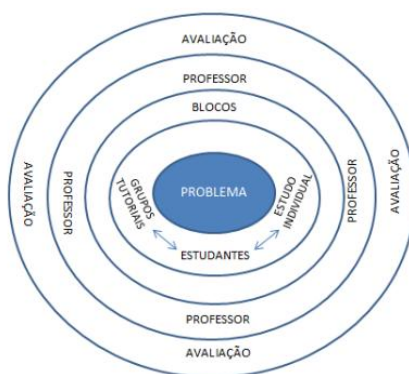
De modo geral, as abordagens em ABP podem sofrer variações e modificações a depender do nível educacional; dos objetivos; do tipo de propositura a ser adotada; da autonomia dos estudantes; das possibilidades e dos limites da estrutura das escolas (Silva, 2021). Todavia, independente da abordagem em ABP, todas possuem componentes centrais em comum, sendo apresentados no tópico seguinte.

1.3.1 A Estrutura da ABP

Na ABP o problema pode ser considerado a parte central da metodologia, pois é através dele que os alunos irão dar início ao processo de aprendizagem. De modo geral, a proposta de problema da ABP pode variar de acordo com o nível educacional, logo, as modificações relacionam-se com o grau de autonomia dos alunos, dos objetivos, das possibilidades e das possíveis limitações que podem surgir, podendo ocorrer modificações e adequações a depender dos desafios propostos (Ferreira, 2022; Silva, 2021).

Silva (2021) ao abordar a estrutura da ABP, aponta a presença de 5 componentes que são compartilhadas e considerados os alicerces dessa metodologia (figura 29). Na parte central, observa-se o “problema” que dá início, direciona e focaliza a aprendizagem, sendo o principal constituinte da proposta. Logo, como já mencionado, os problemas antecedem a parte teórica, pois a ideia central da ABP é fazer com que os alunos busquem a solução do problema, por meio de discussões e pesquisas, de forma que os alunos acessem e avaliem os dados obtidos nas pesquisas, definam com clareza como será a solução de um problema, tenham coragem para mudar suas hipóteses e estruturem de forma embasada suas ideias (Munhoz, 2015; Silva, 2021).

Figura 29 – Componentes centrais da ABP.



Fonte: Silva (2021).

O componente seguinte são os estudantes, que na ABP são os agentes ativos do processo de ensino aprendizagem, sendo papel deles a elaboração de hipóteses, realização de pesquisas, tomada de decisões e discussão durante a resolução do problema (Silva, 2021).

Na sequência, tem-se os grupos tutoriais, que remetem a organização dos alunos em equipes, que são organizadas pelo professor que delimita os constituintes. Ainda neste componente, são delegadas funções aos membros das equipes, como por exemplo, líder, coordenador, secretário, redator e porta-voz, havendo a alternância das funções entre os integrantes, o que proporciona práticas de habilidades diferentes (Andrade, 2007; Silva, 2021).

Logo, ao passo que ocorre as reuniões nos grupos tutoriais, os alunos desenvolvem suas pesquisas em um ambiente extraclasse de forma individual, buscando por informações que o auxiliem na resolução do problema, principalmente, buscando entender palavras e termos que não ficaram claros no enunciado do problema (Silva, 2021).

Em seguida, tem-se os blocos onde ocorre o desenvolvimento do tema por meio de problemas que estão inter-relacionados ao longo da implementação da ABP, logo, cada bloco representa um tema, e para cada um deles, mais de um problema pode ser usado, desde que seja integrado com os outros, possuindo uma conexão de maneira integrada (Silva, 2021).

O próximo componente é o professor, que na ABP desempenha algumas funções, como questionar sobre as ideias desenvolvidas pelos alunos; monitorar a atividade; colocar novos desafios que incentivem a construção de significados durante a aprendizagem; manter os alunos envolvidos no processo; monitorar e ajustar os níveis de desafios a fim de evitar sobrecargas; gerenciar as dinâmicas de grupo e manter o processo em movimentação contínua (Munhoz, 2015).

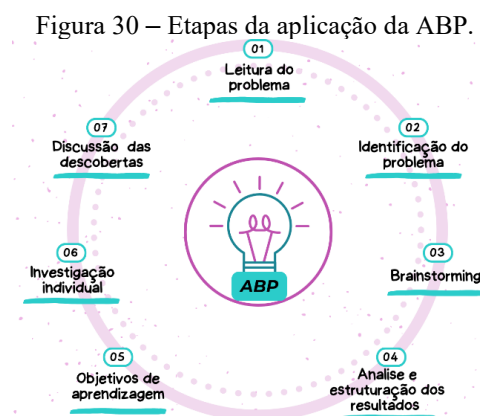
Por fim, temos a avaliação que se dá através do professor para os alunos, por meio da autoavaliação, dos alunos sobre seus pares, e dos alunos para o professor (Silva, 2021). Logo,

como pode ser visto, a ABP gira em torno de um problema, possuindo como principais objetivos desenvolver a autonomia, habilidades de comunicação e o gerenciamento de contextos reais. Nesse sentido, a ABP segue uma sequência de desenvolvimento, denominado o ciclo de aplicação da ABP, que será detalhado no tópico seguinte.

1.3.2 A aplicação da ABP

A aprendizagem baseada em problemas na perspectiva da Maastricht University (2019) possui quatro princípios de aprendizagem, sendo: aprendizagem em um contexto relevante, no qual os alunos estudam casos relevantes possuindo um significado, podendo utilizar simulações, temas debatidos pela comunidade científica ou problemas que precisam de uma abordagem acadêmica; a educação construtiva, em que a aprendizagem deve ocorrer por meio de um processo ativo, logo, o aluno utiliza suas experiências e interações com o ambiente para construir novos conhecimentos; aprendizagem coletiva, cujo aluno é incentivado a discutir e aprender com outras pessoas; aprendizagem autogerenciada, onde o aluno adquire conhecimento utilizando seu planejamento, monitorização e avaliação.

Logo, a seguir será destacado as etapas da aplicação da ABP (figura 30), onde sua elaboração utilizou como base os 7 passos da Maastricht University (2019) ocorrendo adaptações baseadas no nível educacional (ensino fundamental II), nos objetivos e nas possibilidades da estrutura da escola.



Fonte: Elaborado a partir de Maastricht University (2019).

Logo, as 7 etapas da aplicação da ABP apresentam determinadas características, dentre elas:

1. Na etapa inicial ocorre a leitura da situação problema feita pelo tutor ou líder da equipe, ocorrendo a fase de interpretação e o levantamento dos termos e ideias que são conhecidos e desconhecidos;
2. A segunda etapa é a análise do problema onde são utilizados os conhecimentos prévios dos alunos para trocar informações sobre os conceitos e identificar a questão problema;
3. Na sequência ocorre o *brainstorming* (debate) entre a equipe, a fim de fazerem o levantamento das hipóteses referente ao problema, ocorrendo também o resumo das hipóteses;
4. A quarta fase é referente a análise e estruturação dos resultados obtidos no *brainstorming*;
5. A etapa cinco é onde a equipe faz a identificação dos objetivos de aprendizagem, ou seja, ressaltam o que ainda falta ser compreendido como conceitos ou ideias.
6. Posteriormente ocorre a investigação individual, onde por meio dos objetivos traçados na fase anterior, os alunos através de artigos, livros, palestras, simulações ou práticas, buscam obter o conhecimento necessário para responder a situação problema.
7. Por fim, acontece a discussão e apresentação das descobertas, logo, cada grupo ao encontrar uma possível solução para o problema, estrutura suas ideias e a apresenta ao tutor e a turma.

Portanto, através das etapas da aplicação da ABP percebemos o papel ativo dos alunos atuando como protagonista na construção do seu conhecimento, uma vez que durante a aplicação é necessário que os alunos atuem na elaboração de hipóteses, busca e discussão de informações e ideias, tomada de decisões, elaboração de soluções e a reflexão sobre a resolução do problema. Logo, durante a aplicação, existem dois alunos que assumem papéis importantes, são eles o líder e o secretário, o primeiro é responsável por organizar e gerenciar os encontros e as discussões, de modo que busque a participação de todos os integrantes do grupo, e o segundo, atua na descrição do que foi discutido nos encontros, de modo a facilitar a visão do andamento do trabalho por parte de todos os integrantes do grupo (Ferreira, 2022).

Nesse contexto de protagonismo estudantil e construção do conhecimento, torna-se fundamental adotar instrumentos que possibilitem aos alunos visualizar, organizar e refletir sobre suas aprendizagens ao longo do processo. É nesse cenário que os mapas conceituais se inserem como uma ferramenta valiosa, pois permitem representar graficamente as conexões

entre os conceitos discutidos, favorecendo tanto a sistematização quanto a avaliação do percurso cognitivo dos estudantes.

1.4 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais (MC) podem ser definidos como redes de proposições que buscam expressar as relações conceituais, sendo uma ferramenta gráfica que permite a organização e a representação do conhecimento de forma hierárquica (Correia e Aguiar, 2022).

Os mapas conceituais criados por Joseph Novak, estão sendo utilizado no ensino de ciências a mais de 50 anos, contemplando desde a avaliação da aprendizagem, no desenvolvimento de materiais de estudo, até na caracterização de conceitos em sequências de aula (Correia e Aguiar, 2022).

Nessa perspectiva, podemos citar alguns acontecimentos históricos acerca dos mapas conceituais, como o papel de David Ausabel como protagonista da formulação teórica e Joseph Novak pela criação dos mapas conceituais. Além disso, destaca-se Marcos Antônio Moreira como sendo o responsável por disseminar e desenvolver no Brasil e na comunidade latino-americana os estudos feitos por Ausabel e Novak. Ademais, é importante ressaltar o papel da criação e utilização de soluções tecnológicas, feitas por diversos professores e pesquisadores, buscando ferramentas para elaborar, utilizar e compartilhar os mapas conceituais, tendo os eventos científicos grande contribuição em disseminar a técnica dos mapas conceituais entre os professores e pesquisadores (Correia e Aguiar, 2022).

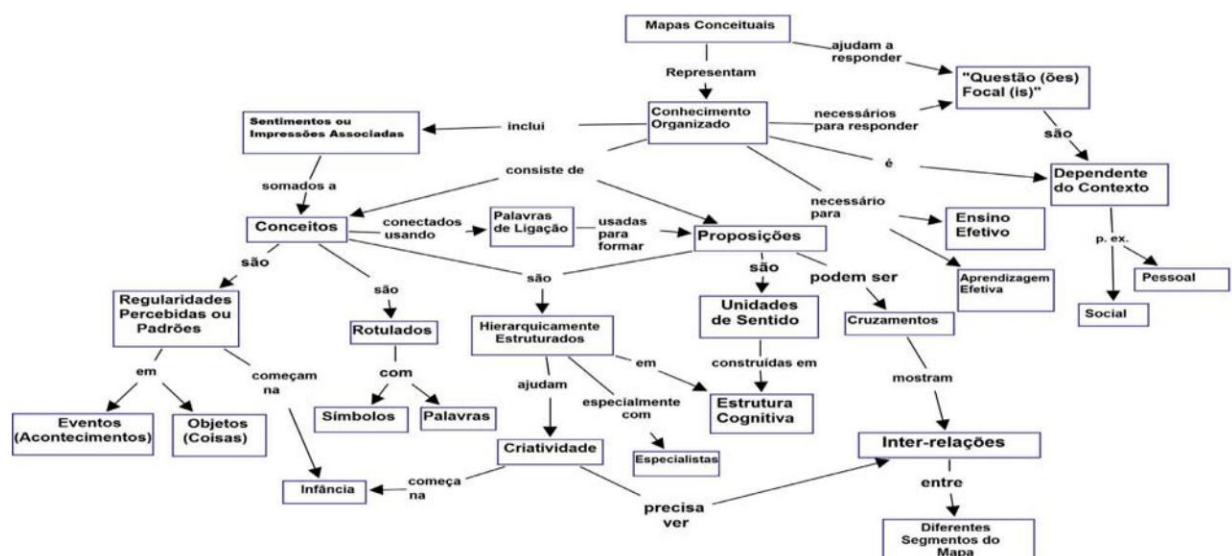
Da mesma maneira, os MC são ferramentas capazes de contribuir para o desenvolvimento cognitivo dos alunos pois permite a eles representarem, organizarem e construir seus conhecimentos (Castro, 2019). Em suma, existem diversos modelos e estruturas para se construir um MC, mas de modo geral, utiliza-se uma hierarquia dos conceitos mais amplos aos mais específicos, que indicam relações que vão dos conceitos mais abrangentes aos mais específicos, sendo usados para auxiliar na ordenação e a sequenciação de forma hierárquica dos conteúdos. Logo, os MCs podem contribuir no processo de ensino-aprendizagem, pois podem estimular os alunos a organizarem, hierarquizar e explicar suas ideias por meio da análise do próprio conhecimento (Silva e Bizerra, 2021).

Desse modo, os MCs apresentam em sua estrutura conceitos que geralmente estão dentro de círculos ou quadros, cujas relações entre esses conceitos são indicadas por linhas que as interligam. Logo, as palavras que ficam entre as linhas, que interligam os conceitos, são chamadas de palavras ou frases de ligação, que especificam os relacionamentos entre os

conceitos. Nesse sentido, os conceitos são as ideias principais ou unidades de conhecimento que estão sendo representados. Em sequência, temos as proposições que são enunciações ou declarações que conectam dois ou mais conceitos no mapa, de modo a descreverem as relações entre os conceitos, podendo também ser chamadas de unidades semânticas ou unidades de sentido (Novak e Cañas, 2010).

Além disso, é importante que os MCs sejam construídos a partir de uma questão focal (figura 31) que é uma pergunta central que guia a elaboração e ajuda a definir o foco do estudo ou da discussão, sendo uma questão principal que os conceitos e as relações representadas no mapa devem responder e abordar. Logo, a questão focal deve ser formulada no início do processo de criação do mapa, servindo como ponto de referência para as informações que serão representadas, ajudando a garantir que os conceitos estejam alinhados com os objetivos de aprendizagem (Novak e Cañas, 2010).

Figura 31 – Um mapa conceitual mostrando as características dos mapas conceituais.



Fonte: Novak e Cañas (2010).

Outra característica importante são os Cross links ou ligações cruzadas, que são conexões ou ligações entre os conceitos que não estão diretamente relacionados na hierarquia do mapa, mas que possuem relações ou associações significativas. Assim, enquanto as conexões diretas representam relações explícitas entre os conceitos, os Cross links adicionam uma camada de complexidade ao mostrar relações entre diferentes domínios de conhecimentos, ou seja, mostra conexões mais sutis entre os conceitos. Além disso, os Cross links podem ser representados de várias formas, como linhas pontilhadas ou setas, sendo acompanhados de frases, palavras ou explicações que descrevam as relações entre os conceitos conectados (Novak

e Cañas, 2010).

Além disso, destacam-se os exemplos específicos ou objetivos, que são elementos concretos que ajudam a esclarecer o sentido de um determinado conceito, sendo usados para ilustrar e exemplificar os conceitos em um contexto específico, tornando o mapa mais concreto e tangível (Novak e Cañas, 2010).

Para elaboração de um mapa conceitual é importante instituir uma questão focal que especifique o problema ou questão em que o mapa deve ajudar a resolver. Logo, após ser definido a questão, a próxima etapa é identificar as palavras ou conceitos-chaves que estão relacionados a essa área de conhecimento, estes conceitos podem ser listados e em seguida, pode ser estabelecida uma escala ordenada do conceito mais geral e inclusivo para o problema ou questão, no topo da lista, até o conceito mais geral e específico na base da lista (Novak e Cañas, 2010).

A próxima etapa é a elaboração de um mapa conceitual preliminar, que pode ser feito de forma manual, utilizando Post-its, ou através de programas de computador como o CmapTools. Nesse sentido, a utilização dos Post-its iria permitir a troca de lugar na hierarquia com facilidade. Enquanto os programas de computador iriam favorecer ainda mais a movimentação dos conceitos, a criação de frases de ligação e grupos de conceitos e ligações que poderiam ser alteradas ao longo da criação do mapa. Portanto, após concluir o mapa preliminar, é necessário a revisão, pois pode ser necessário alterar ou acrescentar, por exemplo, novos conceitos ou palavras de ligação (Novak e Cañas, 2010).

Seguindo tal lógica, após a conclusão do mapa preliminar, se faz necessário a busca por palavras de ligação cruzadas, que estabelecem relações entre conceitos de diferentes segmentos ou domínios. Por fim, é necessário revisar os mapas, fazendo possíveis modificações que ajudem a transmitir clareza, sendo preparado a versão final do mapa (Novak e Cañas, 2010).

2 PROBLEMATIZAÇÃO

Como a aprendizagem baseada em problemas pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de planetas, estrelas e satélites naturais?

3 JUSTIFICATIVA

A Astronomia é uma área de destaque no ensino de ciências devido a sua facilidade em despertar a curiosidade dos alunos. No entanto, constantemente o ensino astronômico ocorre

por meio do método tradicional, usando representações dos astros através de imagens e textos simplificados e distantes da observação do céu no cotidiano dos alunos, o que pode provocar dificuldades conceituais. Nessa perspectiva, esta pesquisa busca promover discussões sobre conceitos astronômicos através da Aprendizagem Baseada em Problemas, tendo em vista que este método é baseado na apresentação de um problema, onde os discentes irão em busca de soluções, construindo ao longo do percurso, os conhecimentos necessários para resolução, alcançando assim a aprendizagem acerca dos conceitos astronômicos.

4 OBJETO DE ESTUDO

Diante do que foi exposto, este projeto de pesquisa tem como objeto de estudo a aprendizagem baseada em problemas no ensino de conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais.

5 HIPÓTESE

A aprendizagem baseada em problemas contribui nas concepções dos alunos da educação básica sobre conceitos astronômicos. Logo, esta hipótese supõe que a ABP favorece discussões e reflexões que contribuam para a compreensão de conceitos astronômicos pautados na ciência, como os conceitos e características das estrelas, planetas e satélites naturais.

6 OBJETIVOS

6.1 GERAL

Investigar as possíveis contribuições da Aprendizagem Baseada em Problemas para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais.

6.2 ESPECÍFICOS

- Levantar as concepções alternativas/espontâneas dos alunos sobre estrelas, planetas e satélites naturais.
- Relacionar os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais com o cotidiano dos alunos através da ABP.

- Analisar os mapas conceituais elaborados pelos alunos antes e depois da aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), visando identificar concepções relacionadas aos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais.

7 METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza básica, uma vez que visa adquirir conhecimentos novos que contribuam para o avanço da ciência. Logo, consiste em adquirir conhecimentos e informações que podem levar a resultados importantes e a melhoria nas teorias científicas estudadas (Fontelles, 2009; Nascimento; Sousa, 2016).

7.1 DESENHO DA PESQUISA

Quanto ao desenho da pesquisa, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois está centrada em proporcionar uma maior familiaridade com o problema, de modo a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses (Gil, 2002). Logo, de acordo com Gil (2002, p. 41) “estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”. Assim, este tipo de pesquisa pode envolver um levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos que busquem estimular a compreensão.

A pesquisa é de natureza qualitativa fazendo uma análise subjetiva do objeto, cujo raciocínio central está baseado na percepção e na compreensão humana. Dentre algumas características desse método, podemos citar que esta é interpretativa, pois os significados estão relacionados com as diversas perspectivas das relações humanas, em que o pesquisador ao estar inserido no ambiente de pesquisa se sente confortável com significados, momentos e vivências diversas, cujas descobertas são decorrentes da interação entre o pesquisador e os sujeitos (Cruz, 2020; Stake, 2016).

Além disso, o estudo qualitativo é experiencial pois é empírico, focando nas observações feitas pelos participantes. Ademais, esse estudo é situacional e personalístico, pois considera as características únicas do local no momento da atividade e usa a empatia como base para compreender as percepções individuais (Stake, 2016).

O procedimento da pesquisa é classificado como pesquisa-participante, pois se trata de uma metodologia caracterizada pela interação entre o pesquisador e os membros das situações investigadas. Logo, neste procedimento de pesquisa, o pesquisador não tem uma ação destinada a resolver um problema, ele utiliza o diálogo como forma mais importante de comunicação no processo de estudo e coleta de informações, cujas metas e o desenvolvimento do projeto podem ir se alterando através da intervenção dos participantes (Gil, 2002; Nascimento; Sousa, 2016).

7.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em um colégio de rede particular de ensino, intitulado Colégio Caruaru, localizado no município de Caruaru, no agreste de Pernambuco. A escolha do local de pesquisa se deu pelo fato do pesquisador atuar na instituição de ensino, o que permitiu o acesso ao espaço escolar em horários de contraturno, realizando as atividades da pesquisa de forma extracurricular, sem prejudicar o calendário, o planejamento e as aulas do horário regular.

7.3 AMOSTRA DE PARTICIPANTES

A pesquisa trata-se de um estudo de caso, que consiste segundo Gil (2002, p. 54) “em um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Neste sentido, a pesquisa foi realizada com 10 alunos pertencentes as turmas do 6º, 7º e 8º ano do ensino fundamental II. Logo, a escolha das turmas está pautada nas series que o colégio dispõe, em que para o ensino fundamental II, a escola possui as turmas do 6º ao 8º ano, devido ao fato de estar expandindo as turmas de forma progressiva, tendo dado início a modalidade do ensino fundamental II no ano de 2022 (aberto o 6º ano do ensino fundamental), sétimo ano em 2023 e o 8º ano no ano de 2024.

A escolha dos sujeitos da pesquisa está pautada nos objetivos da pesquisa, uma vez que, segundo a BNCC de 2018 ao longo do ensino fundamental os alunos são capazes de criar relações mais profundas entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade, ou seja, utilizam de seus conhecimentos para compreender, interpretar e conhecer o mundo que o rodeia.

Nessa perspectiva, foi realizado um estudo da BNCC referente ao componente curricular de ciências do ensino fundamental II, buscando-se analisar quais eram as unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades que abordam de forma direta ou indireta os conceitos referentes a Astronomia, conforme está detalhado no quadro 4.

Quadro 4 – Conceitos astronômicos abordados no ensino fundamental II no componente curricular de ciências segundo a BNCC.

CIÊNCIAS 6ºANO	
UNIDADES TEMÁTICAS	Terra e Universo
OBJETOS DE CONHECIMENTO	Forma, estrutura e movimentos da Terra
HABILIDADES	(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características. (EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra. (EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.
CIÊNCIAS 7ºANO	
UNIDADES TEMÁTICAS	Terra e Universo
OBJETOS DE CONHECIMENTO	Composição do ar; Efeito estufa; Camada de ozônio.
HABILIDADES	(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição. (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro. (EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
CIÊNCIAS 8º ANO	
UNIDADES TEMÁTICAS	Terra e Universo
OBJETOS DE CONHECIMENTO	Sistema Sol, Terra e Lua; Clima.
HABILIDADES	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. (EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais. (EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.
CIÊNCIAS 9ºANO	
UNIDADES TEMÁTICAS	Terra e Universo
OBJETOS DE CONHECIMENTO	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Astronomia e cultura; Vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica; Evolução estelar.
HABILIDADES	(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do

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

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Portanto, podemos perceber que em ambas as series pertencentes ao ensino fundamental II, os alunos estudam na conceitos/temas/conteúdos astronômicos, dentre eles, os que se relacionam com a temática da pesquisa que são os satélites naturais, planetas e estrelas. Logo, a escolha dos sujeitos de pesquisa, está pautada no fato desses estudantes estudarem Astronomia ao longo de todo ensino fundamental II, o que nos leva a buscar identificar quais são as concepções desses alunos acerca desses conceitos astronômicos e como a ABP pode contribuir/influenciar na compreensão desses conceitos.

7.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

- Critério de inclusão – Como critério de inclusão, o estudante deverá estar devidamente matriculado em alguma das turmas do ensino fundamental II da instituição de ensino, e será necessário a participação em atividades no contraturno, será utilizado também o critério de voluntariedade.
- Critério de exclusão – Estudantes não matriculados, ausência em qualquer das etapas propostas e ou algum dos participantes não possuam disponibilidade para participar das atividades durante o contraturno ou se negue a fazer parte desta pesquisa.

7.5 RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES

O recrutamento dos voluntários foi feito através da apresentação do projeto aos alunos pertencentes as turmas do 6º, 7º e 8º ano do ensino fundamental II e posterior inscrição daqueles que tiveram interesse em participar do projeto. Logo, para seleção dos participantes foram considerados os fatores de inclusão e exclusão.

7.6 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados foram os mapas conceituais, áudio gravações e questionário.

Os mapas conceituais podem ser entendidos como representações e organizações esquemáticas do conhecimento por meio de um conceito-chave que vai se dividindo e se relacionando com classes e subclasses, criando correlações com ideias que vão se estruturando ao longo da construção (Medeiros; Carmo; Souza, 2020).

Nesse sentido, a construção de um mapa conceitual pode ser de diversas maneiras, utilizando diversos elementos e estruturas. Todavia, alguns elementos parecem ser indispensáveis durante sua construção, como: a identificação dos conceitos centrais e a ordenação de forma gradativa seguindo um princípio de diferenciação progressiva; conexão de conceitos com linhas e palavras de ligação; criação de relações horizontais e cruzadas; utilização de exemplos conectados aos conceitos; usar setas para delimitar a direção e sentido das relações estabelecidas no mapa (Vieira, 2020).

Visto que a referente pesquisa ocorreu de forma presencial, foi apresentado aos alunos a plataforma e aplicativo Cmaptools⁴ que permitiu a construção de mapas conceituais de forma gratuita, podendo utilizar de diversos *frameworks* como setas, balões, ícones, imagens, desenhos, notas e uma grande diversidade de cores, permitindo ao autor integrar suas ideias e percepções sobre o tema utilizando os mais diversos elementos.

Além disso, foram utilizadas gravações de áudio buscando captar as discussões dos alunos ao longo dos encontros presenciais durante o processo de resolução do problema em ABP. Neste sentido, a áudio gravação permitiu a preservação precisa de interações, preservando detalhes importantes diminuindo o risco de distorção. Logo, ao gravar o áudio são possíveis a revisão e a análise detalhada de cada interação (Junior e Barbosa, 2008).

Por fim, foi usado um questionário contendo 12 questões abertas (quadro 5), que foram estruturados baseando em Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ao destacarem a aprendizagem significativa, cujo aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando novas informações são integradas ao conhecimento prévio dos alunos e organizadas de maneira significativa.

Logo, o questionário explora: o conhecimento prévio dos alunos, a contextualização e a relevância, pois as questões pedem que os participantes conectem os conceitos discutidos no

⁴

Mais informações: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>. Acesso em: 05/05/2024.

projeto com situações cotidianas. Além disso, o questionário é organizado de maneira progressiva, começando por questões gerais e evoluindo para perguntas mais complexas, como reflexões sobre a aplicação prática e sugestões para melhoria do projeto.

Nesse sentido, utilizamos questões abertas, pois permitem que os alunos reflitam sobre o aprendizado, reestruturando suas ideias e consolidando o conhecimento adquirido. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a aprendizagem significativa exige que os estudantes sejam participantes ativos no processo de aprendizado, o que é facilitado pelo formato do questionário.

Quadro 5 – Perguntas utilizadas no questionário.

Perguntas
1. Como você descreveria sua experiência ao participar do projeto?
2. O projeto ajudou você a entender melhor os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais? Por quê?
3. Quais aspectos do projeto mais contribuíram para o seu aprendizado? (Ex.: discussões em grupo, pesquisa, apresentação de resultados, etc.)
4. Como foi trabalhar em grupo para resolver os problemas apresentados?
5. Você sentiu que sua opinião foi ouvida e valorizada durante as discussões? Por quê?
6. Quais foram os conceitos ou temas mais marcantes que você aprendeu durante o projeto?
7. Você conseguiu estabelecer relações entre os conceitos de Astronomia e situações do dia a dia? Pode dar um exemplo?
8. Se você pudesse mudar algo no projeto, o que seria?
9. Você recomendaria esse tipo de metodologia para outros componentes curriculares? Por quê?
10. Qual foi o momento mais marcante para você durante o projeto? Por quê?
11. Qual foi a atividade ou tarefa mais interessante que você realizou no projeto? O que a tornou especial?
12. Teve algum momento em que você percebeu que sua visão sobre Astronomia ou o universo mudou? Pode descrever?

Fonte: O autor (2024).

7.7 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Inicialmente, se fez necessária a formulação do problema em ABP, que foi baseado nas propostas de Gonçalves (2020) e Ferreira (2022), que distribuem essa construção em 4 passos. Logo, o quadro 6, traz os passos da elaboração do problema, os procedimentos utilizados e a criação do problema em ABP desta pesquisa.

Quadro 6 – O processo de construção do problema em ABP.

<i>Passos</i>	<i>Procedimentos</i>	<i>Criação do problema</i>
1. O tópico a ser abordado	Deve ser selecionado o tópico ou conteúdo que irá ser abordado através da ABP.	Sistema solar; ciclo de vida estelar.
2. Os conceitos e fenômenos alusivos ao problema	Deve-se destacar quais os conceitos que se busca que os alunos aprendam e que estejam inclusos no conteúdo escolhido.	Estrelas, planetas e satélites naturais.
3. Uma estimativa dos conhecimentos prévios dos alunos	Neste passo é necessário identificar quais os conhecimentos prévios são necessários antes que os alunos entrem em contato com o problema.	Órbitas; Modelo Heliocêntrico; rotação e translação; massa.
4. A formulação do problema	Por fim, é preciso contextualizar o problema de modo que englobe os conceitos e fenômenos, podendo ser de forma implícita ou explícita. Não devendo ser de fácil solução.	O problema construído pode ser visto na imagem 32.

Fonte: Elaborado a partir de Gonçalves (2020) e Ferreira (2022).

Nessa perspectiva, a coleta de dados ocorreu através da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), sendo utilizada uma adaptação das 7 etapas da Maastricht University (2019). Importante destacar, que os 10 alunos participantes foram divididos em dois grupos com cinco integrantes cada.

Assim, foram necessários 7 encontros presenciais, duração de 2h cada, e um encontro assíncrono. Logo, o quadro abaixo (quadro 7), destaca as atividades a serem realizadas durante os encontros e quais as etapas da ABP serão abordadas. Nesse sentido, é importante destacar que o 1º encontro foi destinado ao treinamento e construção dos mapas conceituais através da utilização do Cmaptools. Portanto, os encontros posteriores abordaram as etapas da ABP que serão detalhados em sequência, a construção dos mapas conceituais após a ABP e a aplicação do questionário.

Quadro 7 – Detalhamento da coleta de dados através de encontros presenciais e remotos.

Encontros presenciais e remotos	Detalhamento das atividades a serem realizadas pelos alunos	Etapas da ABP a serem abordadas	Duração
1º Encontro	Treinamento e construção dos mapas conceituais utilizando o Cmaptools, possuindo como tema: “Quais as diferenças e semelhanças entre estrelas, planetas e satélites naturais?”.	-	2h
2º Encontro	Apresentação do problema da ABP e identificação dos conceitos inseridos no problema;	1. Leitura do problema	2h

	<p>Anotações nos diários de bordo das ideias, termos, conceitos e instrumentos que são compreendidos ou não pelos alunos;</p> <p>Discussão do problema utilizando os conhecimentos prévios.</p>	<p>2. Identificação do problema</p> <p>3. Brainstorming.</p>	
3º Encontro	<p>Seleção e organização das ideias e hipóteses levantadas que expliquem a possível solução do problema.</p> <p>Definição do que será pesquisado como termos, ideias e conceitos para que possam propor uma solução para o problema.</p>	<p>4. Análise e estruturação dos resultados</p> <p>5. Objetivos de aprendizagem</p>	2h
4º Encontro	Realização das pesquisas individuais em ambientes extraclasse e utilização dos sites disponibilizados, simuladores e observações no céu como parte integrante da resolução do problema.	6. Investigação individual	Assíncrona
5º Encontro	<p>Discussão entre os grupos sobre os resultados obtidos em suas pesquisas, sistematizando e integrando seus conhecimentos adquiridos por todos os integrantes do grupo.</p> <p>Observação do céu noturno utilizando um telescópio refrator, em que o pesquisador irá guiar as observações tendo como foco a lua da Terra.</p>	7. Discussão das descobertas	2h
6º Encontro	Apresentação dos grupos.	7. Discussão das descobertas	2h
7º Encontro	Construção dos mapas conceituais após a ABP.	-	2h
8º Encontro	Aplicação do questionário	-	2h

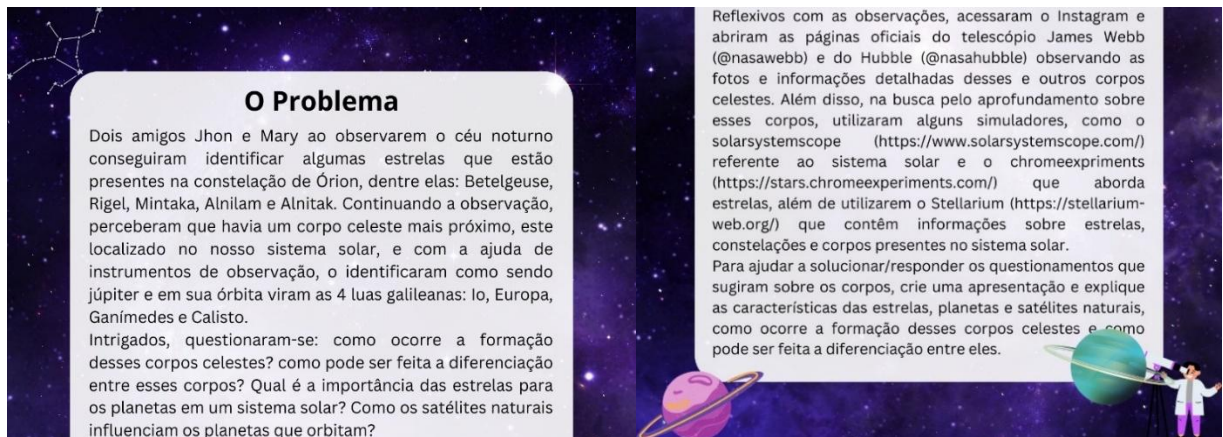
Fonte: O autor (2024).

A seguir, será detalhado as etapas da ABP, importante ressaltar que essas etapas foram distribuídas ao longo dos encontros presenciais e remotos destacados no quadro 7.

1. Primeira etapa: Leitura do problema

Nesta etapa ocorreu a apresentação do problema aos alunos (figura 32), havendo a leitura e a identificação da ideia central presente no problema. Logo, esperava-se que os alunos identificassem conceitos que foram inseridos no problema, como: constelações, estrelas como Betelgeuse e Rigel, o planeta Júpiter e as 4 luas galileanas.

Figura 32 – O problema em ABP.



O Problema

Dois amigos Jhon e Mary ao observarem o céu noturno conseguiram identificar algumas estrelas que estão presentes na constelação de Órion, dentre elas: Betelgeuse, Rigel, Mintaka, Alnilam e Alnitak. Continuando a observação, perceberam que havia um corpo celeste mais próximo, este localizado no nosso sistema solar, e com a ajuda de instrumentos de observação, o identificaram como sendo júpiter e em sua órbita viram as 4 luas galileanas: Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

Intrigados, questionaram-se: como ocorre a formação desses corpos celestes? como pode ser feita a diferenciação entre esses corpos? Qual é a importância das estrelas para os planetas em um sistema solar? Como os satélites naturais influenciam os planetas que orbitam?

Reflexivos com as observações, acessaram o Instagram e abriram as páginas oficiais do telescópio James Webb (@nasawebb) e do Hubble (@nasahubble) observando as fotos e informações detalhadas desses e outros corpos celestes. Além disso, na busca pelo aprofundamento sobre esses corpos, utilizaram alguns simuladores, como o solarsystemsscope (<https://www.solarsystemsscope.com/>) referente ao sistema solar e o chromeexperiments (<https://stars.chromeexperiments.com/>) que aborda estrelas, além de utilizarem o Stellarium (<https://stellarium-web.org/>) que contém informações sobre estrelas, constelações e corpos presentes no sistema solar.

Para ajudar a solucionar/responder os questionamentos que surgiram sobre os corpos, crie uma apresentação e explique as características das estrelas, planetas e satélites naturais, como ocorre a formação desses corpos celestes e como pode ser feita a diferenciação entre eles.

Fonte: O autor (2023).

2. Segunda etapa: Identificação do problema

Nesta etapa os alunos foram instruídos a anotar no diário de bordo digital as ideias, termos, conceitos e instrumentos que estão claros no problema, ou seja, o que eles já entendem, compreendem ou dominam, bem como, anotar o que eles não conhecem. Além disso, é nesta etapa que os alunos devem começar a pensar sobre quais estratégias podem ser tomadas para solucionar o problema.

3. Terceira etapa: *Brainstorming*

Na terceira etapa, os alunos discutem o problema utilizando como base seus conhecimentos prévios sobre o tema, buscando formular resoluções para o problema, mas sem que haja a preocupação com a exatidão das informações e das ideias. Neste momento, todos os alunos expressam suas ideias, formulando juntos uma hipótese sobre o problema.

4. Quarta etapa: Análise e estruturação dos resultados

Em seguida, os alunos resumem as discussões, de modo a selecionar e organizar as ideias e hipóteses levantadas que expliquem a possível solução do problema.

5. Quinta etapa: Objetivos de aprendizagem

Neste momento, os alunos devem definir o objetivo e sistematizar a aprendizagem

autodirigida, ou seja, definir o que será pesquisado como termos, ideias e conceitos para que possam propor uma solução para o problema. Ainda nessa etapa, os alunos elaboram um resumo oral sobre o que foi feito pela equipe até esta etapa, e com base do diário de bordo, devem fazer um resumo destacando suas ideias, o que já foi resolvido e o que ficara para as pesquisas individuais.

6. Sexta etapa: Investigação individual

Nesta etapa, em que os alunos já estão com os temas, termos e expressões desconhecidos ou confusas que foram selecionadas, realizam pesquisas individuais em ambientes extraclasse. Além disso, é nesse momento que os alunos utilizaram os sites disponibilizados, simuladores e observações no céu como parte integrante da resolução do problema.

7. Sétima etapa: Discussão das descobertas

Esta última etapa, foi dividida em dois momentos, no primeiro os alunos devem voltar aos seus grupos e relataram os resultados obtidos em suas pesquisas, sistematizando e integrando os conhecimentos adquiridos por todos os integrantes com base na resolução do problema. No segundo momento, ocorre as apresentações dos grupos, cujas apresentações podem ser através de slides, rodas de diálogo, posters, ou seja, os alunos podem usar os instrumentos que acharem mais adequados para mostrar suas soluções para o problema.

8 ASPECTOS ÉTICOS

A realização da presente pesquisa obedeceu aos preceitos éticos da Resolução 466/12 ou 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

- **Riscos:** Como risco para a pesquisa, pode-se definir as dificuldades de compreensão quanto ao objetivo do trabalho e da elaboração dos mapas conceituais, o que pode levar a uma participação limitada ou falta de engajamento. Para minimizar os riscos descritos será feito uma apresentação da temática do trabalho quanto aos seus objetivos e um treinamento sobre os mapas conceituais, destacando seu conceito, componentes e como elaborá-lo; como risco, pode-se ter um constrangimento, desconforto ou alterações de comportamento durante as gravações de áudio. Logo, para minimizar os riscos descritos,

antes das gravações de áudio haverá a certificação do consentimento dos participantes, havendo a explicação do propósito da gravação e de como os áudios serão utilizados e quais medidas serão tomadas para proteger a privacidade dos participantes; como risco é possível que exista insegurança de alguns estudantes na hora de apresentar a solução do problema referente a aprendizagem baseada em problemas, pois pode causar um desconforto na hora da escrita dos diários de bordo, devido as suas caligrafias. Porém, para amenizar os riscos, é possível que os alunos escolham a maneira que irão apresentar, podendo utilizar slides, rodas de diálogo, posters etc. Além disso, os alunos poderão realizar a entrega do diário de bordo digitados, amenizando os riscos associados a caligrafia dos participantes.

- **Benefícios:** Como benefícios diretos, a pesquisa presencial oferece aos participantes maior interação entre si e o pesquisador, um maior tempo para a realização das atividades propostas, maior engajamento e troca de ideias e interpretações entre o problema e sua resolução careca da aprendizagem baseada em problemas, os alunos terão uma vivência dinâmica para discutir sobre a Astronomia. Indiretamente, poderá haver um processo de observação do mundo ao seu redor e com isso ter a percepção de que a Astronomia está presente dentro e fora do ambiente escolar.

Armazenamento dos dados coletados: Os pesquisadores declaram que os dados coletados (diários de bordo digital, áudio gravações, fotos e mapas conceituais) nesta pesquisa ficarão armazenados em (pastas de arquivo localizada no drive do computador pessoal), sob a responsabilidade do pesquisador (Milton da Silva Santos), no endereço (Rua Antônio Jordão dos Santos, 125, Vassoural – Caruaru/PE), pelo período de mínimo 5 anos.

9 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados obtidos através dos mapas conceituais e áudio-gravações foram analisados através de rubricas de avaliação, enquanto as respostas do questionário foram analisadas por meio da análise de discurso de Bardin (1977).

Para análise dos mapas conceituais foram construídas rubricas de avaliação, que constituem um conjunto de critérios que busca traduzir o que é desejável que os alunos aprendam/dominem com base em parâmetros previamente definidos. Nesse sentido, as

características principais são: os critérios de avaliação que são os aspectos específicos que serão avaliados; os níveis de desempenho que são organizados em uma escala indicando os diferentes graus de qualidade para cada critério; descritores claros que são explicações detalhadas sobre o que é esperado em cada nível de desempenho (Fernandes, 2021).

Nessa perspectiva, as rubricas (quadro 8) foram construídas com base nos trabalhos de alguns pesquisadores que discutem critérios para a avaliação de mapas conceituais (Araújo et al., 2007; Moreira, 2022; Moreira, 2012; Moreira, 2010; Moreira e Novak, 1988; Neto e Lima, 2018; Novak e Gowin, 1984; Ribeiro e Campos, 2019; Ruiz-Moreno et al., 2007).

Quadro 8 – Rubrica de pontuação para avaliação dos mapas conceituais.

Crítérios	Descrição	Pontuação	Níveis de Desempenho
1. Identificação de Diferenças e semelhanças entre os corpos celestes	Verificar se os alunos distinguem e assemelham corretamente as estrelas, planetas e satélites naturais com base em características principais.	2	1 – Insuficiente (0,5): Diferenças e semelhanças ausentes ou incorretas. 2 – Regular (1,0): Diferenças e semelhanças identificadas parcialmente, com confusões. 3 – Bom (1,5): Diferenças e semelhanças claras, mas com algumas lacunas. 4 – Excelente (2,0): Diferenças e semelhanças bem definidas e alinhadas ao conhecimento científico.
2. Compreensão Conceitual Geral	Analisar o entendimento básico dos conceitos de estrela, planeta e satélite natural. Clareza, pertinência e precisão dos conceitos utilizados.	1,5	1 – Insuficiente (0,4): Concepções equivocadas predominam. 2 – Regular (0,8): Mistura de compreensões corretas e concepções alternativas. 3 – Bom (1,2): Compreensão geral boa, mas com pequenos ajustes necessários. 4 – Excelente (1,5): Compreensão clara e fundamentada.
3. Aplicação do Conhecimento	Capacidade dos alunos de utilizar os conceitos sobre estrelas, planetas e satélites naturais em situações práticas, problemas, fenômenos ou exemplos cotidianos.	1,5	1 – Insuficiente (0,4): O aluno não consegue aplicar os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais em situações práticas ou problemas. 2 – Regular (0,8): O aluno tenta aplicar o conhecimento, mas com dificuldades e erros. 3 – Bom (1,2): O aluno aplica os conceitos de forma razoável, mas pode cometer pequenas falhas. 4 – Excelente (1,5): O aluno aplica corretamente os conceitos em situações práticas e problemas, mostrando bom entendimento dos conceitos e suas implicações.
4. Uso de Palavras de Ligação	Avaliar a clareza e a relevância das palavras ou frases de ligação entre os conceitos.	1,5	1 – Insuficiente (0,4): Ausência ou inadequação das palavras de ligação. 2 – Regular (0,8): Uso genérico ou impreciso. 3 – Bom (1,2): Palavras de ligação claras, mas com algumas limitações. 4 – Excelente (1,5): Palavras de ligação precisas e significativas.

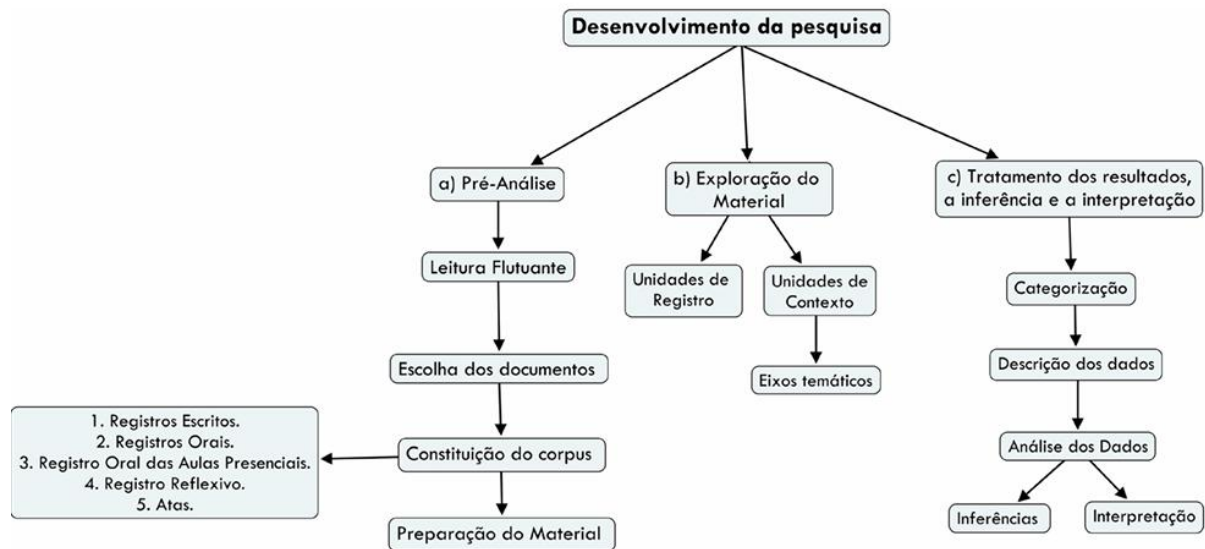
5. Estrutura Hierárquica	Avaliar a organização hierárquica, do mais geral ao mais específico.	1,5	1 – Insuficiente (0,4): Ausência de hierarquia ou confusão nos níveis. 2 – Regular (0,8): Hierarquia parcialmente clara, mas com falhas. 3 – Bom (1,2): Hierarquia clara, com poucos ajustes necessários. 4 – Excelente (1,5): Hierarquia impecável e bem estruturada.
6. Estética e Clareza Visual	Verificar se o mapa é organizado e de fácil leitura, permitindo a interpretação das ideias apresentadas.	1	1 – Insuficiente (0,25): Mapa desorganizado e difícil de interpretar. 2 – Regular (0,5): Organização limitada, mas compreensível. 3 – Bom (0,75): Mapa visualmente claro, mas com pequenos ajustes necessários. 4 – Excelente (1,0): Layout impecável e bem-organizado.
7. Originalidade e Criatividade	Conexões inovadoras ou insights únicos apresentados no mapa.	1	1 – Insuficiente (0,25): Sem sinais de criatividade ou originalidade. 2 – Regular (0,5): Algumas ideias originais, mas limitadas. 3 – Bom (0,75): Abordagem criativa e interessante. 4 – Excelente (1,0): Ideias inovadoras e altamente criativas.

Fonte: Elaborado a partir de Araújo et al., 2007; Moreira, 2022; Moreira, 2012; Moreira, 2010; Moreira e Novak, 1988; Neto e Lima, 2018; Novak e Cañas, 2010; Novak e Gowin, 1984; Ribeiro e Campos, 2019; Ruiz-Moreno et al., 2007.

Os dados presentes no questionário foram analisados através da análise de discurso proposta por Bardin (1977) que consiste em um conjunto de instrumentos metodológicos que estão se aperfeiçoando, sendo aplicados a discursos diversificados, permitindo interpretar dados qualitativos de forma sistemática e objetiva. Logo, para análise dos nossos resultados, esse método foi dividido em três etapas, sendo elas: 1. A organização da análise; 2. Exploração do material; 3. Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Logo, a análise passou pelas fases apontadas por Bardin (1977) apresentadas a seguir (figura 33).

Figura 33 – Fases da análise de discurso proposta por Bardin.



Fonte: Bardin (1977).

A primeira etapa da análise, referente a organização, envolve a organização e leitura inicial do material. Além disso, é nesta fase que ocorre a escolha dos documentos a serem analisados, a elaboração das hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores que servirão para fundamentar as interpretações (Bardin, 1977).

Nessa perspectiva, os documentos analisados foram as respostas ao questionário que contêm 12 perguntas abertas.

Logo, após serem coletados as respostas, foi feita a leitura flutuante, ou seja, o estabelecimento do contato do pesquisador com os documentos analisados, com objetivo de se estabelecer as primeiras percepções, impressões, emoções, conhecimento e expectativas presentes nas mensagens nelas contidas (Franco, 2008).

Em sequência, foi feita a formulação da hipótese, ou seja, a formulação de uma afirmação provisória que será verificada ao longo dos procedimentos de análise. Posteriormente, ocorreu a formulação do objetivo, sendo a finalidade da pesquisa.

Posteriormente, foi feita a constituição de um corpus, segundo Bardin (1977, p.96) “O corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (Bardin, 1977, p. 96). Logo, houve a seleção dos trechos mais relevantes para análise.

Dessa forma, a construção do corpus, foi feita seguindo as regras de exaustividade, devendo-se considerar todos os elementos presentes no corpus; representatividade, ou seja, a mostra deve ser representativa do universo inicial; homogeneidade, neste caso, os

documentos devem ser homogêneos, obedecendo a critérios precisos de escolha, sem que haja demasiadas singularidades; pertinência, os documentos devem corresponder ao objetivo da análise (Bardin, 1977).

O momento seguinte, refere-se a referenciação dos índices e a elaboração de indicadores, os índices podem ser, por exemplo, a menção explícita de um tema e os indicadores podem ser a frequência deste tema de forma relativa ou absoluta. A etapa final da pré-análise diz respeito a preparação do material, que ocorreu a digitalização das respostas das questões abertas do questionário, sendo organizadas em tabelas (Bardin, 1977).

Em sequência, foi iniciado a segunda fase apresentada por Bardin (1977) referente a exploração do material. Esta fase representa a administração sistemática das decisões tomadas, constituindo-se de operações de codificação e enumeração em virtude das regras destacadas anteriormente. Logo, nesta fase ocorreu o aprofundamento do corpus, com intuito de estabelecer as unidades de registro e as unidades de contexto, em que segundo Bardin (1977, p. 101) “os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (falantes) e válidos”.

Nesse sentido, as unidades de registro referem-se, segundo Franco (2008, p. 41) “a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas”. Assim, esses registros podem ser de tipos diferentes e estarem inter-relacionados, como: palavras, temas, personagem, item.

Portanto, foi nessa fase em que os dados foram codificados, categorizados e validados. Em síntese, na codificação o texto/resposta dos alunos foi quebrado em unidades de significado, podendo ser palavras, frases ou trechos inteiros. Por exemplo, na primeira pergunta do questionário, sobre como os alunos descreveriam a experiência ao participar do projeto, foi identificado através das respostas ideias-chave ou trechos que se repetem, e a partir disso foi criado códigos, como por exemplo, Código: "Experiência positiva e enriquecedora" → Aparece em respostas como "experiência incrível e enriquecedora", "ótimo, foi incrível", "inesquecível", "única".

Já a etapa de categorização, foi feito o agrupamento dos códigos em categorias ou temas gerais. Cujas categorias correspondem à pergunta principal da análise e foram relacionadas ao referencial teórico. Por exemplo, podem ser criadas categorias como: Aspectos emocionais, respostas que destacam emoções como entusiasmo, diversão, ou senso de novidade; Aprendizado técnico: respostas que mencionam o aprendizado de conceitos como estrelas, planetas e satélites naturais; Interação social: respostas que destacam a troca de ideias em grupo ou a construção.

Após a categorização, foi feita a análise temática, ou seja, foi identificado os temas que

surtem de cada categoria. Por exemplo, dentro da categoria "aprendizado técnico", poderemos encontrar temas como: interesse por estrelas e satélites; a relevância de atividades práticas (ex: observação da Lua, construção de maquetes).

Por seguinte, houve a validação das categorias, certificando-se que as categorias fazem sentido para os dados e que representam a diversidade de respostas. Buscando-se discrepâncias ou exceções para compreender a complexidade do fenômeno (Bardin, 1977).

Para a última fase, abordaremos o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Logo, essa fase envolve apresentar e interpretar os dados categorizados.

Esta etapa representa, inicialmente o tratamento dos dados brutos de modo a torná-los significativos e válidos. Utilizando-se de operações estatísticas, criação de quadros, diagramas, figuras e modelos que busquem destacar as informações obtidas por meio da análise. Em sequência, os resultados devem ser colocados a provas e testes de validação, cujo pesquisador irá propor inferências e interpretações.

Nesse sentido, ocorreu o tratamento do material correspondente a codificação, segundo Bardin (1977, p. 103) “A codificação corresponde a uma transformação (...) que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão, susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices”, nessa perspectiva, a forma de organizar a codificação levou em conta: o recorte; a enumeração e a classificação.

Por fim, realizou-se a inferência e interpretação. Assim, a inferência é um instrumento de indução usada para investigar as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores, referências). Enquanto, à interpretação está relacionada aos conceitos e proposições que darão sentido ao referencial geral, produzindo uma imagem significativa (Bardin, 1977).

Portanto, serão apresentados as categorias e os temas emergentes de forma clara, com exemplos que ilustram cada categoria, relacionando os resultados obtidos com os referenciais teóricos.

10 RESULTADOS

Neste capítulo serão abordados os resultados, através da análise dos dados da pesquisa realizada com um total de 10 alunos pertencentes as turmas do 6º, 7º e 8º ano do ensino fundamental II. Nesse sentido, os alunos foram identificados pelo sistema alfanumérico A1, A2 ... An, e os mapas conceituais identificado por: MI1, referente ao mapa inicial do grupo 1; MI2,

mapa inicial do grupo 2; MF1, mapa do grupo 1 após a aplicação da ABP; MF2, mapa do grupo 2 após a aplicação da ABP.

Logo, a fim de apresentar os resultados de forma clara, foram dispostos em seis etapas, a saber: Análise dos mapas conceituais prévios; Aplicação da ABP; Observação do céu noturno; Apresentação dos Grupos; Construção dos mapas conceituais após a ABP; Aplicação do questionário final.

10.1 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS PRÉVIOS

Inicialmente, houve um treinamento com os participantes sobre o programa *Cmaptools*, onde o pesquisador apresentou as ferramentas disponíveis no aplicativo, com o objetivo de auxiliar os estudantes na construção de seus mapas conceituais. Em seguida, os estudantes participantes construíram seus mapas conceituais, a partir do questionamento: “Quais as diferenças e semelhanças entre estrelas, planetas e satélites naturais?”.

A pesquisa contou com um total de 10 participantes, que foram divididos em dois grupos, cada grupo com 5 alunos pertencentes ao 6º, 7º e 8º ano do ensino fundamental II. Logo, abaixo serão discutidos os mapas conceituais construídos pelos alunos no primeiro dia do encontro presencial (figura 34).

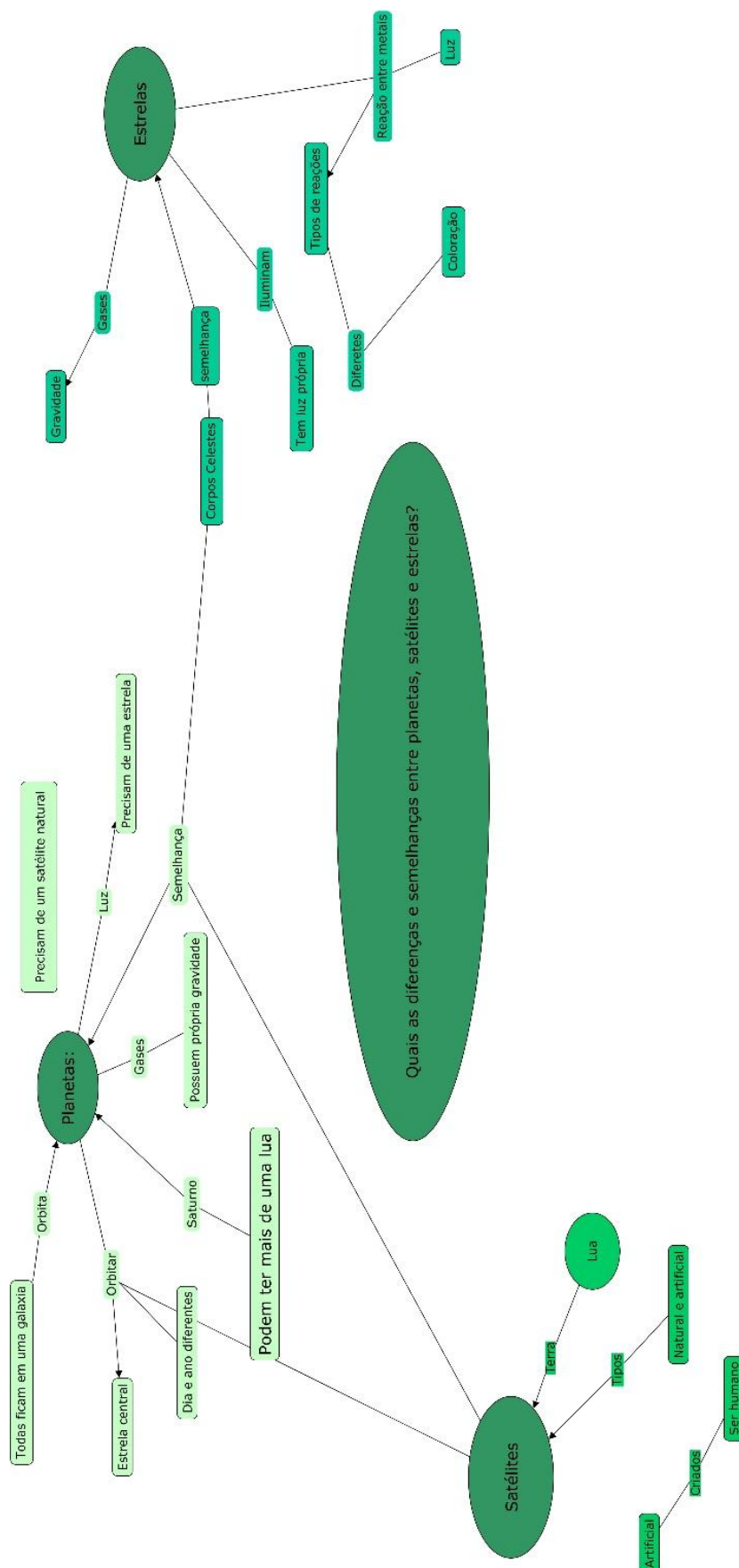
Figura 34 – Construção dos mapas conceituais.



Fonte: O autor (2024).

Nessa perspectiva, para analisar os mapas conceituais foram utilizadas as rubricas para avaliação dos mapas descritas no quadro 8, visando identificar os níveis de desempenho dos grupos, a partir dos critérios previamente definidos. Inicialmente, será discutido as características presentes no mapa conceitual inicial do grupo 1 (figura 35).

Figura 35 – Mapa conceitual do grupo 1 (MI1).



Fonte: O autor (2024).

Com base na figura 35, podemos perceber que o mapa conceitual construído pelo grupo 1(MI1) e com base no primeiro critério (quadro 8), que aborda a identificação de diferenças e semelhanças entre os corpos celestes, percebe-se que os alunos identificaram essas diferenças parcialmente, pois foi possível identificar algumas confusões, quando relacionaram a luz das estrelas a reações entre metais, ao invés de destacarem que a luz é o resultado da fusão nuclear presente no núcleo das estrelas (Arany-Prado, 2006).

Outra confusão, está no balão isolado que ressalta que planetas "*precisam de um satélite natural*" (MI1), este é um erro conceitual, pois nem todos os planetas possuem satélites naturais, como por exemplo Mercúrio e Vênus que não possuem luas (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003). Além disso, podemos perceber que ao destacarem as ideias sobre os satélites naturais, eles se limitam na diferença entre satélites naturais e artificiais, ao invés de destacar as próprias características dos satélites naturais, como tamanhos, formas, temperaturas, movimentos ou composição (Bolles, 2023; Jácome; Echer; Marques, 2023). Portanto, este mapa foi classificado como regular, visto que as diferenças entre os corpos foram identificadas parcialmente, além de apresentarem alguns equívocos conceituais.

No segundo critério, acerca da compreensão conceitual geral, foi classificado como regular, pois identificou-se uma mistura de compreensões corretas e concepções alternativas, quando generalizam os planetas como "*gases*" (MI1), pois apesar de alguns planetas serem gasosos, essa não é uma característica universal, uma vez que planetas como a Mercúrio e Marte são rochosos e possuem atmosferas finas ou quase nenhuma (Horvath, 2008; Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

No terceiro critério sobre a aplicação do conhecimento, o nível de desempenho foi classificado como regular, pois os alunos tentaram aplicar o conhecimento, no entanto apresentaram dificuldades e erros conceituais. Alguns pontos fortes do mapa, foi a abordagem do conceito de órbita e a relação que fizeram com a duração do ano, visto que planetas próximos a estrela possuem uma duração de ano muito menor que planetas mais distantes (Nasa, 2024). Outros exemplos que podemos citar, foi a identificação da gravidade, distinção entre luz própria e luz refletida e a tipologia de satélites, fazendo a diferenciação entre natural e artificial. Algumas limitações, como a falta de exemplos concretos, ausência de fenômenos cotidianos explícitos e a presença de erros conceituais, como relacionarem a ideia de órbita a duração do dia, uma vez que o dia corresponde ao movimento/volta que o planeta dá em torno de si, enquanto a órbita indica o movimento que o corpo celeste como um planeta, dá em torno de uma estrela (Horvath, 2008; Nasa, 2023).

No quarto critério que aborda o uso de palavras de ligação, foi classificado como regular, pois utilizaram as palavras de forma imprecisa. Como pontos positivos, podemos citar o uso de conexões funcionais, como as palavras "*orbitam*" (MI1) são claras e ajudam a estabelecer relações importantes entre os conceitos planetas e satélites; a ligação entre "*estrelas*", "*iluminam*" e "*tem luz própria*" (MI1) é precisa e descreve corretamente uma das características essenciais das estrelas, como destacado por Binoti e Dilem (2023) ao determinarem algumas peculiaridades de cada estrela, como brilho, temperatura, massa e luminosidade.

Ademais, como pontos negativos, podemos citar: conexões genéricas que não agregam clareza, como a utilização da palavra "*Gases*" em planetas e estrelas, mas sem especificar como isso os caracteriza; ligação incorreta entre "*reação entre metais*" e "*estrelas*" (MI1), uma vez que as estrelas geram energia por fusão nuclear, e não por "reação entre metais" (Arany-Prado, 2006). Logo, algumas palavras de ligação necessitam de especificidade, tornando difícil entender as relações de forma prática e científica quase se utilizaram "*gases*", "*iluminam*", "*órbita*". Nessa perspectiva, embora o mapa conceitual tenha algumas palavras de ligação úteis, muitas são vagas, imprecisas ou não específicas o suficiente, o que levou esse critério a ser classificado como regular (Moreira, 2022; Moreira, 2012).

O quinto critério, acerca da estrutura hierárquica, foi classificado como regular, pois houve uma confusão nos níveis e uma falta de conexão entre o conceito/pergunta central com as ramificações e ideias mais detalhadas e específicas (Araújo et al., 2007; Moreira, 2022). Como assertivas, podemos citar que houve uma tentativa de organizar os conceitos Planetas, Estrelas e Satélites com suas características utilizando algumas conexões claras e relevantes.

No entanto, houve algumas falhas, como: elementos desconectados ou mal posicionados hierarquicamente, como ao utilizarem "*podem ter mais de uma lua*" (MI1) conectado diretamente a um exemplo que é "*Saturno*", mas sem estar conectado de forma direta aos planetas, ligado aos "*satélites naturais*" ou ao conceito de "*órbita*" o que fragmenta a hierarquia. Algumas conexões parecem estar no mesmo nível de hierarquia, mesmo que tenham importâncias diferentes. Por exemplo: "*Saturno*" aparece como um exemplo de planeta, mas está no mesmo nível de "*órbita*" e "*gases*", que são características gerais de planetas. Além disso, houve uma falta de subdivisões adicionais em estrelas e planetas, enquanto satélites têm um nível hierárquico detalhado (naturais e artificiais), as estrelas e planetas não têm subdivisões significativas, uma vez que as estrelas poderiam ser subdivididas em anãs e gigantes, e os planetas poderiam ser classificados como rochosos e gasosos (Nasa Science, 2023).

O sexto critério referente a estética e clareza visual, foi classificado como regular, pois,

possui uma organização limitada, porém compreensível. Logo, como pontos positivos, destacam-se: a organização básica com conceitos principais bem destacados e separados, facilitando a identificação de categorias; a diferenciação visual com formas ovais e retangulares com tamanhos diferentes, o que ajudou a diferenciar conceitos principais de secundários; utilização de cores uniformes, onde a escolha de tons verdes dá uma aparência limpa e coerente ao mapa (Neto e Lima, 2018).

Todavia, como pontos negativos, evidenciam-se: a falta de alinhamento claro, pois o posicionamento dos conceitos e conexões parece aleatório, sem seguir uma estrutura lógica ou linear que facilite a leitura; algumas linhas que ligam os conceitos cruzam-se de forma desordenada, dificultando a leitura e a interpretação das relações; não há uma diferença visual marcante para indicar a hierarquia entre conceitos gerais e específicos, como tamanhos variáveis ou cores distintas. Além disso, o texto possui um tamanho de fonte pequeno, o que dificulta a leitura rápida, especialmente em um mapa com tantas conexões (Ribeiro e Campos, 2019; Ruiz-Moreno et al., 2007).

O último critério, originalidade e criatividade, foi classificado como regular, pois, apesar de haver ideias originais, houve limitações, como a inclusão de "*reação entre metais*" (MI1) nas estrelas que apesar de ser uma ideia criativa necessita de fundamentação científica o que compromete a relevância da criatividade. Além disso, o mapa não explora *insights* únicos que poderiam enriquecer a discussão, como a interdependência entre estrelas, planetas e satélites em um sistema maior (ex.: sistema solar) (Moreira, 2022; Neto e Lima, 2018; Nasa Science, 2023).

No entanto, destaca-se de forma positiva a relação entre conceitos como "*gravidade*" e "*luz*" (MI1) com os corpos celestes, demonstrando o esforço em integrar diferentes conhecimentos. A presença de exemplos concretos como "*Saturno*", "*Lua*", e "*Terra*" é uma abordagem interessante, pois personaliza os conceitos e ajuda a conectar os corpos celestes com exemplos reais. Ademais, é notório a diferenciação correta entre satélites naturais e artificiais, refletindo em um pensamento criativo ao distinguir algo que vai além do básico (Moreira, 2022; Neto e Lima, 2018; Nasa Science, 2023).

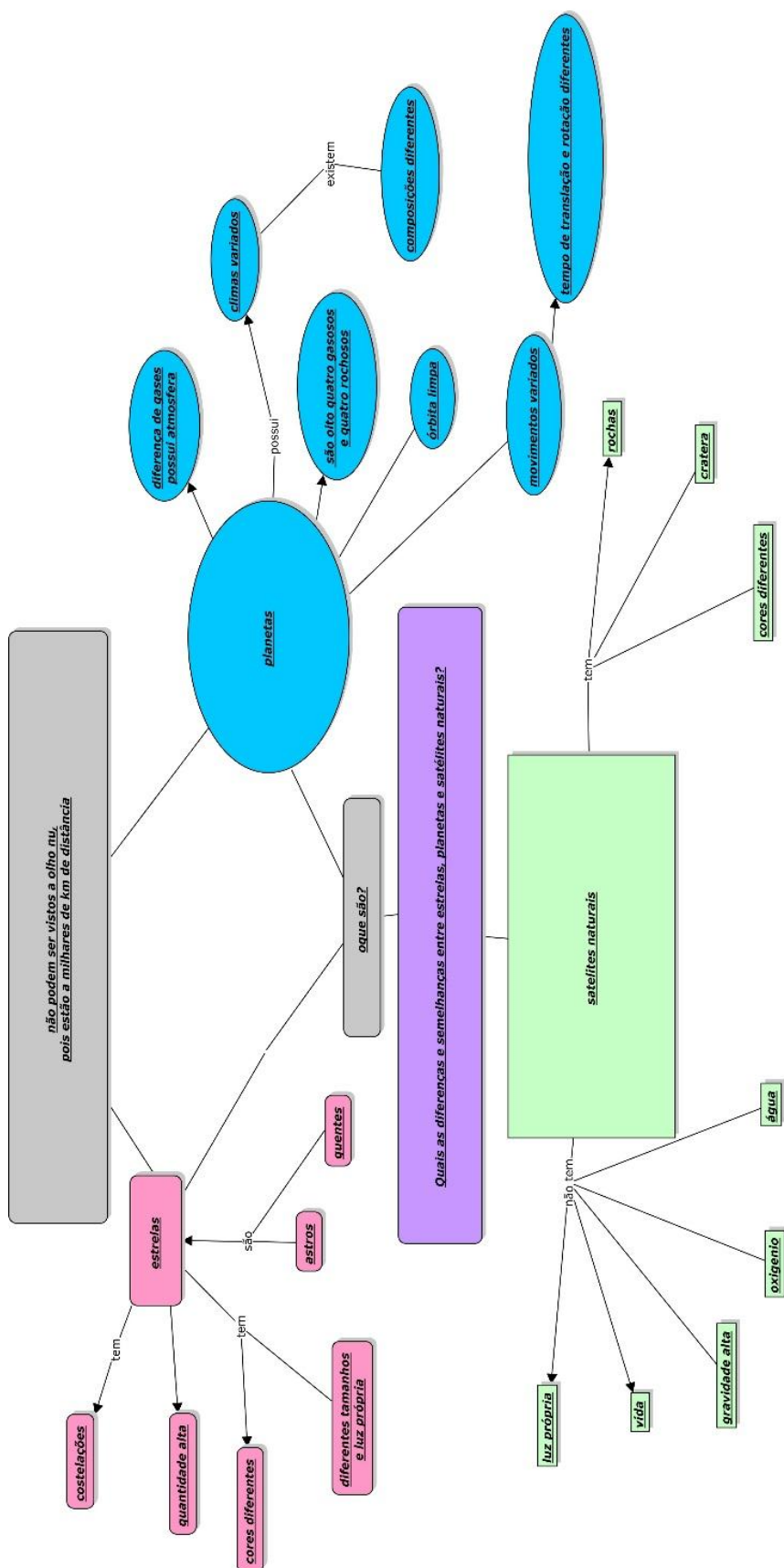
Com base na análise integrada dos sete critérios avaliativos, podemos perceber que o mapa conceitual elaborado pelo grupo 1 (MI1) apesar de apresentar iniciativas relevantes, como a distinção entre luz própria e refletida, a tentativa de representar conceitos-chave como órbita, gravidade e os diferentes tipos de satélites, o mapa evidencia lacunas conceituais e estruturais que comprometem sua efetividade didática. As ideias foram parcialmente desenvolvidas, com erros como a associação equivocada entre estrelas e "reações entre metais" ou a generalização

de que planetas precisam ter satélites.

Além disso, a estrutura hierárquica carece de organização lógica mais clara, dificultando a leitura fluida do mapa, e o uso de palavras de ligação, embora funcional em alguns pontos, foi impreciso em outros, refletindo limitações na consolidação conceitual. Visualmente, o mapa tem estética básica e uso de cores coerente, mas apresenta problemas de alinhamento e legibilidade. Por fim, embora a criatividade esteja presente em algumas associações, faltou maior fundamentação científica em certas ideias. Portanto, o conjunto da produção demonstra compreensão parcial dos conteúdos, com indícios de aprendizagem significativa, mas que ainda necessita de aprofundamento e mediação pedagógica para correção de equívocos e ampliação do entendimento conceitual.

Posteriormente, apresentamos o mapa conceitual do grupo 2 (figura 36) sendo analisado por meio das rubricas de avaliação (quadro 8), levando em consideração cada critério, classificando-o a partir dos níveis de desempenho.

Figura 36 – Mapa conceitual do grupo 2 (MI2).



Fonte: O autor (2024).

Com base no primeiro critério que aborda a identificação de diferenças e semelhanças entre os corpos celestes, podemos perceber alguns pontos positivos, como identificação das estrelas como *“astros-quentes”*, que possuem *“luz própria e possuem diferentes tamanhos e cores”* (MI2), o que está de acordo com as ideias atuais da relação direta entre o tamanho, temperatura e coloração que foi estabelecido em 1890 e denominada de Harvard Spectral Sequence (Arany-Prado, 2006; Silva; Binoti; Dilem, 2023).

Além disso, percebe-se que nos planetas foram destacadas as suas diferentes composições *“são quatro gasosos e quatro rochosos”*, possuindo *“órbita limpa, movimento variados e tempo de rotação e translação diferentes”* (MI2), o que é correto, pois assim como ressaltado pela Nasa (2023) e Horvath (2008) os planetas são classificados como rochosos ou gasosos, o que está associado ao fato de possuírem ou não uma superfície sólida.

Os satélites naturais, foram caracterizados em duas categorias: *“tem”* e *“não tem”*, destacando que esses corpos celestes apresentam *“crateras, rochas e cores diferentes”* e não possuem *“luz própria, vida, água e oxigênio”* (MI2). A escolha de categorizar os satélites naturais em dois polos – *“tem”* e *“não tem”* – é uma estratégia interessante, pois permite evidenciar as percepções dos alunos sobre os atributos desses corpos celestes.

Logo, ao ressaltarem que satélites naturais tem crateras, rochas e cores diferentes sugere que esses alunos possuem um conhecimento básico das características geológicas e visuais dos satélites, o que indica uma observação atenta que pode ser ter sido motivada por imagens, vídeos ou materiais didáticos, utilizados durante a intervenção. Além disso, ao destacarem que os satélites não possuem luz própria, vida, água e oxigênio reforçam a compreensão de que os satélites naturais não são como planetas habitáveis ou estrelas. A ausência de *“luz própria”* mostra uma diferenciação em relação às estrelas e a ausência de *“vida, água e oxigênio”* remete ao entendimento de condições necessárias à vida como conhecemos.

Todavia, como pontos negativos, podemos citar o erro conceitual de considerar que *“estrelas tem constelações”* ao invés de interpretar que é o conjunto de estrelas que formam as constelações (Arany-Prado, 2006). Logo, considera-se que o nível de desempenho nesse critério foi bom, pois identificaram diferenças e semelhanças de forma clara, embora ainda apresentem algumas lacunas conceituais.

No critério 2, que aborda a compreensão conceitual geral, observa-se que os alunos abordaram diversos conceitos sobre os corpos celestes, destacando-se, por exemplo, a ideia de que algumas estrelas e planetas *“não podem ser vistos a olho nu, pois estão a milhares de km de distância”* (MI2), além disso, destaca-se as diversas características presentes nas estrelas, planetas e satélites naturais. Porém, também é notável a presença de erros conceituais como

considerar que os satélites naturais não possuem água, uma ideia equivocada, pois trabalhos como os de Bolles (2023) e Jácome, Echer e Marques (2023) evidenciaram a composição de satélites naturais como a lua de Júpiter (Europa) que possui um oceano de água sob sua crosta gelada. Nessa perspectiva, podemos classificar esse critério como bom, possuindo uma boa compreensão geral do tema, sendo necessário pequenos ajustes conceituais.

No terceiro critério sobre a aplicação do conhecimento, podemos destacar como pontos positivos: a menção às constelações, que seria definido como estrelas agrupadas reconhecíveis que são visíveis a partir da Terra; a menção de "*movimentos variados (rotação e translação) nos planetas*" que poderia estar conectado aos planetas e fenômenos do cotidiano, como os dias e anos; os satélites naturais sendo descritos como "*não possuem luz própria*" e associado a "*rochas e crateras*", podendo ser comparados a asteroides e estrelas cadentes (Nasa, 2023; Rodrigues, 2003).

Todavia, como pontos negativos, podemos destacar: a presença de conexões limitadas com o cotidiano, como a descrição das estrelas de maneira abstrata, sem conectar a luz desses corpos celestes com a forma como vemos o céu à noite; os planetas e seus movimentos poderiam ser relacionados diretamente com a alternância de dias e noites ou com as estações do ano; e os satélites naturais poderiam ser conectados ao impacto que têm nos planetas que orbitam, como por exemplo a influência da Lua sobre as marés (Horvath, 2008; Nasa, 2023). Portanto, esse critério foi classificado como regular, pois o mapa apresenta uma compreensão científica adequada, mas não contextualiza suficientemente os conceitos em situações práticas ou cotidianas.

No quarto critério, que aborda o uso de palavras de ligação, podemos perceber uma clareza na maioria das palavras utilizadas, como "*são*", "*tem*", "*não tem*", "*possui*" e "*existe*" (MI2). No entanto, notamos a ausência de ligações que são fundamentais para relacionarem alguns conceitos, por exemplo, a relação entre planetas e satélites naturais poderia ser mais bem expressa com uma frase de ligação como "*são orbitados por*". Ademais, faltam palavras que explicitem contrastes ou semelhanças, pois o mapa não utiliza palavras de ligação como "diferem de", "são semelhantes a", "compartilham" ou "contrapõem-se", por exemplo, poderia haver algo como "Estrelas" - "diferem de" - "planetas" - "por" - "terem luz própria" (Neto e Lima, 2018; Nasa Science, 2023). Nesse sentido, esse critério foi classificado como bom, pois apresenta ligações claras, mas com algumas limitações.

No quinto critério sobre a estrutura hierárquica, podemos destacar como pontos positivos a presença da organização dos conceitos principais e o destaque nos três tipos de corpos celestes (estrelas, planetas e satélites naturais) por estarem organizados de forma

relativamente independente, o que facilita a visualização e compreensão das diferenças. No entanto, a estrutura não segue completamente a lógica de hierarquia do mais geral ao mais específico, faltam níveis bem definidos e consistentes para relacionar conceitos amplos a características ou exemplos específicos (Novak e Cañas, 2010; Novak e Gowin, 1984). Nesse sentido, nesse critério o mapa foi classificado como regular, pois a hierarquia foi comprometida pela ausência de níveis bem definidos, de um conceito integrador e de uma disposição desorganizada de subníveis.

No sexto critério, clareza e estética visual, podemos destacar como pontos fortes a separação de conceitos principais por cores e formas diferentes, ajudando na distinção visual e na identificação das categorias, tornando o mapa mais organizado. Todavia, como pontos negativos, destacam-se a falta de Centralização Geral; o tamanho da fonte e o espaçamento desigual (Ribeiro e Campos, 2019; Ruiz-Moreno et al., 2007). Nesse sentido, nesse critério o mapa foi classificado como bom, sendo visualmente claro, porém necessitando de pequenos ajustes.

No sétimo critério, originalidade e criatividade, destacam-se conexões como “*diferentes tamanhos*” e “*cores diferentes*” para estrelas e “*diferença de gases e atmosfera*”, “*composição diferentes*” e “*climas variados*” (MI2) para planetas, indicando um esforço em destacar propriedades únicas desses corpos celestes, o que vai além do básico (Arany-Prado, 2006; Gohd, 2023).

Além disso, a inclusão de ideias como “*tempo de translação e rotação diferentes*” em planetas e “*rochas e crateras*” (MI2) em satélites naturais traz um nível de detalhamento que personaliza o mapa e o diferencia de estruturas genéricas (Arany-Prado, 2006). No entanto, há uma ausência de comparação direta entre os conceitos, não explorando conexões mais criativas ou insights entre os corpos celestes. Logo, esse último critério foi classificado como regular, pois apesar do mapa possuir boa organização de ideias, ele necessita de conexões mais criativas e insights únicos.

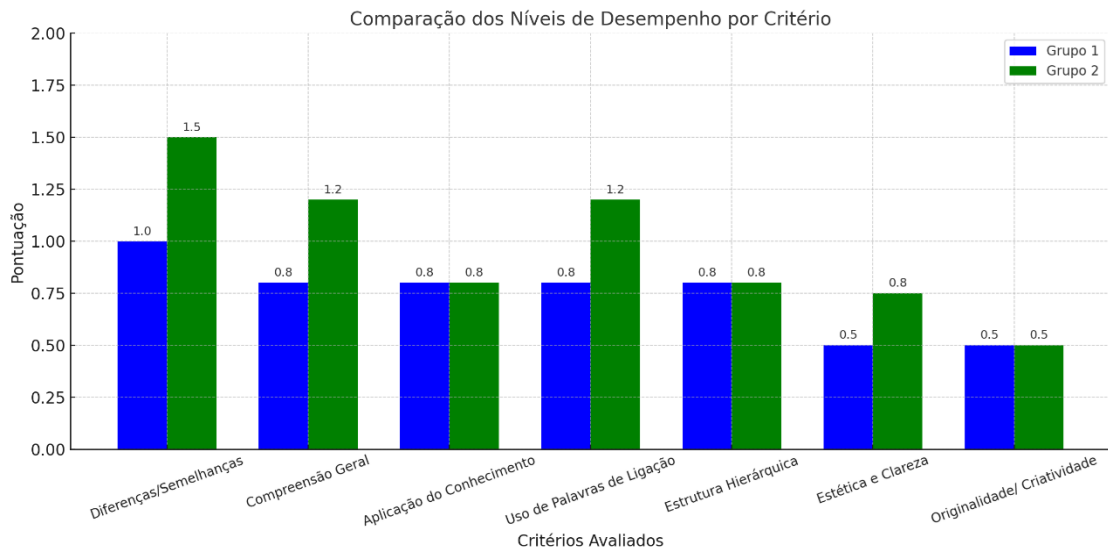
Com base na análise integrada dos sete critérios avaliativos, observa-se através do mapa conceitual elaborado pelo grupo 2 (MI2) que os alunos demonstraram domínio satisfatório dos conceitos centrais sobre estrelas, planetas e satélites naturais, com descrições corretas e detalhadas que refletem uma compreensão científica consistente, especialmente no que se refere às características físicas desses corpos. Embora ainda existam algumas lacunas conceituais pontuais — como a afirmação incorreta de que satélites não possuem água ou de que “estrelas têm constelações” —, essas não comprometem severamente a qualidade geral do trabalho.

Além disso, os critérios de clareza visual e uso de palavras de ligação também foram

bem desenvolvidos, com ligações compreensíveis e organização visual coerente. Por outro lado, aspectos como aplicação ao cotidiano, estrutura hierárquica e originalidade ainda necessitam de aprimoramento, principalmente no aprofundamento das relações conceituais e na elaboração de conexões mais criativas e contextualizadas. Dessa forma, considerando o equilíbrio entre acertos e limitações, conclui-se que o mapa conceitual apresenta um desempenho positivo e cumpre de forma satisfatória seu papel didático.

Nesse sentido, com base nos dados, foi elaborado um gráfico comparativo (gráfico 1) sobre o desempenho de cada grupo em relação aos critérios descritos no quadro 8.

Gráfico 1 – Desempenho de cada grupo em relação aos critérios estabelecidos.



Fonte: O autor (2025).

A pontuação total de cada grupo foi de 5,2 para o MI1 e 6,75 para o MI2. Em suma, MI2 obteve um desempenho superior ao MI1, com uma diferença de 1,55 pontos no total. Este melhor desempenho é particularmente evidenciado pelos critérios de identificação de diferenças e semelhanças, compreensão conceitual geral, uso de palavras de ligação e estética e clareza visual. Os dois mapas apresentaram desempenhos semelhantes nos critérios de aplicação do conhecimento, criatividade e estrutura hierárquica e originalidade, onde a pontuação foi igual. Isso sugere que o MI2 se destacou em aspectos que exigem maior análise e refinamento na apresentação e organização das informações.

Além disso, após a construção dos mapas, cada grupo apresentou suas ideias, explicando de forma detalhada as concepções dos corpos celestes presentes nos mapas conceituais, sendo realizado o registro desse momento por meio de áudio-gravações. A partir destas, foi possível elaborar o quadro 9, que reúne as concepções alternativas presentes nos mapas conceituais e no

discurso dos alunos durante a apresentação.

Quadro 9 – Concepções alternativas sobre estrelas, planetas e satélites naturais.

Conceitos	Concepções alternativas
Estrelas	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre reações entre metais; • A coloração das estrelas depende das reações entre os metais; • As estrelas precisam da gravidade; • Estrelas tem constelações; • Não podem ser vistas a olho nu; • Astros são estrelas.
Planetas	<ul style="list-style-type: none"> • Precisam de um satélite natural; • Precisam de uma estrela que gera luz; • São gases que possuem sua própria gravidade; • Possui atmosfera; • São quatro gasosos e quatro rochosos.
Satélites Naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Não tem vida; • Não possui gravidade alta; • Não apresenta oxigênio; • Não tem água; • Os satélites naturais não podem ser vistos a olho nu.

Fonte: O autor (2025).

Nesse sentido, podemos comparar os resultados obtidos (quadro 9) com os trabalhos de Langhi (2011), Anunciação (2020) e Marcos e Silva (2022), sendo possível perceber que a ideia de as estrelas serem brilhantes é comum a todos os trabalhos, além de explicações errôneas diferentes, como a ideia de serem resultado de “*reação entre metais*” presente no quadro 9 e explicações como serem “*bola de fogo*” ou “*pequenas pedras*” encontradas no trabalho de Langhi (2011) e em Anunciação (2020).

O desconhecimento sobre a composição dos planetas (gasosos e sólidos) e a confusão com outros objetos celestes foi comum entre os dados obtidos. A ideia de que satélites naturais como a Lua, não terem gravidade ou gravidade baixa, aparece tanto nesse presente trabalho, quanto na análise de Langhi (2011). A exclusividade da Lua ao céu noturno presente no trabalho de Lanchi (2011) se assemelha a ideia de “*não podem ser vistos a olho nu*” (quadro 9), refletindo um entendimento limitado das fases e órbitas lunares.

Além disso, é notório entre os trabalhos uma mistura de conceitos científicos parcialmente corretos, como a ideia de que estrelas fazem parte de constelações, e erros conceituais marcantes, como a crença de que estrelas possuem “*pontas*”, “*piscam*” e “*não podem ser vistas a olho nu*” está associada a uma percepção visual limitada e a interpretações

culturais, advindas de representações artísticas como desenhos animados ou ilustrações escolares, e da observação a olho nu (Langhi, 2011; Anunciação, 2020; Marcos e Silva, 2022).

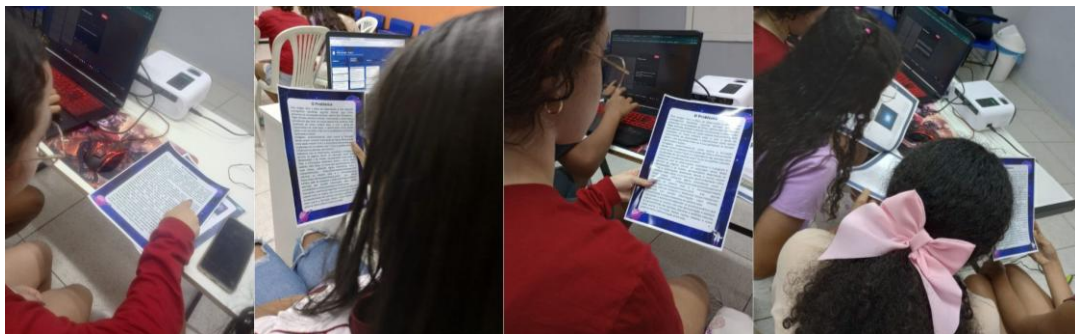
Ademais, podemos perceber uma confusão comum entre os trabalhos sobre a composição e o papel dos planetas no sistema solar, quando afirmam que todos os planetas possuem atmosfera, não reconhecendo planetas como Mercúrio, que não possui uma atmosfera significativa (Langhi, 2011; Anunciação, 2020; Marcos e Silva, 2022).

Logo, as concepções alternativas identificadas revelam não apenas lacunas de conhecimento, mas também oportunidades para inovar na educação científica. Abordar essas ideias de forma didática e contextualizada pode transformar a percepção de fenômenos astronômicos, levando os alunos a uma compreensão mais próxima da realidade científica.

10.2 APLICAÇÃO DA ABP

No segundo dia, ocorreu um encontro no formato presencial, onde foi feita a apresentação do problema da ABP e identificação dos conceitos (figura 37). Além disso, fizeram anotações no diário de bordo, trazendo ideias sobre a identificação do problema e uma discussão do problema utilizando seus conhecimentos prévios.

Figura 37 – Leitura e identificação do problema em ABP.



Fonte: O autor (2024).

Neste encontro, o grupo 1, identificou que seria necessário “*explicar e apresentar as características dos planetas, estrelas e satélites naturais, como ocorre a formação desses corpos celestes e como pode ser feita a diferenciação entre eles*” (A1). Ademais foram levantadas algumas questões, como: “*qual a importância das estrelas para os planetas em um sistema solar e como os satélites naturais influenciam os planetas que orbitam?*” (A3). Além disso, destacaram que seria necessário entender sobre a “*formação dos corpos celestes e como diferenciá-los*” (A4), além de ressaltarem que já sabiam de algumas características dos corpos

celestes.

Enquanto isso, o grupo 2 levantou as seguintes indagações/problemas: *“como ocorre a formação desses corpos celestes, como Io, europa, ganimedes e calisto?”* (A6); *“como pode ser feita a diferenciação desses corpos?”* (A9); *“como os satélites naturais influenciam os planetas que orbitam?”* (A10); *“qual é a importância das estrelas para os planetas em um sistema solar?”* (A6).

Em sequência, destacaram que seria necessário *“identificar, esclarecer e organizar qual dos problemas vamos começar resolvendo”* (A7). Havendo posteriormente, a divisão do grupo, onde cada aluno ficou responsável por ajudar/criar um slide explicando como ocorre a formação dos corpos celestes, fazer uma maquete sobre a importância das estrelas no sistema solar e produzir um jogo para solucionar o problema sobre como os satélites naturais influenciam os planetas que orbitam.

No terceiro encontro, os grupos 1 e 2 selecionaram e organizaram as ideias e hipóteses levantadas que pudessem ser utilizadas para a possível solução do problema. Além disso, definiram que os termos, ideias e conceitos que poderiam auxiliar na resolução do problema proposto. Com base nas discussões, os alunos definiram quais as pesquisas que cada integrante teria que fazer para a próxima etapa, além de acordarem que instrumentos/produtos eles iriam produzir para responder o problema inicial.

O quarto encontro ocorreu de forma assíncrona, onde houve as pesquisas individuais em ambientes extraclasse e utilização dos sites e simuladores, previamente disponibilizados, como parte integrante da resolução do problema. Nesse momento, o pesquisador orientou os alunos a organizarem suas pesquisas, de modo a selecionar as ideias e hipóteses levantadas que pudessem contribuir com a solução do problema. Além disso, foi nesse encontro que os alunos começaram a construir a maquetes e o RPG, com o objetivo de responder/solucionar o problema proposto através da metodologia ABP.

O quinto encontro ocorreu na área aberta do colégio das 17:30h às 19:30h, uma semana após o momento assíncrono, e tinha por objetivo fazer a observação do céu noturno. Nesse sentido, durante a aplicação do problema em ABP foi possível perceber a curiosidade nos alunos, fazendo perguntas e buscando explicações por conta própria. Além disso, foi notório o desenvolvimento de habilidades investigativas, pois ao tentar resolver o problema utilizando a ABP, realizaram pesquisas, compararam informações e validaram seus conhecimentos através de debates.

Da mesma forma, foi perceptível o trabalho em equipe, através da colaboração entre os integrantes do grupo que foi essencial para formulação das hipóteses e de suas descobertas. Do

mesmo modo, além de aplicarem conceitos científicos desenvolveram pensamento crítico, quando avaliaram as fontes de informações durante suas pesquisas e argumentaram sobre suas descobertas com os integrantes do grupo. Assim, durante a aplicação da ABP é necessário que os alunos recorram aos seus conhecimentos prévios, estudem, debatam, pesquisem, reflitam e estruturam suas ideias, com o intuito de solucionar o problema e conseqüentemente, apresentar os novos conhecimentos adquiridos (Ferreira, 2022; Pinto, 2021; Silva, 2021).

Desse modo, tais percepções sobre o papel ativo dos alunos como protagonista na construção do seu conhecimento alinham-se com o trabalho de Ferreira (2022), uma vez que durante a aplicação da ABP os alunos atuaram na elaboração de hipóteses, busca e discussão de informações, tomada de decisão, elaboração de soluções e reflexão sobre a resolução do problema.

Portanto, através das observações feitas nessas etapas da ABP, podemos perceber diversos ganhos que vão além da compreensão sobre os corpos celestes, que incluem: maior engajamento e autonomia no aprendizado; melhoria na capacidade de resolver problemas e o interesse pela Astronomia. Nesse sentido, através da ABP o aluno desenvolve habilidades e conhecimentos que despertam o senso crítico, a iniciativa e o colocam como protagonistas na aprendizagem, atuando como solucionador de problemas (Munhoz, 2015).

10.3 A OBSERVAÇÃO DO CÉU NOTURNO

No dia da observação do céu noturno, utilizamos um telescópio e um binóculo (figura 38), com intuito de observar os detalhes da superfície lunar, como crateras e mares. Com a chegada dos instrumentos de observação, os alunos ficaram muito interessados em participar da montagem e de saber sobre o funcionamento do telescópio. Nesse momento, à medida que foi feito a montagem do equipamento com os alunos foram realizadas várias discussões baseadas nos questionamentos dos mesmos.

Figura 38 – Telescópio e binóculo utilizados no dia da observação do céu.



Fonte: O autor (2024).

Uma das primeiras perguntas feitas pelos alunos foi: “*Por que o telescópio tem espelhos e lentes?*” (A2), neste momento o pesquisador mostrou aos alunos a lente principal e as lentes oculares, explicando que o telescópio usa lentes e/ou espelhos para coletar e ampliar a luz de objetos distantes, permitindo que o vejamos com mais detalhes, informando que o objetivo da lente principal é captar a luz e direcionar para a ocular, que amplia a imagem.

Quando o pesquisador começou a alinhar o telescópio com a Lua, um dos alunos questionou por que era necessário alinhar o equipamento? Foi explicado que precisamos alinhar o telescópio para garantir que ele esteja apontado corretamente para o que queremos observar, pois deste modo será possível acompanhar o movimento da Lua no céu, uma vez que a Terra está girando.

Assim que iniciamos o momento de observação da Lua, os alunos ficaram muito animados, pois afirmaram que “*nunca imaginaram que a Lua era tão linda*” (A6), e que sempre tiveram o sonho de ver a lua através de um telescópio. No mesmo momento, um dos alunos percebeu que “*a lua aparece de cabeça para baixo*” (A7), havendo o debate de que isso acontece porque as lentes e espelhos do telescópio alteram a orientação da luz. Foi explicado que isso não afeta a observação astronômica, pois no espaço não há “em cima” ou “em baixo”.

Em seguida, foi entregue aos alunos um mapa lunar (figura 39) sendo definido como principais alvos da observação: *Copérnicus*, uma cratera de 92 km de diâmetro, visível como um círculo com picos centrais e paredes ao redor; *Aristarchus*, uma cratera brilhante e recente, facilmente identificável; *Tycho*, melhor observada na lua cheia, com raios brilhantes de material ejetado ao seu redor; Mares, observação das planícies de lava solidificada, como o Mar da

Posteriormente, um dos alunos conseguiu identificar através do telescópio e do mapa lunar o “mar da tranquilidade”, questionando “o que é essa mancha escura na lua?” (A1), nesse momento o pesquisador explicou aos alunos que essas manchas são os mares lunares, que são regiões formadas por lava solidificada há bilhões de anos. Elas são mais escuras porque são feitas de um tipo de rocha diferente do restante da superfície.

Em seguida, apresentamos aos alunos o aplicativo *Stellarium*, que foi utilizado para identificar e observar estrelas através do telescópio e ao olho nu (figura 41), destacando-se: *Sirius*, a estrela mais brilhante do céu noturno, localizada na constelação de Cão Maior; *Betelgeuse* e *Rigel*, estrelas proeminentes na constelação de Órion; Vega, uma estrela azulada brilhante na constelação de Lira; Capella, visível como uma estrela dourada brilhante na constelação de Auriga; Aldebaran, uma estrela avermelhada que representa o olho do Touro na constelação de Touro.

Figura 41 – Observação das estrelas utilizando o Stellarium.



Fonte: O autor (2024).

No momento da observação dois alunos ficaram vislumbrados pois conseguiram identificar dois objetos se movendo rapidamente pelo céu, no primeiro momento, pensaram que eram pássaros, mas com o auxílio do *Stellarium* conseguiram perceber que eram dois satélites *Starlinks*, havendo o debate de que são satélites artificiais que fornecem internet de alta velocidade a locais remotos, sendo um serviço oferecido pela Starlink, uma empresa da SpaceX, a companhia de exploração espacial de Elon Musk (Labarca e Teixeira, 2021).

Outra dúvida que surgiu, foi “*por que algumas estrelas brilham mais que outras?*” (A4), houve um debate de que algumas estrelas parecem mais brilhantes porque estão mais próximas de nós, outras porque são maiores ou mais quentes. Além de que a atmosfera da Terra também pode fazer algumas parecer mais brilhantes do que realmente são. Nessa perspectiva, a relação entre proximidade e brilho nas estrelas, sendo utilizado conhecimentos fundamentais da Astronomia, como a distância e o brilho dos corpos celestes (Moreira, 2022).

Ademais, destaca-se o debate sobre o tamanho e a temperatura das estrelas, que pode promover uma reflexão sobre o brilho desses corpos que estão relacionados às propriedades físicas intrínsecas da estrela, como a luminosidade real. Por fim, destaca-se o entendimento sobre a relação entre a atmosfera e o brilho dos corpos celestes, ressaltando uma compreensão sobre a interferência externa (efeito da atmosfera) (Moreira, 2022; Neto e Lima, 2018).

Em sequência um aluno questionou “*o que são estrelas cadentes?*” (A2), sendo explicado que são pequenos fragmentos de rocha que entram na atmosfera da Terra e queimam, formando um rastro brilhante (Arany-Prado, 2006; Silva; Binoti; Dilem, 2023). Diante das observações, os alunos fizeram vários comentários sobre a beleza da lua vista pelo telescópio, afirmando que “*a Lua está cheia de detalhes, parece até uma foto!*” (A7); “*Eu nunca tinha olhado pelo telescópio antes, é incrível!*” (A3); “*O universo é muito maior do que eu imaginava*” (A1). A partir desses comentários, podemos afirmar que a observação do céu noturno despertou encantamento, surpresa e reflexão nos alunos. Eles perceberam detalhes que antes passavam despercebidos, como as crateras da Lua, e ficaram impressionados com a experiência de usar um telescópio pela primeira vez.

Além disso, a atividade levou à consciência da imensidão do universo e do nosso lugar nele, gerando reflexões sobre a grandeza do cosmos e a pequenez da Terra, podendo ser evidenciado na fala do aluno, ao afirmar que “*Parece que somos muito pequenos comparados ao universo!*” (A5). Essa experiência não apenas ampliou o conhecimento científico, mas também despertou um senso de admiração e curiosidade sobre o espaço.

Em sequência, o pesquisador e os alunos utilizando um aparelho celular e o telescópio fizeram registros da lua (figura 42). As imagens mostram detalhes da superfície lunar, como crateras, mares e variações de brilho e tons ao mudar os filtros e lentes do telescópio.

Os alunos relataram que observar o céu e conseguir registrar os detalhes da Lua é uma “*conquista incrível*” (A10), pois foi necessário muita paciência, dedicação e precisão no manuseio do equipamento. Logo, essas imagens mostram que a observação foi bem-sucedida e que eles conseguiram captar detalhes da Lua por conta própria.

Figura 42 – Registros da Lua no dia da observação.



Fonte: O autor (2024).

Ao final da observação foi questionado: “você gostaram de observar o céu noturno?”, e um dos alunos afirmou que *“foi uma experiência única, pois eu nunca tinha visto o céu dessa forma”* (A1), esse depoimento evidencia o impacto da observação do céu noturno como uma experiência transformadora. Frequentemente, devido à poluição luminosa e à rotina diária, os alunos não têm a oportunidade de apreciar o céu estrelado com atenção. Logo, uma atividade como observar o céu com os alunos permite que percebam a grandiosidade do universo e despertem um novo olhar para a Astronomia.

Além disso comentaram que *“eu nunca tinha visto nem usado um telescópio antes”* (A8), o que demonstra como o uso do telescópio representou uma experiência significativa, pois proporcionou um contato mais próximo com os corpos celestes, possibilitando a observação de detalhes que não são visíveis a olho nu. Portanto, essa fala reforça a importância de disponibilizar instrumentos científicos para os estudantes, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Em seguida, um aluno ressaltou que *“eu amei a experiência, pois nunca tinha visto a Lua com tantos detalhes”* (A2), através dessa fala podemos perceber a emoção expressa pelo aluno mostrando o impacto visual e educativo da atividade. Pode-se então perceber que observar a Lua de perto, com suas crateras e relevo detalhado, gerou fascínio o que pode contribuir para o engajamento dos alunos e para o aprendizado.

Ao serem questionados sobre a diferença entre os corpos celestes, destacaram que *“conseguimos diferenciar os planetas, satélites e estrelas através de suas diferenças como*

possuir luz própria, tamanho e movimentos. E com a observação do céu ficou ainda mais fácil de diferenciar esses astros pois conseguimos ver na prática cada um deles” (A5). Importante destacar, que no dia da observação do céu observamos a olho nu o planeta Mercúrio, destacando suas diferenças entre os satélites naturais e estrelas. Logo, esse relato demonstra como a teoria aliada à prática facilita a aprendizagem, onde a observação direta do céu ajudou a consolidar os conceitos estudados, permitindo que os alunos identificassem com mais clareza as diferenças entre os diversos corpos celestes, reforçando a importância das atividades práticas no ensino de Astronomia.

Nessa perspectiva, a observação permitiu aos alunos verem fenômenos reais, como as fases da lua e os movimentos aparentes das estrelas. Logo, promoveu uma aprendizagem contextualizada e ativa, assim como destacado por Langhi (2011), Bartelmebs et al. (2020) e Ferreira (2022) ao ressaltarem que o ensino de Astronomia deve despertar a curiosidade dos alunos através de um ensino contextualizado e conectado ao seu cotidiano.

Durante a observação do céu noturno os alunos estavam muito entusiasmados para olhar pelo telescópio, eles faziam perguntas o tempo todo, tentando entender cada detalhe do que observavam, alguns alunos ficaram tão fascinados que não queriam parar de olhar o céu, tanto que no final do encontro, os alunos sugeriram que deveríamos ter mais momentos como este ao longo do ano, e relataram que já estavam ansiosos para uma próxima observação.

Além disso, destaca-se a colaboração e engajamento, pois os alunos ajudaram uns aos outros a ajustar o telescópio e encontrar os astros. Da mesma forma, eles compartilharam suas descobertas, apontando para o céu e explicando aos colegas o que estavam vendo. Após a observação, muitos alunos disseram que nunca tinham parado para olhar o céu com tanta atenção, e que querem aprender mais sobre Astronomia e continuar observando o céu. Nessa perspectiva, podemos perceber que a observação do céu não é apenas uma aula prática de ciências, mas um momento inspirador que desperta a curiosidade e faz os alunos olharem para o universo com novos olhos.

Segundo Langhi e Nardi (2014), a Astronomia é uma ciência privilegiada para despertar a curiosidade dos alunos. A experiência de observar o céu noturno é imersiva e fascinante, incentivando os estudantes a fazerem perguntas, investigar fenômenos e explorar o universo de forma mais aprofundada. Além disso, destacam-se os benefícios cognitivos durante a observação do céu noturno, como o estímulo ao pensamento científico, uma vez que ao observar o céu começaram a formular hipóteses e possíveis explicações para descrever, por exemplo, como as crateras da Lua foram formadas. Além disso, foi percebido o despertar da curiosidade, investigação, atenção e observação, pois a observação do céu exige foco, paciência e atenção

aos detalhes, promovendo momentos de debate entre os alunos e o pesquisador.

Ademais, a observação do céu noturno promove uma conexão emocional e reflexiva, pois segundo Pinto (2021), experiências imersivas como essa ajudam os alunos a desenvolverem uma compreensão mais ampla sobre seu lugar no universo, estimulando sentimentos de admiração e pertencimento.

Portanto, podemos perceber que a observação do céu noturno, é uma atividade extremamente vantajosa para o ensino de Astronomia, desde que seja planejada, dirigida e organizada. Ela enfraquece as concepções equivocadas, promove um aprendizado interdisciplinar e engajador, desenvolve competências científicas e valoriza a conexão entre ciência e cultura. Essa prática enriquece a experiência educacional, tornando-a mais significativa e inspiradora para os alunos.

Uma semana após a observação do céu ocorreu outro encontro presencial no colégio, com intuito de haver as apresentações das resoluções dos problemas por cada grupo, como relatado no tópico seguinte.

10.4 A APRESENTAÇÃO DOS GRUPOS

A fim de resolver o problema utilizando a ABP, o grupo 2 optou por produzir dois produtos, sendo eles: Slides e um RPG. Nesse sentido, deram início a apresentação utilizando os slides (figura 43), abordando a definição de corpos celestes, destacando que *“os corpos celestes incluem planetas, estrelas, luas, asteroides e cometas, apresentando composição variada: rochas, gelo, gases, ou combinações desses elementos, variando no tamanho, desde pequenos meteoroides até gigantescas estrelas”* (A8).

Figura 43 – Apresentação de slides realizado pelo grupo 2.



Fonte: O autor (2024).

Em seguida, trouxeram algumas características das Luas de Júpiter: *“Io, é a lua mais vulcânica, com muitos vulcões ativos; Europa, possui um oceano líquido sob uma camada de gelo, potencial para vida extraterrestre; Ganimedes, é a maior lua do sistema solar, maior que Mercúrio, composta por gelo e rochas; Calisto, possui uma superfície antiga e altamente craterada”* (A10). Assim como, destacaram que o processo de formação dos corpos celestes *“Começa com uma nuvem de gás e poeira cósmica”* e em seguida a *“gravidade causa o colapso da nuvem, levando à acreção e formação de corpos celestes”* (A7).

Abordaram ainda, a origem dos elementos químicos, destacando que *“os elementos químicos são formados em estrelas”* (A9) e o *“vulcanismo, como o de Io, influenciou na sua composição química”* (A9). Ressaltaram ainda algumas informações sobre as luas, como a *“gravidade de Júpiter mantém as luas em órbita”* (A6), além das *“forças de maré moldarem suas estruturas internas”* (A6). Mais adiante, detalharam a evolução das luas, através da *“atividade geológica, incluindo vulcanismo e impactos, moldou as superfícies”* (A10) e que *“apresentam hoje características geológicas diversas”* (A10).

Por fim, enfatizaram a importância do estudo das luas, afirmando que esse estudo *“revelam informações sobre a formação e evolução do Sistema Solar”* (A8), *“missões espaciais estudam suas características geológicas e ambientais”* (A8), *“A composição única das luas revela a origem dos elementos químicos no Sistema Solar”* (A8).

Nessa perspectiva, podemos perceber que as ideias e conceitos que o grupo abordou em sua apresentação, como os detalhes específicos sobre as características únicas de algumas luas

de Júpiter (*Io, Europa, Ganimedes e Calisto*), auxiliou na correção de equívocos como a persistência de concepções alternativas no ensino de Astronomia, destacada por Langhi (2011) e Bartelmebs et al. (2020); bem como, a ideia de que todas as luas são iguais ou que não possuem relevância no sistema planetário.

Ademais, a apresentação explorou a formação e evolução das luas, o que está coerente com as discussões apontadas por Ferreira (2022), que afirma a necessidade de um ensino de Astronomia contextualizado, conectado com fenômenos astronômicos do cotidiano e a avanços científicos. Isso pode ser evidenciado, quando os alunos relacionam a gravidade ao impacto geológico nos satélites naturais.

Além disso, a estratégia de utilizar os Slides para resolver o problema da ABP segue os princípios dessa metodologia, conforme destacado por Pinto (2021), uma vez que, ao preparar os slides, os estudantes se tornam protagonistas de seu aprendizado, pesquisando e organizando informações, além de apresentarem dados de forma clara e objetiva, deste modo desenvolvendo habilidades como o pensamento crítico, colaboração, autonomia e comunicação.

Outrossim, a abordagem interdisciplinar mencionada por Langhi e Nardi (2014) foi evidente na apresentação, pois os alunos conectaram conceitos de química como a formação dos elementos, de física como a gravidade e forças de maré e de geologia como atividade vulcânica e estrutura das luas, o que enriquece o aprendizado, tornando-o mais abrangente e significativo.

Após finalizarem a apresentação dos slides, os alunos do mesmo grupo, apresentaram um RPG (figura 44), que foi criado pelos estudantes ao longo dos encontros. Inicialmente explicaram que *“RPG é a sigla em inglês para role-playing game, que significa jogo de interpretação de papéis ou jogo de representação”* (A7), continuaram explicando que este, envolve a *“criação de narrativas colaborativas em que os jogadores interpretam personagens fictícios com habilidades específicas”* (A7), destacando como características a *“Interatividade, Trabalho em grupo, Narrativas imersivas, Mundos vastos, Personagens cativantes”* (A6). Logo, neste RPG, os participantes atuam como guardiões espaciais que precisam restaurar o equilíbrio de um sistema solar, corrigindo órbitas de satélites naturais para estabilizar os planetas.

Figura 44 – RPG criado pelo Grupo 2.



Fonte: O autor (2024).

Em sequência, os alunos explicaram que no contexto do jogo, os jogadores precisam explorar um sistema solar em crise, com satélites naturais desestabilizados. Logo, o objetivo principal do jogo é restaurar a harmonia dos planetas, garantindo a habitabilidade enquanto enfrentam desafios interplanetários.

Além disso, os alunos criaram classes e habilidades como: Engenheiro de gravidade, que manipula campos gravitacionais para corrigir órbitas; Guardiã atmosférica, que controla o clima planetário e resolve eventos climáticos extremos; Explorador cósmico, que coleta recursos e explora rapidamente os ambientes e Mago estelar, que usa magia cósmica para ajustar a inclinação dos planetas. Em sequência, explicaram o “sistema de combate e desafios”, onde segundo os alunos *“Os desafios envolvem equilíbrio gravitacional, controle climático e ajustes orbitais, exigindo rolagem de dados para calcular o sucesso das ações”* (A9) além de haver *“confrontos estratégicos com inimigos espaciais e enigmas para resolução colaborativa”* (A9).

Ademais, foi destacado que existem dois tipos de missões, sendo elas as *“missões principais, com intuito de restaurar as condições planetárias afetadas pelos satélites”* (A10) e as *“missões secundárias, buscando ajudar colônias, a negociar com facções ou reunir recursos”* (A10). Em seguida, ressaltaram que o jogo possui enigmas, citando exemplos como a *“porta das palavras perdidas”* (A10) e o *“relógio do tempo perdido”* (A10), que abordam o raciocínio lógico e incentivam o trabalho em equipe.

Por fim, fizeram um questionamento *“o que podemos aprender com esse RPG?”* (A8) e responderam, afirmando que podiam aprender: *“Ciências espaciais, pois o RPG explora o*

papel dos satélites naturais e suas influências em marés, clima e ciclos planetários; Astronomia prática, discutindo conceitos como rotação, translação e inclinação planetária; Raciocínio estratégico e trabalho em equipe, pois o jogo estimula habilidades de planejamento e cooperação para superar desafios; Resolução de problemas, pois promove a criatividade e adaptação em situações imprevistas; Matemática aplicada, uma vez que as rolagens de dados introduzem conceitos de probabilidade e cálculo” (A8).

Logo, através da apresentação do grupo, podemos perceber que o RPG ofereceu um espaço seguro e familiar para os estudantes. Assim como destacado por Langhi (2011) e Bartelmebs et al. (2020) onde concepções alternativas sobre Astronomia são comuns entre os alunos. Nessa perspectiva, o RPG promoveu o enfrentamento das ideias prévias através da resolução de problemas que envolvem conceitos precisos sobre os corpos celestes.

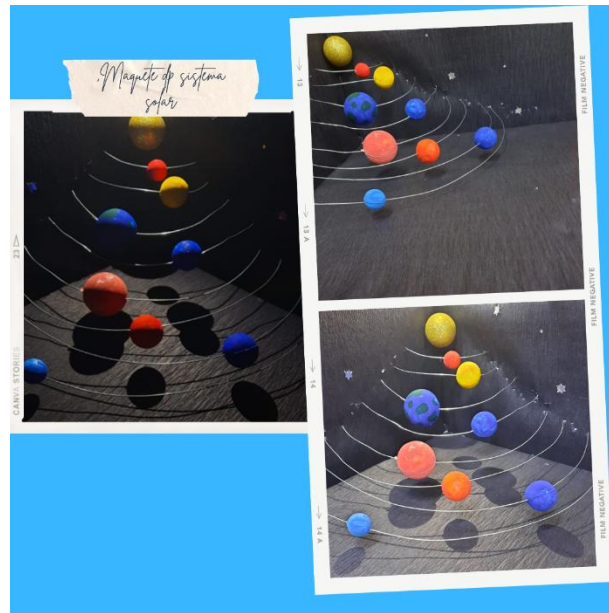
Por exemplo, as missões do RPG incluíam ajustes orbitais e exploração de corpos celestes, permitindo que os alunos compreendessem a gravidade, o movimento de translação e o papel dos satélites de maneira prática e contextualizada (Ferreira, 2022).

Por outro lado, Langhi e Nardi (2014) apontam que o ensino de Astronomia é mais eficaz quando conecta os fenômenos celestes ao cotidiano e aos processos históricos. No RPG, a simulação de fenômenos como o efeito das marés nos planetas e os ciclos climáticos causados por satélites naturais cria um contexto prático que aproxima os conceitos astronômicos da realidade dos alunos. Isso pode ser observado, em um dos problemas propostos que trata do *“impacto da gravidade dos satélites no clima dos planetas”* (A8), que pode ser conectado diretamente ao papel da Lua na Terra, ajudando a ilustrar sua influência nas marés e na estabilização do eixo terrestre.

Desse modo, autores como Langhi (2011), Borges e Rodrigues (2022) destacam a Astronomia como um campo privilegiado para despertar a curiosidade dos alunos. Logo, o RPG utiliza narrativas imersivas e personagens cativantes para engajar os estudantes, permitindo que explorem conceitos complexos de forma lúdica e interativa. Portanto, essa abordagem é fundamental para superar o desinteresse que pode surgir em métodos tradicionais de ensino.

Após o fim da apresentação do grupo 2, o grupo 1 deu início as suas apresentações, sendo dividido em duas etapas: a apresentação da maquete (figura 45) e posteriormente a apresentação dos slides (figura 46). Nessa perspectiva, os alunos optaram por fazer uma representação de um modelo tridimensional do sistema solar (figura 45), destacando os planetas e suas respectivas órbitas ao redor do Sol. Cada planeta foi posicionado em suas orbitas, sendo pintados com cores distintas para facilitar a visualização.

Figura 45 – Representação do sistema solar feito pelo grupo 1.



Fonte: O autor (2024).

Logo, durante a apresentação da maquete sobre o sistema solar, afirmaram que *“tentamos representar o sol e os planetas, com tamanhos e distâncias diferentes”* (A4), definindo os planetas como *“corpos que devem orbitar uma estrela, deve ser grande o suficiente para que tenha uma gravidade que o force a possuir uma forma esférica, e deve ser grande o suficiente para que sua gravidade tenha eliminado quaisquer outros objetos em sua órbita em torno do sol”* (A4).

Após mencionarem os nomes dos planetas que estavam sendo representados na maquete, afirmaram que *“plutão não é mais considerado planeta devido ao seu tamanho sendo menor que os demais, existindo no sistema solar outros planetas anões”* (A1).

Além disso, os alunos destacaram no fim da apresentação, que tiveram dificuldade na construção da maquete em *“achar tamanhos de bolinhas de isopor diferentes para representar as estrelas e planetas”* (A2), o que justifica o fato, de alguns planetas possuírem o mesmo tamanho ou tamanhos semelhantes.

Logo, a construção da maquete é um exemplo prático de aprendizagem baseada em problemas (ABP), pois os alunos se engajaram em resolver questões relacionadas à escala, proporções e organização do Sistema Solar. Nesse sentido, é importante destacar que os alunos durante a apresentação destacaram desafios na construção da maquete, principalmente devido a escala e o tamanho dos corpos celestes, afirmando que na maquete os planetas foram representados com tamanhos semelhantes, quando, na realidade, há diferenças imensas entre eles. Ademais, enfatizaram a escala e a distância entre os planetas, uma vez que na maquete os

planetas foram colocados muito próximos uns dos outros, enquanto deveriam ter tido uma distância muito maior, sendo mais um desafio para construção da maquete.

Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem é mais significativa quando os alunos conectam o novo conhecimento a conceitos já existentes, e a construção da maquete facilita essa conexão, promovendo uma experiência prática e concreta.

Além disso, a criação de maquetes incentiva o trabalho em grupo, promovendo interações sociais e a troca de conhecimentos entre os alunos. Vygotsky (1978) destaca que o aprendizado ocorre de forma mais efetiva no contexto social, através da mediação e do compartilhamento de experiências.

Em seguinte, os alunos do grupo 1, apresentam seus slides (figura 46) abordando a definição de planetas, como sendo *“corpos celestes que orbitam estrelas e não emitem luz própria”* (A3), além disso, foi explorado que *“os planetas surgem em discos de gás e poeira ao redor de estrelas jovens, a partir da fusão de planetesimais e protoplanetas ao longo de milhões de anos”* (A1).

Figura 46 – Apresentação de Slides realizado pelo grupo 1.



Fonte: O autor (2024).

Ademais, as estrelas são *“esferas de gás que geram luz e calor por meio da fusão nuclear”* (A2), que *“originam-se em nebulosas, onde a gravidade faz o gás colapsar, aumentando a temperatura e iniciando reações nucleares”* (A2), cujo *“ciclo de vida depende da massa da estrela”* (A2).

Já os satélites naturais, foram definidos como *“corpos que orbitam planetas ou outros*

corpos celestes” (A5). Sobre sua classificação “*podem ser naturais (como a Lua) ou artificiais (criados pelo homem para comunicação, pesquisa ou monitoramento)*” (A5). A cerca de sua formação “*Satélites naturais surgem do material capturado pela gravidade do planeta, enquanto os artificiais são desenvolvidos por tecnologias humanas*” (A4).

Nessa perspectiva, Langhi (2011) e Bartelmebs et al. (2020), afirmam que é comum que alunos apresentem concepções alternativas sobre corpos celestes, como “*estrelas possuem pontas*” ou “*planetas são asteroides gigantes*”. No entanto, a apresentação traz definições precisas sobre as estrelas fugindo de concepções alternativas.

Ademais, Langhi e Nardi (2014), destacam que o ensino de Astronomia desperta curiosidade nos alunos e deve ser contextualizado para conectar os conceitos científicos ao cotidiano. Podendo ser evidenciado na apresentação ao utilizar exemplos como a formação de planetas e satélites naturais, explicando sua relação com a gravidade e suas funções no equilíbrio do Sistema Solar.

A apresentação reflete os princípios de Ferreira (2022) ao combinar informações científicas com uma abordagem prática e visual, facilitando a compreensão de conceitos como fusão nuclear, formação de corpos celestes e gravidade. Além disso, integra física, química e geografia, promovendo um ensino interdisciplinar.

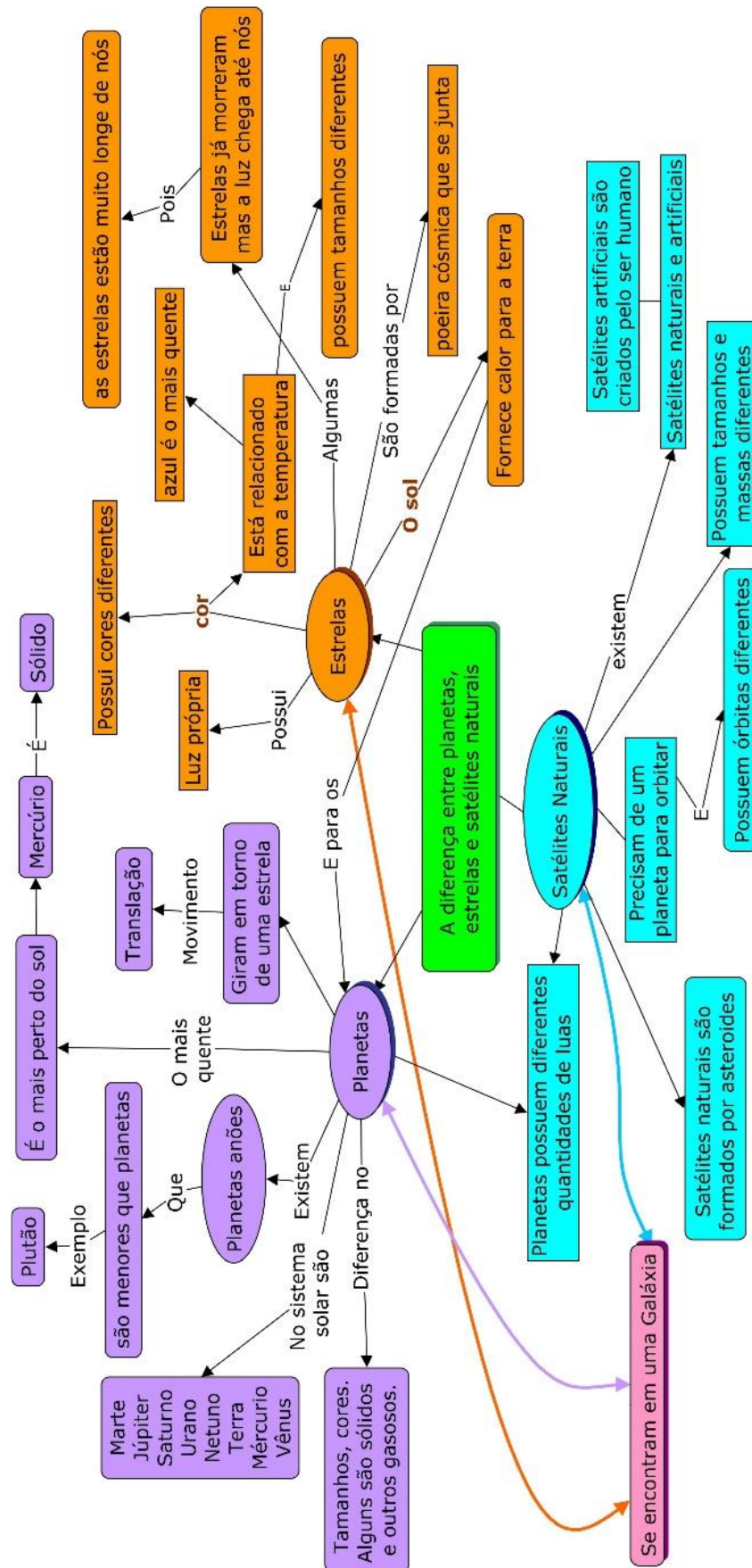
Além disso, Langhi (2011) destaca a importância de abordar o histórico da Astronomia e suas contribuições para a compreensão do universo. A apresentação menciona o ciclo de vida das estrelas e a formação do Sistema Solar, permitindo que os alunos entendam a evolução do conhecimento científico.

Portanto, a apresentação não apenas aborda os conceitos de corpos celestes de forma clara, mas também se alinha ao referencial teórico ao corrigir concepções alternativas, promover aprendizagem mais significativa e incentivar o pensamento crítico. Além disso, demonstra a importância de metodologias ativas no ensino de Astronomia, contribuindo para a formação de estudantes mais curiosos e engajados com o universo ao seu redor.

10.5 A CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS APÓS A ABP

Essa etapa, corresponde a construção dos mapas conceituais após a aplicação da ABP por cada grupo. Logo, na figura 47, podemos observar o mapa conceitual do grupo 1 (MF1), cuja análise ocorrerá através das rubricas presentes no quadro 8 e posteriormente, será feito uma comparação com o mapa construído no início do projeto.

Figura 47 – Mapa conceitual do grupo 1 após a aplicação da ABP (MF1).



Fonte: O autor (2024).

No primeiro critério, identificação de diferenças e semelhanças entre os corpos celestes, podemos perceber uma distinção clara entre os corpos celestes, uma vez que, no mapa é destacado que os planetas são corretamente descritos como corpos que giram ao redor de uma estrela e possuem diferentes tamanhos, cores e composição (sólidos ou gasosos); As estrelas possuem luz própria e cores relacionadas à temperatura (exemplo: "*azul é o mais quente*"), sendo corretamente diferenciadas dos planetas; Satélites naturais são descritos como corpos que precisam de um planeta para orbitar, destacando sua relação direta com os planetas.

Além disso, o mapa inclui os planetas do Sistema Solar, o Sol (como estrela) e exemplos como Plutão (planeta anão) e Mercúrio (o mais próximo do Sol e sólido), ajudando na compreensão dos conceitos. Ademais, é ressaltado o reconhecimento das diferenças entre esses astros, pois a relação "*planetas giram em torno de uma estrela*" (MF1) é bem estabelecida, enquanto os satélites naturais são descritos como corpos que orbitam os planetas. Além de que a descrição de estrelas como corpos formados por poeira cósmica que se junta ajuda a distingui-las dos planetas.

Logo, como pontos negativos, podemos destacar pouca profundidade em algumas características, como por exemplo, não havendo exemplos de satélites naturais (como a lua) e falta de mais detalhes sobre a composição das estrelas e planetas.

No entanto, apesar dos pontos negativos, é notório que os alunos demonstram distinguir e assemelhar corretamente estrelas, planetas e satélites naturais com base em suas características principais, sendo esse critério classificado como excelente, uma vez que as diferenças e semelhanças são bem definidas e alinhadas ao conhecimento científico.

No critério compreensão conceitual geral, percebemos uma conceituação básica bem desenvolvida, pois foram descritas como características fundamentais das estrelas, possuir luz própria e a ideia de que as estrelas são formadas por poeira cósmica que se junta; os planetas são apresentados como corpos que giram em torno de uma estrela (movimento de translação), podendo ser diferenciados por tamanhos, cores, composição sólida ou gasosa, além da relação entre distância da estrela e sua temperatura "o mais quente está mais próximo do sol, como Mercúrio"; já os satélites naturais são identificados como corpos que orbitam um planeta e diferenciados de satélites artificiais.

Ademais, a inclusão do Sol como estrela e sua função de fornecer calor para a Terra demonstra um entendimento aplicado dos conceitos. Além da ideia de que as estrelas podem estar muito longe, mas sua luz ainda chega até nós se pertinente e bem contextualizada.

Todavia, há uma falta de profundidade nos conceitos, apesar de destacar características como luz própria e temperatura, o mapa não explora outros aspectos importantes, como as fases

de vida das estrelas, como por exemplo a formação e a supernova. Além de que para os satélites naturais, não há exemplos concretos, como a Lua, o que poderia enriquecer o entendimento.

Além disso, podemos destacar a inclusão de "*satélites naturais são formados por asteroides*", esta concepção está correta se levarmos em consideração que um satélite natural pode ser formado através da captura de um asteroide por um planeta.

A relação entre "*estrelas já morreram, mas sua luz ainda chega até nós*" (MF1) está correta, mas poderia ser conectada com conceitos básicos, como explicação sobre o tempo que a luz leva para viajar.

Embora o mapa demonstre um entendimento básico dos conceitos, a clareza e precisão são prejudicadas pela falta de exemplos concretos, aprofundamento limitado e algumas informações imprecisas ou desconexas. O mapa atende parcialmente ao objetivo, mas necessita de ajustes para maior rigor e compreensão. Portanto, esse critério é classificado como bom, apresentando uma compreensão geral boa, embora ainda precise de pequenos ajustes.

Terceiro critério, aplicação do Conhecimento, o mapa menciona o Sol como uma estrela que fornece calor para a Terra, o que demonstra um entendimento aplicado e prático. Além disso, os alunos listaram os oito planetas do sistema solar e conceituaram o movimento de translação, o que facilita a conexão com exemplos cotidianos, como a discussão sobre o conceito de ano terrestre e a diferença entre o tempo de translação entre os planetas. Nessa mesma lógica, a inclusão de Plutão como planeta anão demonstra conhecimento de classificações astronômicas que são divulgadas na mídia e em contextos educacionais.

Adicionalmente, o mapa menciona cores das estrelas e sua relação com a temperatura, um conceito que pode ser associado à observação direta do céu noturno ou a explicações sobre astrofísica em linguagem acessível.

Entretanto, percebe-se uma falta de exemplos concretos relacionados ao cotidiano, como a existência de estrelas visíveis a olho nu, como *Sirius* ou *Betelgeuse*, que puderam ser observadas pelos alunos no céu noturno no dia da observação, além de não haver menção da lua como um exemplo mais direto de satélites naturais. Igualmente, percebemos a ausência de fenômenos astronômicos, eventos como eclipses solares e lunares, fases da Lua, ou o papel das estrelas na orientação no passado poderiam ser usados para conectar os conceitos a problemas ou exemplos reais.

Nesse sentido, acreditamos que a ausência dessas informações no mapa conceitual é atribuída ao foco específico da atividade, uma vez que o objetivo principal da observação foi identificar e diferenciar planetas, satélites e estrelas, deixando de lado exemplos mais próximos do cotidiano ou fenômenos astronômicos. Isso pode ter levado os alunos a se concentrarem nos

conceitos abordados diretamente, sem explorar conexões mais amplas.

Além disso, destaca-se o tempo limitado para exploração dos conceitos durante a observação do céu, uma vez que o pesquisador atuou na montagem e treinamento dos alunos para manusear os equipamentos, mediador das discussões e regulagem dos telescópios. Logo, o tempo disponível foi um fator limitante, quando percebemos que a observação se concentrou mais na identificação dos astros e suas diferenças, não tendo tempo suficiente para discutir fenômenos astronômicos ou aprofundar a relação entre os astros e o cotidiano. Atribuímos como possível solução a presença de um voluntário que auxilie o pesquisador durante o momento da observação do céu.

Em síntese, o nível de desempenho foi classificado como bom, uma vez que aplicaram os conceitos de forma razoável, mas cometeram pequenos equívocos. Logo, o mapa atinge o objetivo de aplicar conceitos em situações práticas. No entanto, ele precisa de mais exemplos concretos como a Lua, *Sirius* ou *Betelgeuse* e de conexões diretas com fenômenos astronômicos para demonstrar maior aplicabilidade prática.

No quarto critério, uso de palavras de ligação, podemos destacar diversos pontos positivos, pois foram utilizadas palavras claras e diretas, como “*diferença no*” para exemplificar as diferenças nos planetas, “*são formadas por*” para explicar como ocorre a formação das estrelas e “*existem*” (MF1) para diferenciar os tipos de satélites. Logo, essas palavras/frases de ligação são relevantes para expressar as relações fundamentais entre os conceitos apresentados.

As conexões estabelecidas são corretas e consistentes, como na relação “*o Sol fornece calor para a Terra*” (MF1), que é simples, clara e prática. A conexão entre “*Estrelas possuem cores diferentes*” (MF1) e “*Está relacionado com a temperatura*” (MF1) demonstra um bom entendimento sobre a relação entre as cores e as temperaturas das estrelas. Por fim, as palavras de ligação utilizadas são precisas e significativas, sendo classificado como excelente.

No quinto critério, estrutura hierárquica, percebemos uma divisão inicial clara entre os três principais tipos de corpos celestes: planetas, estrelas e satélites naturais. A partir desses conceitos gerais, há uma ramificação para características mais específicas. Todavia, há uma falta de organização progressiva em algumas ramificações, pois o mapa mistura características gerais e específicas em um mesmo nível hierárquico, como a explicação sobre a origem das estrelas - “*São formadas por poeira cósmica que se junta*” (MF1) - deveria estar em um nível mais específico, subordinado ao conceito geral de estrelas.

Além disso, possuem relações não hierárquicas entre subcategorias, no caso das estrelas, há uma mistura entre características, como “*Possuem cores diferentes*” (MF1) e fenômenos,

como “*Estrelas já morreram, mas a luz chega até nós*” (MF1) que não estão organizados de maneira hierárquica, criando confusão na leitura. Logo, o mapa apresenta uma hierarquia básica e uma tentativa de diferenciar conceitos gerais e específicos, mas falta organização mais detalhada e conexões claras para demonstrar um entendimento completo da estrutura hierárquica dos conceitos, portanto esse critério foi classificado como regular.

No sexto critério, estética e clareza visual, destaca-se a boa segmentação de cores, pois o uso de cores diferentes em cada conceito facilita a distinção visual entre os tópicos e melhora a leitura. Além disso, os três temas principais (planetas, estrelas e satélites naturais) estão organizados de forma relativamente separada, evitando sobreposição excessiva de informações em um único ponto do mapa. Ademais, as palavras e frases têm tamanhos apropriados e legíveis, o que contribui para a facilidade de leitura do mapa.

Todavia, a separação entre “*Planetas*” e “*Planetas anões*” (MF1) é abrupta, sem uma transição clara que explique como os dois conceitos se relacionam. Nesse sentido, esse critério foi classificado como bom, possuindo uma clareza visual e estética clara, necessitando apenas de alguns ajustes.

No sétimo critério, originalidade e criatividade, notamos uma relação prática entre as estrelas e o cotidiano, uma vez que é mencionado que “*o Sol fornece calor para a Terra*” (MF1) e “*para os planetas*” (MF1) o que destaca a importância do nosso Sol para a vida terrestre. Além disso, o mapa menciona que “*algumas Estrelas já morreram, mas a luz chega até nós*” (MF1) o que é uma ideia mais complexa, demonstrando um esforço de trazer fenômenos astronômicos mais avançados, como a velocidade da luz e o tempo que ela demora para chegar à Terra.

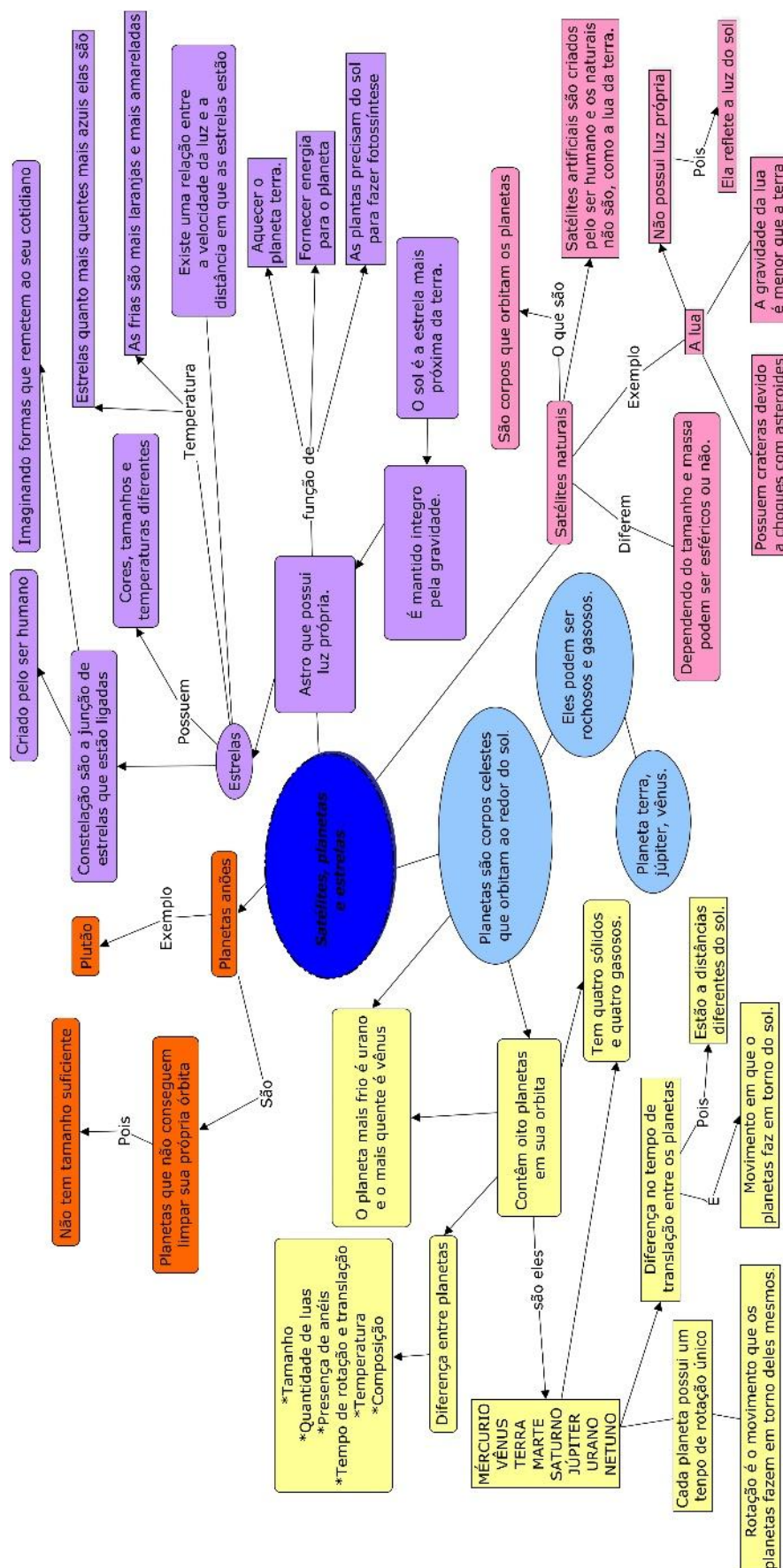
No entanto, como pontos negativos podemos evidenciar que algumas ideias que poderiam ser consideradas únicas ou inovadoras, como a formação de satélites naturais por asteroides, não está coerente, o que dilui seu impacto no mapa. Apesar de a importância do Sol ser mencionada, faltam exemplos práticos que conectem o tema aos fenômenos cotidianos, como as fases da Lua, o impacto das estrelas na navegação ou o uso de satélites artificiais em comunicação. Nessa perspectiva, esse critério foi classificado como regular.

Em suma, o mapa conceitual do grupo 1 após a aplicação da ABP (MF1) apresenta uma boa compreensão sobre os corpos celestes, diferenciando corretamente planetas, estrelas e satélites naturais. No entanto, há falta de exemplos concretos e aprofundamento em alguns conceitos, como fases da vida das estrelas. Além disso, a hierarquia das informações poderia ser mais organizada para melhorar a clareza. A aplicação do conhecimento é satisfatória, mas faltam conexões diretas com fenômenos astronômicos do cotidiano. Ademais, a estética e

clareza visual são bem trabalhadas, facilitando a leitura. Portanto, o mapa atinge seu objetivo, mas pode ser aprimorado para maior precisão conceitual e aplicabilidade prática.

Em seguida, será feito a análise do mapa conceitual do grupo 2 (MF2), na figura 48, cuja análise ocorrerá através das rubricas presentes no quadro 8.

Figura 48 – Mapa conceitual do grupo 2 após a aplicação da ABP (MF2).



Fonte: O autor (2024).

Analizando o mapa conceitual baseado no primeiro critério que aborda a identificação de diferenças e semelhanças entre os corpos celestes, percebemos que os alunos destacaram características principais de cada corpo celeste, por exemplo: o conceito de estrela está claramente identificado como um *"astro que possui luz própria"* (MF2); características adicionais, como cores, tamanhos e temperaturas diferentes, são bem exploradas; a função do Sol como estrela mais próxima da Terra é destacada de forma correta, incluindo sua importância em fornecer energia e calor, o que está relacionado com processos como a fotossíntese, o que demonstra um bom entendimento acerca das características das estrelas.

Já nos planetas, esses são apresentados como corpos celestes que orbitam ao redor do Sol, o que é correto, havendo uma diferenciação importante entre planetas rochosos e gasosos, além de menção a suas órbitas. Além disso, elementos como tamanho, presença de anéis, quantidade de luas, composição e tempo de rotação/translação são apontados para distinguir os planetas. Ademais, o mapa apresenta exemplos corretos de planetas e destaca diferenças importantes, como a variação de temperatura entre os planetas mais frios e mais quentes.

Os Satélites Naturais, são definidos como *"corpos que orbitam os planetas"* (MF2) sendo apresentada de forma clara. Características como ausência de luz própria e reflexão da luz do Sol estão destacadas, reforçando a definição. Também se menciona que a gravidade da Lua é menor do que a da Terra e que ela possui crateras devido ao impacto de asteroides, o que enriquece a análise sobre suas propriedades físicas.

Nesse sentido, esse critério foi classificado como excelente, pois o mapa conceitual apresenta diferenças e semelhanças entre estrelas, planetas e satélites naturais de forma bem definida e alinhada ao conhecimento científico. As informações estão claras, precisas e conectadas, demonstrando que os alunos compreendem os conceitos principais e estabelecem relações corretas entre eles.

O segundo critério, compreensão conceitual geral, destaca-se o conceito de estrela, a definição de maneira clara como *"astro que possui luz própria"* (MF2). Além disso, o mapa destaca corretamente a relação entre cor e temperatura, explicando que estrelas mais quentes são mais azuis, enquanto as mais frias são alaranjadas ou amareladas. É ressaltado ainda, a função do Sol como a estrela mais próxima da Terra, mostrando sua relevância em fornecer calor, energia e luz para os processos terrestres, como a fotossíntese.

Por outro lado, os planetas são definidos como corpos celestes que orbitam o Sol, com destaque para características, como a composição rochosa e gasosa, tempo de rotação e translação, presença de anéis e diferenças de temperatura. Certamente, exemplos corretos, como

“o planeta mais frio é Urano” (MF2) e o “mais quente é Vênus” (MF2), reforçam a clareza no conceito. Já os Satélites Naturais são definidos como “*corpos que orbitam os planetas*” (MF2), onde a Lua é utilizada como exemplo principal, com menção à ausência de luz própria e reflexão da luz solar, o que é preciso e pertinente. A distinção entre satélites naturais e artificiais está bem fundamentada, mostrando entendimento básico sólido.

Desse modo, esse critério foi classificado como excelente, uma vez que demonstra uma compreensão clara, pertinente e cientificamente fundamentada dos conceitos de estrela, planeta e satélite natural. As definições são precisas, os exemplos são adequados e as relações são consistentes.

O terceiro critério, aplicação do conhecimento, observou-se aplicações práticas, como: o Sol como a estrela mais próxima da Terra, apresentando como função aquecer o planeta, fornecer energia e permitir a fotossíntese; Menção ao movimento de rotação e translação, nos planetas, que são fenômenos observáveis e essenciais para entender o ciclo de dias e anos; A Lua, como satélite natural da Terra, é destacada com informações pertinentes, como a reflexão da luz solar e sua menor gravidade em comparação à Terra. Além disso, há a exploração de características relevantes, como a relação entre a cor das estrelas e sua temperatura que ajuda entender a observação das estrelas no céu e a menção às diferenças entre planetas rochosos e gasosos que pode ser aplicada em problemas que discutam a composição dos planetas e sua capacidade de sustentar vida. Logo, tais discussões mostram aplicação dos conceitos em situações reais.

Contudo, notamos que o mapa não explora diversas situações e fenômenos práticos, como eclipses, que poderiam ser usados para conectar os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais a eventos observáveis. Além disso, percebemos a presença de exemplos limitados, como a Lua sendo mencionada como satélite natural, além do mapa não incluir outras luas que poderiam ser ligadas a fenômenos ou aplicações práticas, como *Europa* (possível vida) ou *Titã* (presença de metano).

Dessa forma, esse critério foi avaliado como bom, pois demonstra que os alunos conseguem aplicar os conceitos básicos de estrelas, planetas e satélites naturais em situações práticas, como na explicação do papel do Sol e da Lua. No entanto, faltam exemplos e conexões mais amplas com fenômenos ou problemas cotidianos para alcançar um nível de excelência.

O quarto critério que aborda o uso de palavras de ligação, notamos que o mapa apresenta várias palavras de ligação claras e objetivas, como: “*possuem*”, “*diferem*” e “*são*” (MF2). Logo, essas palavras são pertinentes para descrever diferenças e características importantes. Por exemplo: ao utilizar a palavra “*possuem*” para descrever as diferentes características entre as

estrelas.

Todavia, percebemos algumas limitações, como a falta de palavras de ligação entre alguns conceitos/ideias e a utilização de palavras ou frases que aprofundassem os conceitos, como destacar as características adicionais, implicações ou fenômenos cotidianos.

Desse modo, esse critério foi avaliado como bom, uma vez que, as palavras de ligação são claras, permitindo entender as relações entre os conceitos de forma geral. No entanto, há algumas limitações na profundidade e especificidade de certas ligações, e algumas partes poderiam ser mais desenvolvidas para atingir excelência.

No quinto critério, estrutura hierárquica, notamos que o mapa apresenta uma hierarquia básica, possuindo o conceito geral "*Satélites, planetas e estrelas*" (MF2) e a ramificação de conceitos específicos (planetas, estrelas, satélites naturais). Além disso, é notório a diferenciação entre conceitos gerais e específicos, havendo um esforço em diferenciar cada categoria.

No entanto, apesar do mapa apresentar níveis hierárquicos básicos, em alguns pontos há uma mistura ou confusão. Por exemplo: conceitos como "*rotação*" e "*translação*" (MF2) estão soltos, sem uma conexão direta com o nível mais geral "*planetas*" o que prejudica a fluidez da hierarquia. A posição de "*Planetas anões*" (MF2) não está claramente hierarquizada em relação a "*Planetas*" gerando uma leve confusão. Em algumas áreas, as conexões parecem laterais e não hierárquicas, como na relação entre "*Cores diferentes*" e "*Estrelas possuem luz própria*". Embora sejam conexões válidas, elas não estão organizadas em um nível claro do mais geral ao mais específico. Alguns conceitos importantes, como "*Satélites naturais*" poderiam ser mais detalhados hierarquicamente, adicionando subdivisões sobre características (tamanho, composição, órbita). Isso tornaria a hierarquia mais robusta.

Portanto, essa categoria foi classificada como regular, pois embora o mapa apresente uma hierarquia básica, com desdobramentos gerais para específicos, há confusões e limitações que dificultam uma percepção clara e bem-organizada da estrutura hierárquica.

No sexto critério, estética e clareza visual, como pontos positivos, podemos destacar: O uso de diferentes cores para cada categoria, facilitando a identificação visual e a separação dos conceitos principais; o mapa apresenta os conceitos principais - "*Satélites, planetas e estrelas*" - de forma central, com as ramificações partindo desse núcleo. Isso proporciona uma estrutura básica de organização que guia a leitura; as frases utilizadas são curtas e objetivas, o que facilita a interpretação das relações entre os conceitos.

Contudo, percebemos alguns pontos negativos, como o excesso de informações quando se observa a seção relacionada a planetas, apresentando muitas informações em um espaço

limitado, dificultando a leitura fluida. Ramificações como "*rotação*" e "*translação*" (MF2) aparecem desconectadas visualmente, criando confusão na interpretação de suas relações. O layout do mapa é irregular, com conceitos dispostos de forma dispersa e assimétrica. Isso cria a impressão de desorganização e pode dificultar a navegação entre as ideias.

Dessa forma, esse critério foi classificado como regular, uma vez que o mapa é compreensível em sua estrutura geral, mas sua organização limitada, com excesso de informações em algumas áreas, falta de simetria e dispersão visual, prejudica a interpretação imediata e fluida.

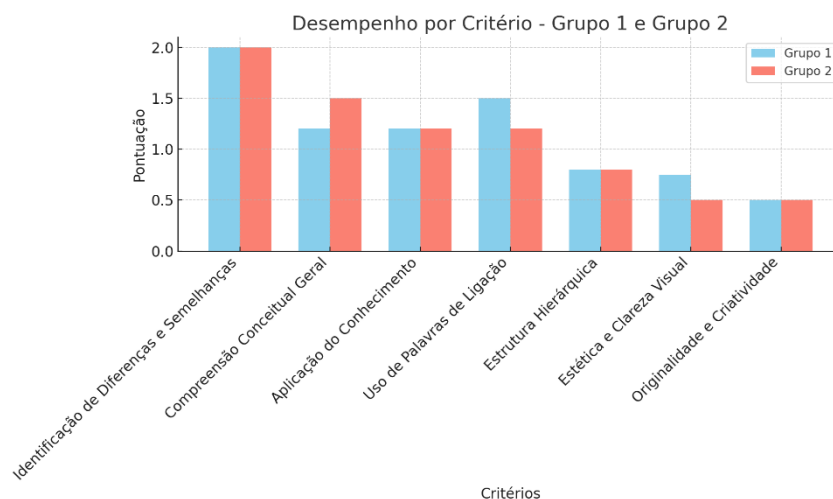
No sétimo critério a cerca da originalidade e criatividade destacam-se conexões interessantes, como "*Planetas possuem diferentes quantidades de luas*", "*Estrelas possuem cores diferentes*" (MF2) e sua relação com a "*Temperatura*", evidenciando uma ligação científica precisa.

Todavia, percebemos uma falta de conexões e ideias mais inovadoras. Por exemplo, não há tentativa de relacionar os conceitos a fenômenos menos óbvios, como as influências gravitacionais entre planetas ou a importância dos satélites para a ciência e tecnologia. Bem como, o exemplo de Plutão como "*planeta anão*" (MF2) poderia ser ampliado para incluir explicações sobre sua reclassificação e como isso reflete critérios astronômicos mais amplos.

Em suma, esse critério foi classificado como regular, pois o mapa apresenta ideias originais e conexões práticas, mas elas são limitadas e pouco desenvolvidas. Não há evidências de insights altamente criativos ou abordagens inovadoras que se destaquem.

Em sequência, organizamos o desempenho dos grupos por critério, baseado nos mapas conceituais após a aplicação da ABP (gráfico 2).

Gráfico 2 – Desempenho dos grupos após a aplicação da ABP.



Fonte: O autor (2025).

A pontuação total de cada grupo foi de 7,95 para o grupo 1 (MF1) e 7,7 para o grupo 2 (MF2) como pode ser observado no gráfico 2. Ambos os grupos tiveram desempenhos semelhantes em concursos como "identificação de diferenças e semelhanças" e "estrutura hierárquica", mas o Grupo 1 se destacou em "estética e clareza visual" e "uso de palavras de ligação", enquanto o Grupo 2, teve uma vantagem no ranking “compreensão conceitual geral”. De modo geral, a diferença entre os dois grupos é pequena, marcando desempenhos bastante equilibrados.

Nessa perspectiva, os resultados apresentados indicam um aprendizado positivo sobre planetas, estrelas e satélites naturais. Os grupos alcançaram níveis "bons" e "excelentes" em critérios essenciais, como identificação de diferenças e semelhanças, compreensão conceitual geral e aplicação do conhecimento, o que demonstra que os alunos conseguiram distinguir corretamente esses corpos celestes e aplicar esse conhecimento em contextos práticos. Além disso, a boa estruturação hierárquica e o uso adequado de palavras de ligação reforçam que a organização das informações foi bem compreendida.

No entanto, a originalidade e criatividade tiveram um desempenho mais modesto, sugerindo que os alunos não exploraram conexões inovadoras entre os conceitos. Isso pode indicar que o ensino poderia ser enriquecido com atividades que estimulassem o pensamento crítico e a formulação de novas hipóteses sobre os corpos celestes e a sua relação com fenômenos astronômicos do cotidiano. No geral, os resultados são positivos e demonstram um aprendizado consistente, mas há espaço para aprimoramento na criatividade e na exploração de novas relações entre os conceitos.

A seguir, organizamos as concepções sobre estrelas, planetas e satélites naturais presentes nos mapas conceituais após a ABP, no quadro 10, onde iremos relacionar esses conceitos e ideias com nosso referencial teórico.

Quadro 10 – Concepções sobre estrelas, planetas e satélites naturais presentes nos mapas conceituais após a ABP.

Conceitos	Características	Funções/Exemplos
Estrelas	<ul style="list-style-type: none"> • Possuem luz própria. • Têm cores relacionadas à temperatura (mais quentes = azuis, mais frias = alaranjadas ou amareladas). • Variam em tamanho e temperatura. • Formadas por poeira cósmica que se junta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecem calor e energia para os planetas. • Sol: estrela mais próxima da Terra, essencial para aquecimento e fotossíntese. • Algumas estrelas que vemos já morreram, mas sua luz ainda chega até nós.

Planetas	<ul style="list-style-type: none"> • Corpos celestes que orbitam uma estrela (como o Sol). • Podem ser sólidos ou gasosos, variando em tamanho, composição, temperatura e cor. • Realizam rotação (em torno de si mesmos) e translação (ao redor do Sol). • Planetas anões são menores e incapazes de limpar sua órbita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oito principais: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. • Exemplo de planeta anão: Plutão.
Satélites Naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Corpos que orbitam planetas. • Não possuem luz própria. • Variam em tamanho, massa e órbita. • Formados por asteroides e podem ter crateras devido a impactos. • Gravidade inferior à do planeta que orbitam. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exemplo: a Lua (reflete a luz do Sol). • Diferem dos satélites artificiais, que são criados pelo ser humano.

Fonte: O autor (2025).

As características apresentadas sobre estrelas, como sua luz própria, relação de cor com temperatura e formação por poeira cósmica, estão alinhadas com o papel da Astronomia na educação científica, descrito por Langhi (2011). Segundo o autor, a exploração de fenômenos astronômicos desperta a curiosidade dos estudantes e permite uma compreensão mais ampla sobre os processos naturais.

A informação de que algumas estrelas que vemos já morreram, mas sua luz ainda chega até nós, é um exemplo prático de como conceitos de astrofísica podem ser utilizados para estimular reflexões sobre o universo. Ferreira (2022) destaca que tais fenômenos ajudam os alunos a compreenderem a relação entre tempo, espaço e luz, promovendo discussões que vão além do ensino tradicional.

Além disso, o destaque ao Sol como fonte essencial para o aquecimento e a fotossíntese reforça o argumento de Borges e Rodrigues (2022), que veem a Astronomia como uma ponte entre diferentes áreas do conhecimento, como biologia e geografia, possibilitando um ensino interdisciplinar.

As características mencionadas, como a composição variada dos planetas (sólidos e gasosos), seus movimentos (rotação e translação) e a classificação de planetas anões, conectam-se à ideia de que o ensino de Astronomia pode corrigir equívocos comuns e ampliar o conhecimento científico. Langhi e Nardi (2014) argumentam que a exposição dos alunos a classificações e fenômenos planetários pode desconstruir conceitos equivocados, como a visão de que todos os planetas são semelhantes.

Os exemplos citados, como Plutão e os planetas do Sistema Solar, atendem à

necessidade de trazer contextos reais ao ensino, conforme sugerido por Bartelmebs et al. (2020). A menção aos movimentos dos planetas também se relaciona ao que Marcos e Silva (2022) defendem quando afirmam que a Astronomia deve ser utilizada para explicar fenômenos que os alunos podem observar, como as mudanças no céu.

As informações sobre satélites naturais, como a Lua, refletem sua importância como ferramenta didática no ensino de Astronomia, pois segundo Ferreira (2022) a observação de corpos celestes próximos, como a Lua, é uma maneira poderosa de engajar os estudantes e introduzir conceitos mais complexos, como gravidade, órbitas e reflexão da luz.

A diferenciação entre satélites naturais e artificiais promove o pensamento crítico, alinhando-se ao que Pinto (2021) descreve como essencial para o ensino baseado em problemas, pois permite que os alunos compreendam não apenas os fenômenos naturais, mas também as intervenções humanas e suas implicações.

Os dados apresentados refletem conceitos fundamentais de Astronomia, que segundo os referenciais teóricos, são altamente eficazes para promover um aprendizado interdisciplinar e significativo. Langhi (2011) destaca que a Astronomia oferece oportunidades únicas para conectar os conteúdos científicos ao cotidiano dos alunos, ajudando a desenvolver o pensamento crítico e científico.

Os exemplos práticos, como a relação entre as fases da Lua e atividades humanas, mencionados no referencial de Ferreira (2022), demonstram como o ensino de conceitos astronômicos pode ser relacionado a fenômenos observáveis, proporcionando maior engajamento e retenção dos conteúdos pelos alunos.

Logo, com base nos referenciais teóricos, as características das estrelas, planetas e satélites naturais apresentadas nos dados reforçam a importância da Astronomia no ensino de ciências. O uso de exemplos práticos e contextualizados, defendido por autores como Langhi (2011) e Ferreira (2022), promove um aprendizado ativo, corrigindo concepções alternativas e despertando o interesse dos estudantes pelo universo.

Todavia, ainda percebemos algumas concepções alternativas presentes nos mapas conceituais após a aplicação da ABP (quadro 11).

Quadro 11 – Concepções alternativas presentes nos mapas conceituais após aplicação da ABP.

Conceitos	Concepções alternativas	Justificativa
-----------	-------------------------	---------------

Estrelas	Estrelas já morreram, mas a luz chega até nós.	A luz de estrelas distantes leva tempo para chegar até a Terra, nem todas as estrelas que observamos já "morreram". Isso depende da distância e da fase de vida da estrela.
	As estrelas estão muito longe de nós.	A proximidade do Sol em relação à Terra deveria ser destacada como uma exceção, já que é a estrela mais próxima e desempenha um papel vital para a vida no planeta.
	Constelações são junções de estrelas que estão ligadas.	Constelações são agrupamentos aparentes de estrelas no céu, mas essas estrelas geralmente não estão fisicamente "ligadas" nem próximas umas das outras. A associação é visual e depende da perspectiva da Terra.
Planetas	Planetas podem ser sólidos ou gasosos.	A categorização entre sólidos e gasosos é imprecisa. Planetas são classificados em terrestres (rochosos) e jovianos (gasosos), mas os planetas gasosos possuem núcleos sólidos ou líquidos em suas profundezas.
Satélites Naturais	Satélites naturais são formados por asteroides.	Embora alguns satélites, como Fobos e Deimos (de Marte), possam ter se originado de asteroides capturados pela gravidade do planeta, essa não é uma regra geral. Muitos satélites, como a Lua, se formaram por outros processos, como o impacto entre corpos celestes.

Fonte: O autor (2025).

A concepção de que as *"estrelas já morreram, mas a luz chega até nós"*, remete ao conceito de tempo, relacionado a velocidade da luz, que é amplamente discutido na Astronomia. No entanto, nem todas as estrelas que observamos já "morreram", isso depende da distância e da fase de vida da estrela. Tal concepção, apesar de ser uma visão alternativa, ela demonstra o pensamento crítico e a curiosidade dos alunos, estando de acordo com Langhi (2011), que destaca que a Astronomia permite aos alunos explorarem fenômenos que envolvem escalas de tempo e espaço difíceis de imaginar, como a distância das estrelas e o tempo que a luz leva para chegar até a Terra.

Além disso, a concepção de que as *"estrelas estão muito longe de nós"*, apesar de estar parcialmente correta, a proximidade do sol em relação à Terra deveria ser levada em consideração, assim como destacado por Langhi e Nardi (2014) ao enfatizarem que o Sol deve ser utilizado como um exemplo prático nos conceitos de Astronomia, como a influência da radiação solar na fotossíntese e no aquecimento global, uma vez que é a estrela mais próxima

de nós (o sol) desempenhando um papel fundamental para a vida na Terra.

Nesse sentido, é notório que se faz necessário discutir esses conceitos astronômicos, de maneira prática e contextualizada, pois conforme destaca Ferreira (2022), compreender o comportamento da luz estelar e sua relação com as distâncias astronômicas ajuda a criar conexões entre a ciência teórica e os fenômenos observáveis. Ademais, a ideia de que "*constelações são junções de estrelas que estão ligadas*" é um exemplo claro de concepção alternativa, conforme apontado por Bartelmebs et al. (2020), muitos estudantes associam constelações a agrupamentos físicos, quando, na verdade, elas são agrupamentos aparentes, definidos pela perspectiva da Terra.

A cerca da composição dos planetas, estes foram classificados como "*sólidos ou gasosos*", sendo uma afirmação imprecisa, refletindo uma ideia comum que pode ser aprofundada. Segundo Langhi (2011), os planetas devem ser classificados em terrestres (rochosos) e jovianos (gasosos), devendo ser explorada as diferenças de composição e estrutura desses grupos para ampliar o conhecimento dos alunos. Além disso, planetas gasosos podem possuir núcleos sólidos ou líquidos, sendo um detalhe fundamental para desmistificar a ideia de que planetas gasosos são completamente compostos por gás. Nesse sentido, Ferreira (2022) sugere que trabalhar com modelos e simulações pode ajudar os estudantes a compreenderem melhor as camadas internas e as estruturas dos planetas.

Acerca da concepção de que "*Satélites naturais são formados por asteroides*", embora essa afirmação seja verdadeira para alguns casos, não é uma regra geral. Pois, muitos satélites, como a Lua, se formaram por processos de impacto, conforme destacado por Borges e Rodrigues (2022), havendo uma diversidade de processos que levam à formação de satélites naturais.

Desse modo, Pinto (2021) reforça que o uso da aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia eficaz para explorar conceitos complexos, como a formação de satélites naturais, propondo problemas que desafiem os alunos a investigar as origens da Lua ou de outros satélites naturais, na busca por ampliar suas compreensões.

Portanto, os dados revelam que apesar da aplicação da ABP, algumas concepções alternativas continuam presentes nas ideias dos alunos sobre esses conceitos astronômicos, o que ressalta a necessidade de haver de forma mais contínua, momentos que abordem os conceitos astronômicos de forma contextualizada e interdisciplinar, conforme defendido por (Bartelmebs et al. 2020; Ferreira, 2022; Langhi, 2011; Nardi, 2014). Pois, a utilização de metodologias como a ABP e práticas observacionais é essencial para corrigir equívocos conceituais, ampliar o conhecimento e promover o engajamento dos alunos na aprendizagem

de Astronomia.

10.6 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

A análise de conteúdo de Bardin (1977) será utilizada como base para analisar os dados obtidos através do questionário que foi aplicado ao final da intervenção, com o objetivo de investigar como a aprendizagem baseada em problemas contribuiu para a aprendizagem sobre estrelas, planetas e satélites naturais.

Portanto, após a digitalização das respostas do questionário passamos pelas fases apontadas por Bardin (1977), sendo elas: a organização da análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A primeira fase, referente a organização da análise é preparatória, envolvendo a organização e leitura inicial do material. Nesse sentido, a nossa escolha de material a ser analisado, foram as respostas de cada aluno das 12 questões abertas contidas no questionário. Em sequência, fizemos a leitura flutuante, ou seja, lemos as respostas de forma exaustiva para nos familiarizarmos com o conteúdo, identificando as ideias principais, os temas recorrentes e os padrões iniciais, deixando-nos “invadir por impressões, representações, emoções, conhecimentos e expectativas” (Franco, 2008, p. 52).

Em seguida, definimos o nosso objetivo da análise, sendo ele: investigar como a aprendizagem baseada em problemas pode contribuir para a aprendizagem sobre estrelas, planetas e satélites naturais. Posteriormente, foi dado ênfase ao corpus da pesquisa, definido como “O conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (Bardin, 1977, p. 96).

Nesse sentido, o nosso corpus da pesquisa, seguindo a análise de discurso de Bardin (1977), foi composto pelo conjunto de respostas coletadas dos participantes ao questionário aplicado. Nesse caso, trata-se de todos os relatos, opiniões, percepções e reflexões expressos pelos participantes em relação às 12 questões do questionário.

Sintetizamos no quadro 12, o corpus da pesquisa, baseando-se nas perguntas do questionário e nos objetivos da pesquisa:

Quadro 12 – O corpus da pesquisa.

Corpus da pesquisa	Descrição
Experiência geral no projeto	Respostas das questões 1 e 2, que tratam sobre como os participantes descreveram sua experiência no projeto e se o projeto ajudou no entendimento dos conceitos de Astronomia.

Aspectos que contribuíram para o aprendizado	Respostas das questões 3, 6 e 7, que abordam os métodos que mais contribuíram para o aprendizado, os conceitos mais marcantes aprendidos e a relação entre os conceitos e situações do dia a dia.
Interação e colaboração em grupo	Respostas das questões 4 e 5, que investigam como foi trabalhar em grupo e se as opiniões dos participantes foram ouvidas e valorizadas.
Reflexões e sugestões sobre o projeto	Respostas das questões 8 e 9, que pedem sugestões de melhorias para o projeto e se a metodologia seria recomendada para outros componentes curriculares.
Momentos e atividades marcantes	Respostas das questões 10, 11 e 12, que discutem os momentos mais marcantes, as atividades mais interessantes e as mudanças de percepção sobre Astronomia ou o universo.

Fonte: O autor (2025).

Realizada a primeira fase, referente a pré-análise, partimos para a segunda fase apresentada por Bardin (1977), como sendo a exploração do material, nessa fase os dados foram categorizados e analisados. Assim, fomos definir nossa unidade de registro, que é “a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas” (Franco, 2008, p. 41), podendo ser de diferentes tipos, como: palavras, temas, personagens e itens. Portanto, definimos nossa unidade de registro como sendo os temas, pois engloba aspectos racionais, ideológicos, afetivos e emocionais (Franco, 2008).

A partir dos dados obtidos, organizamos as respostas em um quadro, buscando as semelhanças e diferenças entre as respostas do questionário, de modo a selecionar as mensagens de acordo com os temas que iam surgindo. Nesse processo, encontramos 12 temas, destacados no quadro 13, que traz as observações sobre como os agrupamentos foram realizados.

Quadro 13 – Unidades de contexto – Temas iniciais.

EIXOS TEMÁTICOS	OBSERVAÇÕES SOBRE OS AGRUPAMENTOS/UNIDADES DE CONTEXTO
Experiência geral no projeto	A maioria dos participantes destacou a experiência como algo marcante, enriquecedor e única. Palavras como “incrível”, “maravilhosa” e “inesquecível” apareceram frequentemente, indicando um alto grau de satisfação.
Aprendizado sobre Astronomia	Todos os participantes relataram ganhos significativos no entendimento de conceitos relacionados a estrelas, planetas e satélites. As maquetes e mapas mentais foram citados como ferramentas importantes para a fixação do conteúdo.
Contribuições ao aprendizado	As discussões em grupo foram o aspecto mais citado como chave para o aprendizado, seguidas de apresentações de resultados e atividades práticas, como observação da Lua. Houve destaque para a colaboração e interação social como ferramentas pedagógicas.
Trabalho em equipe	A interação foi positiva na maioria dos relatos, com destaque para a

	organização e colaboração. Contudo, houve menção pontual de dificuldades no comprometimento de alguns integrantes.
Valorização de opiniões	Os participantes sentiram que suas opiniões foram ouvidas e valorizadas durante as discussões. A troca de ideias e o interesse geral na colaboração foram fatores mencionados como positivos.
Conceitos mais marcantes	Os conceitos relacionados às estrelas e satélites naturais foram os mais mencionados como marcantes. A observação prática do céu e da Lua foi um dos momentos mais valorizados pelos participantes.
Aplicação prática do aprendizado	Muitos participantes mencionaram que o projeto alterou suas percepções do dia a dia, como observar o céu com mais atenção ou relacionar fenômenos astronômicos com práticas cotidianas, como a pesca.
Sugestões de melhoria	A principal sugestão foi aumentar a duração e frequência do projeto. Alguns mencionaram que seria interessante reorganizar os grupos para otimizar a interação.
Recomendação para outros componentes curriculares	Todos recomendaram a metodologia, destacando seu caráter inovador, descontraído e eficaz para o aprendizado. Foi mencionada a aplicabilidade em componentes curriculares como história e o uso de métodos similares para ampliar o engajamento em sala de aula.
Momentos mais marcantes	A observação da Lua com o telescópio foi unanimemente descrita como o momento mais marcante. Também foram citados as amizades formadas e o uso de ferramentas como o Stellarium para aprofundar o aprendizado.
Atividades mais interessantes	Os mapas conceituais, apresentações de resultados e maquetes foram as atividades mais mencionadas. O uso de RPG e rodas de conversa também foram destacados como formas criativas de engajamento.
Reflexões sobre mudanças de percepção	Houve um relato significativo de mudança na forma como os participantes enxergam o universo. Muitos destacaram a ampliação do conhecimento e o surgimento de novas perguntas sobre o tema, o que indica um envolvimento mais profundo com a Astronomia.

Fonte: O autor (2025).

Posteriormente, retornamos aos dados na busca de recorrências e não recorrências, e a partir dos eixos temáticos fizemos novos reagrupamentos, procurando por semelhanças e disparidades e assim construímos as 5 categorias apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 – Categorização.

CATEGORIAS	TEMAS	DESCRIÇÃO/ UNIDADE DE CONTEXTO	EXEMPLOS DE UNIDADE DE REGISTRO
Engajamento e Experiência Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> - Experiência geral no projeto. - Momentos mais marcantes. 	Envolve as percepções e sentimentos dos participantes em relação ao projeto, destacando momentos únicos e atividades que geraram maior envolvimento e motivação.	“Foi uma experiência incrível e inesquecível.” / “A observação da Lua foi o momento mais marcante para mim.”

	- Atividades mais interessantes.		
Aprendizado e Compreensão	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizado sobre Astronomia. - Conceitos mais marcantes. - Aplicação prática do aprendizado. 	Relata os ganhos de conhecimento, temas que despertaram maior interesse e as conexões feitas entre os conceitos astronômicos e situações do dia a dia.	“Aprendi sobre as diferenças entre satélites naturais, planetas e estrelas.” / “Passei a observar o céu com mais atenção.”
Interação e Colaboração	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho em equipe. - Valorização de opiniões. 	Explora a dinâmica de grupo, troca de ideias e a interação entre os participantes durante as atividades propostas no projeto.	“Foi ótimo trabalhar em grupo, pois aprendemos a nos organizar.” / “Sim, minha opinião foi ouvida e valorizada.”
Metodologias e Práticas Educativas	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuições ao aprendizado. - Recomendação para outros componentes curriculares. - Reflexões sobre mudanças de percepção. 	Refere-se às abordagens pedagógicas utilizadas, sua aplicabilidade a outros contextos e o impacto das metodologias no desenvolvimento do pensamento crítico.	“As discussões em grupo foram essenciais para o meu aprendizado.” / “Recomendo essa metodologia para outras componentes curriculares.”
Sugestões e Melhorias	<ul style="list-style-type: none"> - Sugestões de melhoria. - Organização do projeto. 	Abrange as críticas construtivas e ideias sugeridas pelos participantes para aprimorar a experiência, incluindo ajustes de tempo e frequência dos encontros.	“Gostaria que o projeto tivesse mais encontros à noite.” / “Poderia durar mais tempo, mas foi perfeito no geral.”

Fonte: O autor (2025).

Nessa perspectiva, iremos para a última fase da análise de conteúdo de Bardin (1977), referente ao tratamento e interpretação dos resultados. Importante destacar que nossa análise é qualitativa, cujos resultados serão apresentados por meio das categorias (quadro 14), havendo a descrição dos resultados, a interpretação teórica e a conclusão da análise.

Desse modo, para interpretar os resultados, utilizamos as categorias descritas no quadro 14 como base para a análise, sendo elas: engajamento e experiência pessoal; aprendizado e compreensão; interação e colaboração; metodologias e práticas educativas; sugestões e melhorias, sendo estas analisadas de forma individual.

A cerca do engajamento e experiência pessoal, os participantes demonstraram alta satisfação e entusiasmo com o projeto. Muitos relataram que a experiência foi única, marcante e enriquecedora, destacando a oportunidade de aprendizado e interação. Houve relatos de

entusiasmo pela prática de observar o céu, que foi considerado um dos momentos mais impactantes. Por exemplo, respostas como: *“Foi uma experiência incrível e enriquecedora”* (A3), *“Uma experiência única, divertida e educativa”* (A8) e *“Foi a melhor experiência de Astronomia da minha vida”* (A1), demonstram que o projeto atingiu seu objetivo de engajamento e motivação dos alunos, promovendo momentos únicos que despertaram interesse e curiosidade sobre Astronomia.

Além disso, a observação da Lua foi apontada como o momento mais marcante do projeto, pois possibilitou uma experiência prática e emocionante, conectando os participantes diretamente com o objeto de estudo, observado nas falas: *“O momento de observar a Lua foi o mais marcante para mim”* (A5), *“Foi incrível ver a Lua com um telescópio”* (A6), *“A observação da Lua e das estrelas foi algo extraordinário”* (A1). Ressaltando que esse momento despertou engajamento, motivação e uma conexão emocional, reforçando a relevância de atividades práticas no ensino de ciências.

Os resultados evidenciam que o ensino da Astronomia despertou grande interesse e curiosidade nos alunos, corroborando com Langhi (2011) que destaca a Astronomia como uma área de destaque no ensino de ciências pela sua capacidade de engajar os alunos e aproximar conceitos científicos do cotidiano. A observação da Lua, por exemplo, citada como um momento marcante por vários participantes, reflete a relevância de práticas que conectam os estudantes diretamente ao objeto de estudo.

Além disso, Borges e Rodrigues (2022) reforçam que a Astronomia aborda temas amplos como estrelas, planetas e satélites naturais, que são facilmente associados a questões práticas e fenômenos cotidianos, proporcionando aos estudantes uma perspectiva mais ampla e conectada à ciência.

Ademais, Langhi (2011), Borges e Rodrigues (2022) ressaltam a importância de relacionar os conceitos astronômicos ao cotidiano, reforçando a relevância de estratégias pedagógicas que conectem a ciência às vivências diárias. Ou seja, a ABP, atingiu esse objetivo, uma vez que os alunos destacaram que passaram a observar mais o céu e reconhecer fenômenos, como as fases da Lua e sua influência em atividades humanas.

Na categoria, aprendizado e compreensão, os alunos relataram um ganho significativo de conhecimento sobre Astronomia, com ênfase em conceitos relacionados a estrelas, planetas, satélites naturais e fenômenos celestes. A prática, como observação com telescópio, foi destacada como crucial para a compreensão. Isso pode ser percebido nas falas dos alunos, quando afirmam que: *“Sim, consegui entender e aprender sobre muitos assuntos que antes eu não conhecia”* (A9); *“Os métodos de ensino aplicados me proporcionaram uma melhor*

absorção do assunto” (A10); *“Aprendi diversas coisas, como a formação das estrelas e o passado da Lua”* (A2), tais respostas nos levam a perceber que o projeto não apenas forneceu novas informações, mas também consolidou o interesse dos participantes, conectando conceitos científicos com aplicações práticas e experiências pessoais.

O referencial teórico Langhi (2011) e Bartelmebs et al., (2020) destaca a persistência de concepções alternativas na Astronomia, como a ideia de que estrelas possuem pontas ou que Saturno é o único planeta com anéis. Os resultados indicam que, através da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os alunos foram expostos a discussões e práticas que ajudaram a superar esses equívocos. Por exemplo, atividades como mapas conceituais e a observação do céu permitiram aos estudantes identificarem diferenças entre estrelas, planetas e satélites naturais, alinhando-se à proposta de Ferreira (2022), que ressalta a necessidade de estratégias que promovam reflexões e correções de ideias errôneas.

Em seguida, analisando a próxima categoria, interação e colaboração, percebemos que a interação em grupo foi amplamente mencionada como uma experiência positiva e essencial para o aprendizado. Os participantes destacaram a troca de ideias, colaboração para resolver problemas e o apoio mútuo no desenvolvimento das atividades. Por exemplo, ao relatarem que o projeto *“Foi ótimo, aprendemos a ter organização e cumprir os objetivos da equipe”* (A7); *“Foi muito bom conhecer pessoas de diferentes idades e pensar de formas diferentes”* (A2); *“Foi muito interessante, pois cada um cumpriu com seu papel e conseguimos compartilhar informações”* (A10), essas respostas mostram que a dinâmica de grupo desempenhou um papel fundamental no projeto, promovendo habilidades como comunicação, respeito às opiniões e cooperação, essenciais para o desenvolvimento educacional e social.

Os dados demonstram que as discussões em grupo e apresentações de resultados foram elementos fundamentais para o aprendizado, como descrito por vários participantes. Essa abordagem encontra suporte em Munhoz (2018), que destaca o papel da ABP em fomentar a colaboração, o pensamento crítico e a criatividade, ao envolver os alunos em problemas reais que exigem a troca de ideias e o trabalho conjunto.

Além disso, a interação em equipe também está relacionada ao fortalecimento de habilidades interpessoais, promovendo um ambiente de aprendizado ativo, como sugerido por Pinto (2021), ao afirmar que a ABP requer que os alunos resgatem seus conhecimentos prévios e reflitam coletivamente para construir novos saberes.

Posteriormente, acerca das metodologias e práticas educativas, os participantes elogiaram as metodologias adotadas no projeto, como discussões em grupo, apresentações e mapas conceituais. Essas práticas foram vistas como eficientes para o aprendizado e facilitaram

a compreensão dos conteúdos, podendo ser observado nas respostas dos alunos, ao relatarem que *“As discussões em grupo foram essenciais para o aprendizado”* (A9), *“Gostei muito das apresentações de resultados e observação da Lua”* (A4) e *“As metodologias aplicadas ajudaram a absorver o assunto de forma prática e interativa”* (A1). Dessa forma, percebemos que a utilização da aprendizagem baseada em problemas (ABP) enfraqueceu as concepções alternativas, permitindo que os participantes assimilassem os conceitos de forma prática, interativa e dinâmica. Além disso, os métodos foram vistos como aplicáveis a outros componentes curriculares.

Ademais, diversos participantes relataram que o projeto ampliou sua visão sobre Astronomia, promovendo reflexões sobre o universo e sua relação com o cotidiano, quando afirmam que: *“Passei a observar mais as estrelas e a Lua no meu dia a dia”* (A3), *“Agora vejo o mundo com outra perspectiva, como as fases da Lua influenciam a pesca”* (A7), *“Percebi como o universo é grande e belo durante a observação da Lua”* (A10). Essas falas, demonstram que o projeto contribuiu para a construção de uma nova visão de mundo, conectando os conhecimentos científicos ao cotidiano e despertando um interesse contínuo pela Astronomia.

Nesse sentido, Maastricht University (2019) e Ferreira (2022) apresentam as etapas da ABP, como identificação do problema, brainstorming e investigação, que foram evidenciadas nos resultados. Os alunos relataram que práticas como a elaboração de mapas conceituais, a construção de maquetes e as apresentações contribuíram significativamente para o aprendizado. Tais métodos proporcionaram maior absorção dos conceitos astronômicos, destacando a eficácia da ABP em integrar teoria e prática.

Além disso, Langhi e Nardi (2014) enfatizam que o ensino de Astronomia pode desmistificar ideias errôneas quando associado a práticas observacionais, algo amplamente destacado nos relatos sobre a observação da Lua e das estrelas.

Na última categoria, sugestões e melhorias, apesar do projeto ser amplamente elogiado, algumas sugestões foram feitas, principalmente relacionadas ao aumento da duração e frequência dos encontros, bem como ajustes na composição dos grupos. Isso pode ser evidenciado nas falas a seguir: *“Gostaria que tivesse mais encontros à noite para observar o céu”* (A8), *“Gostaria que o projeto fosse todos os dias, por mais tempo”* (A3), *“A única coisa que mudaria seria o tempo, gostaria que tivesse durado mais”* (A2). Logo, as sugestões refletem o envolvimento e o desejo dos participantes de prolongar a experiência, o que reforça a eficácia do projeto em engajar os alunos e proporcionar uma vivência significativa.

Os participantes relataram que suas visões sobre Astronomia e o universo foram ampliadas, resultado que dialoga com as reflexões de Marcos e Silva (2022) sobre a necessidade

de explorar conceitos fundamentais da Astronomia para corrigir visões distorcidas. Bem como, as atividades práticas e debates promovidos pelo projeto ajudaram os estudantes a superarem concepções limitadas e desenvolver uma compreensão mais robusta e científica.

Portanto, os resultados do questionário, alinhados ao referencial teórico, demonstram que a aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia capaz de enfraquecer as concepções alternativas no ensino da Astronomia. Além de promover o engajamento, a ABP conectou os conceitos astronômicos ao cotidiano e incentivou o trabalho colaborativo. Em suma, esses resultados refletem as contribuições de autores como Langhi (2011), Ferreira (2022) e Pinto (2021), reforçando que estratégias pedagógicas baseadas em problemas podem transformar o ensino de ciências e contribuir para uma formação mais crítica e reflexiva.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral investigar como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) pode contribuir para o ensino de conteúdos de Astronomia nas turmas do Ensino Fundamental. Como objetivos específicos, buscou-se levantar as concepções alternativas/espontâneas dos alunos sobre estrelas, planetas e satélites naturais; relacionar os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais com o cotidiano dos alunos através da ABP; analisar os mapas conceituais elaborados pelos alunos antes e depois da aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), visando identificar concepções relacionadas aos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais.

A justificativa para a pesquisa baseou-se na constatação de que, apesar de a Astronomia ser um tema presente nos documentos curriculares oficiais e de grande interesse dos alunos, ainda é frequentemente abordada de maneira superficial ou descontextualizada no cotidiano escolar. Além disso, considerou-se a relevância de promover práticas pedagógicas que estimulem o protagonismo estudantil e o pensamento crítico.

Os resultados obtidos ao longo do projeto destacam a importância da utilização de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), no ensino de conceitos da Astronomia. A análise dos mapas conceituais revelou a presença de concepções alternativas presentes nas ideias dos alunos sobre esses conceitos astronômicos, como a ideia de que todos os planetas gasosos são compostos apenas por gases ou que estrelas "*têm constelações*", esses erros representam oportunidades de aprendizado, pois a exploração contínua de conceitos por meio de práticas interativas pode minimizar concepções alternativas e reforçar a compreensão científica.

Durante a aplicação da ABP, podemos perceber diversos ganhos que vão além da compreensão sobre os corpos celestes, incluindo: maior engajamento e autonomia no aprendizado; melhoria na capacidade de resolver problemas; aprimoramento da comunicação oral e escrita e o interesse pela Astronomia. Nesse sentido, a ABP proporcionou momentos que puderam contribuir para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos que podem despertar o senso crítico, a iniciativa, colocando os alunos como protagonistas em sua aprendizagem, atuando como solucionadores de problemas.

Da mesma forma, podemos perceber que a observação do céu noturno, foi uma atividade extremamente vantajosa para o ensino da Astronomia. Pois permitiu a superação de concepções equivocadas, promoveu um aprendizado interdisciplinar e engajador, desenvolveu competências científicas e valorizou a conexão entre ciência e cultura. Logo, essa prática enriqueceu a experiência educacional, tornando-a mais significativa e inspiradora para os alunos.

Além disso, a integração de atividades como a construção de maquetes, a criação de jogos, como o RPG, e a apresentação dos alunos utilizando slides foi essencial para contextualizar o aprendizado, promovendo conexões entre física, química e geografia, evidenciando a relevância de uma visão holística no ensino de ciências.

Ademais, os mapas conceituais após a aplicação da ABP revelaram diversos ganhos na aprendizagem sobre planetas, estrelas e satélites naturais, demonstrando que os alunos conseguiram distinguir corretamente esses corpos celestes e aplicar esse conhecimento em contextos práticos. Da mesma forma, os resultados do questionário demonstram que a aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia que traz ganhos expressivos para o ensino da Astronomia. Pois, além de promover o aprendizado ativo e engajado, a ABP enfraqueceu concepções alternativas, conectou os conceitos astronômicos ao cotidiano e incentivou o trabalho colaborativo.

Logo, a experiência demonstrou que práticas interativas e colaborativas, ao lado de ferramentas tecnológicas, podem superar equívocos, enriquecer o conhecimento e promover uma aprendizagem mais envolvente. Essas ações reforçam a necessidade de tornar o ensino mais dinâmico e conectado ao cotidiano, garantindo maior retenção e engajamento dos alunos na educação científica.

Refletir sobre todo o percurso desta pesquisa é também reconhecer que ensinar e aprender são atos que vão muito além da transmissão de conteúdos: envolvem escuta, diálogo, experimentação e, sobretudo, sensibilidade para perceber o outro em seu processo de descoberta. Ao propor um ensino de Astronomia centrado na investigação e no protagonismo

dos alunos, foi possível vivenciar uma prática educativa mais humana, criativa e significativa. A experiência mostrou que, quando confiamos no potencial dos estudantes e oferecemos a eles espaços de participação ativa, o aprendizado se torna mais autêntico e conectado com o mundo que os cerca. Assim, este trabalho não apenas alcançou seus objetivos, mas também reafirmou a importância de práticas pedagógicas que busquem inspirar, provocar e cultivar a curiosidade como motor da aprendizagem — afinal, como nos lembra Carl Sagan, é a imaginação que nos leva a mundos que nunca existiram, mas que, através da educação, podem começar a ganhar forma.

Por fim, diante dos resultados alcançados, este trabalho também aponta caminhos promissores para futuras investigações. A inserção da ABP no ensino de Astronomia mostrou-se eficaz, mas ainda há muito a ser explorado. Pesquisas futuras podem aprofundar o uso dessa metodologia em outras áreas das Ciências Naturais ou mesmo em abordagens interdisciplinares que integrem História, Filosofia e Tecnologias Digitais, ampliando a compreensão do cosmos como uma construção cultural e científica. Além disso, investigações com amostras mais amplas ou em diferentes contextos escolares — incluindo escolas do campo, urbanas, públicas e privadas — podem revelar como fatores socioculturais influenciam a recepção e os efeitos da ABP. Também seria relevante analisar o impacto da formação docente na aplicação dessa metodologia, considerando as lacunas identificadas na formação inicial e continuada dos professores. Assim, o presente estudo não se encerra em si mesmo, mas lança sementes que podem germinar em novas práticas e pesquisas comprometidas com uma educação transformadora e alinhada aos desafios do ensino contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- ALHO, Kaleb Ribeiro. **Astronomia na prática: a prática como eixo central no processo de formação continuada de professores**. 2019. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.
- ANDRADE, M. A. B. S. de. **Possibilidades e limites da aprendizagem baseada em problemas no ensino médio**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista: Bauru.
- ANNUNCIAÇÃO, Marli da. **Ensino de Astronomia através de uma sequência didática: observe as estrelas e aprenda com elas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- ARANY-PRADO, Lilia Irmeli. À luz das estrelas. **Rio de Janeiro: DP&A Editora**, p. 25-48, 2006.
- ARAÚJO, A. C. S.; JÚNIOR, J. A. D.; ROMEU, M. C. Introdução à Astronomia no ensino fundamental: Análise da team-based learning como estratégia facilitadora de ensino. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. e22061, 2022.
- ARAÚJO, Nelci Reis Sales et al. Mapas conceituais como estratégia de avaliação. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 28, n. 1, p. 47-54, 2007.
- BARDIN, Lawrence. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 1977.
- BARTELMBS, Roberta Chiesa et al. UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O QUE SABEM OS ALUNOS DOS ANOS INICIAIS ACERCA DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 3, p. 107-114, 2020.
- BOLLES, Dana. Moons of Our Solar System. **SCIENCENASA**, 2023. Disponível em: <https://science.nasa.gov/solar-system/moons/>. Acesso em: 04, jan. 2024.
- BORGES, Cindy Lisiani Sales; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Astronomia: breve história, principais conceitos e campos de atuação. **Brazilian Applied Science Review**, v. 6, n. 2, p. 545-577, 2022.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 30 ago. 2023.
- CORREIA, Paulo Rogério Miranda; DE AGUIAR, Joana Guilaes. Mapas conceituais no ensino de ciências: estagnação ou crescimento?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 3, p. 198-218, 2022.
- CRUZ, U. R. X. Os caminhos metodológicos da pesquisa mista participante: Aplicados à rede de produção da reciclagem brasileira. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 9, n. 17, p. 139-153, 31 mar. 2020.

Dantas, K. R., da Silva, C. D. D., dos Santos, K. C. P., & Araújo-de-Almeida, E. Refletindo sobre o uso dos mapas conceituais com CmapTools na formação continuada de professores da educação básica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e135101119313-e135101119313, 2021.

Dias-da-Silva, C. D., Santos, R. L., Souza, M. F., & Araújo-de-Almeida, E. Mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem sobre grupos de metazoários invertebrados. **Tópicos integrados de zoologia. Atena Editora: Ponta Grossa, PR**, p. 77-87, 2019.

FERNANDES, Domingos. Rubricas de avaliação. **Critério**, v. 1, n. 2, p. 3, 2021.

FERREIRA, Ana Suênia de Pontes. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de física: uma proposta para o ensino da relatividade**. 2022. 189 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – PPGPEF) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

FONTELLES, Mauro José et al. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. Análise de conteúdo. 3. ed. Brasília: Liber Livro, 2008.

GARNER, Rob. What are Black Holes?. **NASA**, 28 de set. de 2020. Disponível em: https://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/black_hole_description.html. Acesso em: 28, set. 2023.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOHD, C. What is Betelgeuse? Inside the strange, volatile star. **NASA Science**, 3 de May. de 2023. Disponível em: <https://universe.nasa.gov/news/237/what-is-betelgeuse-inside-the-strange-volatile-star/>. Acesso em: 16, set. 2023.

GONÇALVES, Karen Magno et al. Uma proposta para o ensino de conceitos da física moderna por meio da aprendizagem baseada em problemas. 2020.

GONCALVES, Victor Paulo; LAZZARI, Lucas da Silva. Uma introdução às estrelas estranhas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

HESTER, J; SCOWEN, P. Changes in the crab pulsar. **Hubblesite**, 1996. Disponível em: <https://hubblesite.org/contents/media/images/1996/22/429-Image.html>. Acesso em: 21, set. 2023.

HORVATH, Jorge E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. Editora Livraria da Física, 2008.

JÁCOME, Hadassa Raquel Peixoto; ECHER, Ezequiel; MARQUES, M. S. Uma introdução à interação eletrodinâmica entre Júpiter e os satélites Galileanos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20220278, 2023.

Junior, Armando Alvares Garcia; Barbosa, José Geraldo Pereira. O uso de áudio em pesquisas qualitativas: uma análise da sua contribuição. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 19, n. 40, p. 25-46, 2008.

LABARCA, Yeté Abunã Marques; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Divulgação científica, ensino de física e a ciência envolvida no estudo de satélites. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e037-e037, 2021.

LANGHI, Rodolfo. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 041-059, 2014.

Maastricht University. Principles of PBL: A short introduction. **Taskforce Faculty Development**, 2019. Disponível em: <https://docprof.mumc.maastrichtuniversity.nl/sites/docprof.mumc.maastrichtuniversity.nl/files/attachments/18504/handout-principles-training-26082019.pdf>. Acesso em: 22, nov. 2023.

MACHADO, Cristiane Tolentino; CARVALHO, Ana Amélia. Mapa conceitual como ferramenta de aprendizagem no ensino superior. **Revista Contexto & Educação**, v. 35, n. 110, p. 187-201, 2020.

MARCELINO, Ariel Gonçalves. Conhecimentos dos alunos do Ensino Médio acerca da Astronomia: Uma aula sobre o sistema solar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 289-300, 2020.

MARCOS, Iara da Glória; SILVA, Kaliana Mendes da. **Ideias sobre estrelas, planetas e satélites em estudantes do 1º ano do ensino médio**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Astronomia) – Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

MAXIMO-PEREIRA, Marta; SOUZA, Paulo Victor Santos; LOURENÇO, Ariane Baffa. Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência: algumas aproximações teóricas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, p. e21017, 2021.

MCELLIGOTT, J; NG, Joy; HATFIELD, M. S; LEPSCH, A.E. Alpha Centauri Stellar System. **NASA: Scientific Visualization Studio**, 2023. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/20377>. Acesso em: 16, set. 2023.

MEDEIROS, Jaline Oliveira; DO CARMO RIBEIRO, Rafaella; DE SOUSA, Milena Nunes Alves. Mapa conceitual como ferramenta de aprendizagem: revisão integrativa da literatura. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 2, 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Instituto de Física da UFRGS. Disponível em:

http://50anos.if.ufrj.br/MinicursoMoreira_files/Moreira_APRENDIZAGEM_SIGNIFICATIVA_EM_MAPAS_CONCEITUAIS.pdf. Acesso em 02 de janeiro de 2024.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física da UFRGS. O ENSINO, **Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N°23 a 28: 87-95, 17 1988. Publicado também em Cadernos do Aplicação, 11(2): 143-156, 1998. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na Revista Chilena de Educação Científica, 4(2): 38-44.

Moreira, M.A. (2010) Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **São Paulo**: Centauro Editora. 80p.

MOREIRA, M. A.; NOVAK, J. D. Investigación em enseñanza de lãs ciências em la Universidade de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos. **Enseñanza de Lãs Ciências**, Barcelona, v.6, n.1, p.3-18, 1988.

MUCKERMAN, Anna. A fascinante nova teoria sobre a origem de Stonehenge. **BBC**, 2 de jun. de 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c809k6x0j78o>. Acesso em: 28, set. 2023.

MUNHOZ, Antônio. ABP-Aprendizagem Baseada em Problemas em ambientes virtuais de aprendizagem: Ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. **São Paulo: Cengage**, 2018.

NASA, H.E. Bond and E. Nelan; M. Barstow and M. Burleigh ; J.B. Holberg. The dog star, Sirius, and its tiny companion. **Hubblesite**, 2005. Disponível em: <https://hubblesite.org/contents/media/images/2005/36/1820-Image.html?news=true>. Acesso em: 20, set. 2023.

NASA. The Dawn of a new era for supernova 1987a. **NASA**, 2017. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/the-dawn-of-a-new-era-for-supernova-1987a>. Acesso em: 20, set. 2023.

NASA. The milky way galaxy. **NASA**: Goddard space flight center, 2015. Disponível em: <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/milkyway1.html>. Acesso em: 04, out. 2023.

NASA. The planets. **NASA**, 2023. Disponível em: <https://science.nasa.gov/solar-system/planets/>. Acesso em: 04, jan. 2024.

NASA. What is a supernova?. **NASA**, 2013. Disponível em: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-a-supernova.html>. Acesso em: 20, set. 2023.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do; SOUSA, F. L. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.

NETO, Raimundo Nonato Bezerra; LIMA, Rommel. Uma Proposta de Metodologia para Avaliação de Mapas Conceituais. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2018. p. 1761.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n.1, p. 9-29, jan-jun, 2010.

Novak, J.D. e Gowin, D.B. (1984). *Aprender a aprender*. 1ª ed. em português. **Lisboa: Plátano Edições Técnicas**. 212p.

Oliveira, E. R. G., Trogello, A. G., de Castro, L. P. V., da Silva, L. N., & Meglhioratti, F. A. (2024). ANÁLISE DE CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS EM UMA FORMAÇÃO CONTINUADA DE ASTRONOMIA. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, 10(15), 29-48.

PAGANOTTI, Arilson et al. Concepções de alunos da rede pública de minas gerais sobre planetas e planetas anões do sistema solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 7211-7225, 2019.

PINTO, N. R. **Aprendizagem baseada em projetos no ensino de física e Astronomia**. 2020. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2021.

REDDY, Francis. NASA visualization shows a black hole's warped world. **NASA**, 25 de set. de 2019. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-visualization-shows-a-black-hole-s-warped-world>. Acesso em: 28, set. 2023.

Ribeiro, T. N., Campos, L., & Souza, D. N. (2021). Análise de mapa conceitual como ferramenta de avaliação de conhecimentos sobre teorias da aprendizagem. **Revista Currículo & Docência**, 3(2), 25-40.

RODRIGUES, Cláudia Vilega. O sistema solar. **INPE, Introdução à Astronomia e a astrofísica. INPE-Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais**. Fonte: http://staff.on.br/maia/Intr_Astron_eAstrof_Curso_do_INPE.pdf, 2003.

RODRIGUES, Magna Coeli Soares. **A ABP como estratégia didática e a Astronomia como contexto no ensino da quantidade de movimento**. 2019. 273 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

RODRIGUES, Maria Carolina Carvalho; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Astrofísica estelar: concepção de participantes de uma atividade de divulgação científica. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 91-119, 2021.

RUIZ-MORENO, Lidia et al . Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência educ.**, Bauru , v. 13, n. 03, p. 453-463, dez. 2007 . Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300012&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 jan. 2025.

SAGAN, C. **Cosmos**. Tradução de Paulo Geiger. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

SANTOS, Elizandra Daneize; MALACARNE, Vilmar; LANGHI, Rodolfo. O ensino de astronomia e a formação de professores: aproximações e percepções no processo de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 28, n. 3, p. 49-65, 2023.

SILVA, Carlos Daniel Caldeira; BINOTI, Victor Hugo Nantet; DILEM, Bernardo Brunoro. Estrelas: propriedades e ciclo de vida. **Cadernos de Astronomia**, v. 4, n. 1, p. 143-155, 2023.

SILVA, J. G. **Aprendizagem baseada em problemas na perspectiva da sala de aula invertida: uma proposta no ensino de física**. 2021. Dissertação (Curso de / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba. 2021.

SILVA, Renata Custódio; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. Uso de mapas conceituais para identificação de conhecimentos prévios no ensino de química orgânica. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, 2021.

SLOVINSCKI, Luciano; ALVES-BRITO, Alan; MASSONI, Neusa Teresinha. Um diagnóstico da formação inicial de professores da área de ciências da natureza na perspectiva do ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20230110, 2023.

SMITH, Yvette. A peek inside the orion nebula. **NASA**, 19 de jul. de 2021. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-feature/a-peek-inside-the-orion-nebula>. Acesso em: 16, set. 2023.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Penso Editora, 2016.

Stars. **Nasa Science**, 2023. Disponível em: <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/how-do-stars-form-and-evolve>. Acesso em: 16, set. 2023.

VIEIRA, André Ricardo Lucas. Mapas conceituais no ensino de matemática: experiência na educação de jovens e adultos. **Revista Exitus**, v. 10, 2020.

ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA



CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) Milton da Silva Santos, a desenvolver o seu projeto de pesquisa uma proposta para o ensino de conceito de estrelas, planetas e satélites naturais através da aprendizagem baseada em problemas, que está sob a coordenação/orientação do (a) Prof. (a) Dra. Ana Paula Freitas da Silva, cujo objetivo é investigar as possíveis contribuições da Aprendizagem Baseada em Problemas para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais, no Colégio Caruaru.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Local, em ____/____/____.

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada

ANEXO 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ - _____ {ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar, como voluntário (a), da pesquisa uma proposta para o ensino de conceito de estrelas, planetas e satélites naturais através da aprendizagem baseada em problemas.

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Milton da Silva Santos, Rua Antônio Jordão dos Santos, nº 124, CEP:55028-459, Vassoural - Caruaru, Pernambuco – (81) 99922-6734, e e-mail miltondss10@gmail.com e está sob a orientação da Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva, Telefone: (81) 99532-2529 e e-mail ana.pfsilva5@ufpe.br.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

➤ Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:

Essa pesquisa possui como objetivo investigar as possíveis contribuições da Aprendizagem Baseada em Problemas para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais. Para seleção dos participantes da pesquisa, será feito um levantamento com os estudantes do ensino fundamental II que terão disponibilidade no contraturno e que possui interesse em participar da pesquisa, com isso, será necessário sondar e selecionar os alunos que atenderão aos critérios de inclusão. A partir disso, serão contatados pessoalmente pela visita do pesquisador para dar início as etapas do projeto. Então, serão convidados a participar da pesquisa. Logo, a coleta de dados será realizada de forma presencial e remota. O projeto será desenvolvido com 10 estudantes, que posteriormente serão divididos em dois grupos contendo 05 estudantes cada. O tempo de coleta será em torno de 45 dias e os encontros com o pesquisador ocorrerão uma vez por semana, durante 5 semanas, cada encontro contará com 2h de duração. Para participar da pesquisa, será necessário apenas uma caneta esferográfica azul ou preta. A assinatura do TALE (Termo de assentimento livre e esclarecido) será feita manualmente pelo participante entregue ao pesquisador.

➤ RISCOS:

- Como risco para a pesquisa, pode-se definir as dificuldades de compreensão quanto ao objetivo do trabalho e da elaboração dos mapas conceituais, o que pode levar a uma participação limitada ou falta de engajamento. Para minimizar os riscos descritos será feito uma apresentação da temática do trabalho quanto aos seus objetivos e um treinamento sobre os mapas conceituais, destacando seu conceito, componentes e como elaborá-lo.
- Como risco, pode-se ter um constrangimento, desconforto ou alterações de comportamento durante as gravações de áudio. Logo, para minimizar os riscos descritos, antes das gravações de áudio haverá a certificação do consentimento dos participantes, havendo a explicação do propósito da gravação e

de como os áudios serão utilizados e quais medidas serão tomadas para proteger a privacidade dos participantes.

- Como risco é possível que exista insegurança de alguns estudantes na hora de apresentar a solução do problema referente a aprendizagem baseada em problemas, pois pode causar um desconforto na hora da escrita dos diários de bordo, devido as suas caligrafias. Porém, para amenizar os riscos, é possível que os alunos escolham a maneira que irão apresentar, podendo utilizar slides, rodas de diálogo, posters etc. Além disso, os alunos poderão realizar a entrega do diário de bordo digitados, amenizando os riscos associados a caligrafia dos participantes.

➤ **BENEFÍCIOS diretos/ indiretos:**

- Como benefícios diretos, a pesquisa presencial oferece aos participantes maior interação entre si e o pesquisador, um maior tempo para a realização das atividades propostas, maior engajamento e troca de ideias e interpretações entre o problema e sua resolução careca da aprendizagem baseada em problemas, os alunos terão uma vivência dinâmica para discutir sobre a Astronomia. Indiretamente, poderá haver um processo de observação do mundo ao seu redor e com isso ter a percepção de que a Astronomia está presente dentro e fora do ambiente escolar.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa diários de bordo digital, áudio gravações e mapas conceituais, ficarão armazenados em pastas de arquivo localizada no drive do computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Milton da Silva Santos, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 05 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo pesquisa o uso da aprendizagem baseada em problemas para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico na apresentação da temática de química forense, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa uma proposta para o ensino de conceito de estrelas, planetas e satélites naturais através da aprendizagem baseada em problemas. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Milton da Silva Santos, Rua Antônio Jordão dos Santos, nº 124, CEP:55028-459, Vassoural - Caruaru, Pernambuco – (81) 99922-6734, e e-mail miltondss10@gmail.com e está sob a orientação da Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva, Telefone: (81) 99532-2529 e e-mail ana.pfsilva5@ufpe.br.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

➤ **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** Essa pesquisa possui como objetivo investigar as possíveis contribuições da Aprendizagem Baseada em Problemas para a compreensão dos conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais. Para seleção dos participantes da pesquisa, será feito um levantamento com os estudantes do ensino fundamental II que terão disponibilidade no contraturno e que possui interesse em participar da pesquisa, com isso, será necessário sondar e selecionar os alunos que atenderão aos critérios de inclusão. A partir disso, serão contatados pessoalmente pela visita do pesquisador para dar início as etapas do projeto. Então, serão convidados a participar da pesquisa. Logo, a coleta de dados será realizada de forma presencial e remota. O projeto será desenvolvido com 10 estudantes, que posteriormente serão divididos em dois grupos contendo 05 estudantes cada. O tempo de coleta será em torno de 45 dias e os encontros com o pesquisador ocorrerão uma vez por semana, durante 5 semanas, cada encontro contará com 2h de duração. Para participar da pesquisa, será necessário apenas uma caneta esferográfica azul ou preta. A assinatura do TALE (Termo de assentimento livre e esclarecido) será feita manualmente pelo participante entregue ao pesquisador.

➤ **RISCOS:**

- Como risco para a pesquisa, pode-se definir as dificuldades de compreensão quanto ao objetivo do trabalho e da elaboração dos mapas conceituais, o que pode levar a uma participação limitada ou falta de engajamento. Para minimizar os riscos descritos será feito uma apresentação da temática do trabalho quanto aos seus

objetivos e um treinamento sobre os mapas conceituais, destacando seu conceito, componentes e como elaborá-lo.

- Como risco, pode-se ter um constrangimento, desconforto ou alterações de comportamento durante as gravações de áudio. Logo, para minimizar os riscos descritos, antes das gravações de áudio haverá a certificação do consentimento dos participantes, havendo a explicação do propósito da gravação e de como os áudios serão utilizados e quais medidas serão tomadas para proteger a privacidade dos participantes.
- Como risco é possível que exista insegurança de alguns estudantes na hora de apresentar a solução do problema referente a aprendizagem baseada em problemas, pois pode causar um desconforto na hora da escrita dos diários de bordo, devido as suas caligrafias. Porém, para amenizar os riscos, é possível que os alunos escolham a maneira que irão apresentar, podendo utilizar slides, rodas de diálogo, posters etc. Além disso, os alunos poderão realizar a entrega do diário de bordo digitados, amenizando os riscos associados a caligrafia dos participantes.
- **BENEFÍCIOS diretos/indiretos** para os voluntários:
- Como benefícios diretos, a pesquisa presencial oferece aos participantes maior interação entre si e o pesquisador, um maior tempo para a realização das atividades propostas, maior engajamento e troca de ideias e interpretações entre o problema e sua resolução careca da aprendizagem baseada em problemas, os alunos terão uma vivência dinâmica para discutir sobre a Astronomia. Indiretamente, poderá haver um processo de observação do mundo ao seu redor e com isso ter a percepção de que a Astronomia está presente dentro e fora do ambiente escolar.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa diários de bordo digital, áudio gravações e mapas conceituais, ficarão armazenados em pastas de arquivo localizada no drive do computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Milton da Silva Santos, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 05 anos após o término da pesquisa.

Nem você e nem seus pais ou responsáveis legais pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo O uso da aprendizagem baseada em problemas para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico na apresentação da temática de química forense, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data _____

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO 4

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA



TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Uma proposta para o ensino de conceito de estrelas, planetas e satélites naturais através da aprendizagem baseada em problemas

Nome Pesquisador responsável: Milton da Silva Santos

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste / Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Endereço completo do responsável: Rua Antônio Jordão dos Santos, nº 124, Vassoural, Caruaru, Pernambuco.

Telefone para contato: (81) 99922-6734 - **E-mail:** miltondss10@gmail.com

Orientador: Prof. (a) Dra. Ana Paula Freitas da Silva /fone contato: (81) 99532-2529 /e-mail: ana.pfsilva5@ufpe.br

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/UFPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Os dados coletados nesta pesquisa diários de bordo digital, áudio gravações e mapas conceituais, ficarão armazenados em pastas de arquivo localizada no drive do computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Milton da Silva Santos, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 05 anos após o término da pesquisa.

Caruaru, 30 de abril de 2024.

Assinatura Pesquisador Responsável

ANEXO 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO PROJETO

Sobre o desenvolvimento do projeto

1- Como você descreveria sua experiência ao participar do projeto?

2- O projeto ajudou você a entender melhor os conceitos de estrelas, planetas e satélites naturais? Por quê?

3- Quais aspectos do projeto mais contribuíram para o seu aprendizado? (Ex.: discussões em grupo, pesquisa, apresentação de resultados, etc.)

Sobre a interação e colaboração

4- Como foi trabalhar em grupo para resolver os problemas apresentados?

5- Você sentiu que sua opinião foi ouvida e valorizada durante as discussões? Por quê?

Sobre o aprendizado e a aplicação prática

6- Quais foram os conceitos ou temas mais marcantes que você aprendeu durante o projeto?

7- Você conseguiu estabelecer relações entre os conceitos de Astronomia e situações do dia a dia? Pode dar um exemplo?

Reflexões e sugestões

9- Se você pudesse mudar algo no projeto, o que seria?

10- Você recomendaria esse tipo de metodologia para outros componentes curriculares? Por quê?

Sobre os momentos marcantes

11- Qual foi o momento mais marcante para você durante o projeto? Por quê?

12- Qual foi a atividade ou tarefa mais interessante que você realizou no projeto? O que a tornou especial?

13- Teve algum momento em que você percebeu que sua visão sobre Astronomia ou o universo mudou? Pode descrever?
