

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

JOVIELI CARINI MICHALSKI

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA:
UM ESTUDO DO SOL**

REALEZA

2025

JOVIELI CARINI MICHALSKI

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA:
UM ESTUDO DO SOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Marcia da Costa

Coorientadora: Profa. Dra. Milene Rodrigues Martins

REALEZA

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Michalski, Jovieli Carini
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa:: Um
Estudo do Sol / Jovieli Carini Michalski. -- 2025.
73 f.:il.

Orientadora: Doutora Marcia da Costa
Co-orientadora: Doutora Milene Rodrigues Martins
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em Física, Realeza, PR, 2025.

1. Teoria da Aprendizagem Significativa. 2. Unidade
de Ensino Potencialmente Significativa. 3. Ensino de
Astronomia. 4. Estudo do Sol. 5. Ensino Médio. I. Costa,
Marcia da, orient. II. Martins, Milene Rodrigues,
co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul.
IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOVIELI CARINI MICHALSKI

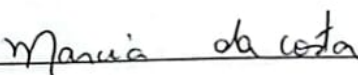
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA:

UM ESTUDO DO SOL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Física.


Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 11/12/2025.

BANCA EXAMINADORA




Profa. Dra. Marcia da Costa

Orientadora



Cleomar Schmitz

Avaliador



Ligia Ayumi Kikuchi

Avaliador

Dedico este trabalho ao meu pai Gilmar, que
não poupou esforços para que eu pudesse
concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai, Gilmar Michalski, por todo apoio, amor e cuidado. Obrigada por toda sua dedicação ao longo dos meus 26 anos, por sempre estar ao meu lado, me apoiando em meus sonhos e dando todo o suporte para eu concluir meus estudos e para me tornar a pessoa que sou hoje, a ti todo meu amor e carinho. Deus não poderia ser mais perfeito quando te escolheu para ser meu pai, eu te amo de todo o coração.

Esse agradecimento do parágrafo acima foi escrito em 2024, quando eu estava prestes a me formar e perdi a pessoa mais importante da minha vida, o meu querido pai. Um ano e meio se passou, mas a dor e a saudade ainda são constantes. Eu estou aqui, criando forças para viver sozinha um sonho que era nosso, a tão esperada formatura. O senhor enchia a boca para dizer “minha filha está estudando para ser professora”, seus olhos brilhavam, o orgulho que sentia de mim me enchia de alegria e me impulsionava para ser cada vez melhor. Não está fácil seguir sem o senhor, mas concluo por nós, para que, mesmo aí de cima, o senhor ainda possa se orgulhar da sua filhinha. Obrigada por ser meu maior incentivador e me mostrar o que é o amor verdadeiro, o senhor sempre será a pessoa mais importante da minha vida, eu te amarei eternamente meu paizinho.

Agradeço ao meu tio, Jair Michalski, que sempre me incentivou a estudar, sempre ouvi a frase “Estude, pois o estudo é algo que ninguém pode tirar de você”, essa semente foi plantada e gerou frutos. Nunca me esquecerei tio Jair, que me prometeu uma mochila nova caso eu passasse de ano, eu estava na primeira série, ia para a escola levando meus materiais em um pacote de arroz ou açúcar, porque meu pai ainda não tinha condições de me dar uma mochila na época. Então eu estudei, passei de ano, e no final do ano você me deu a tão sonhada mochila, eu fiquei muito feliz.

Agradeço a toda minha família, minha mãe, meus irmãos, avós, tios e tias, primos e primas, que sempre estiveram comigo, me apoiando, me incentivando de uma forma ou outra e torcendo por mim, eu amo todos vocês.

Agradeço meus amigos e colegas, por fazerem parte dessa jornada.

Olhem de novo para o ponto. É ali. É a nossa casa. Somos nós. Nesse ponto, todos aqueles que amamos, que conhecemos, de quem já ouvimos falar, todos os seres humanos que já existiram, vivem ou viveram as suas vidas. Toda a nossa mistura de alegria e sofrimento, todas as inúmeras religiões, ideologias e doutrinas econômicas, todos os caçadores e saqueadores, heróis e covardes, criadores e destruidores de civilizações, reis e camponeses, jovens casais apaixonados, pais e mães, todas as crianças, todos os inventores e exploradores, professores de moral, políticos corruptos, “superastros”, “líderes supremos”, todos os santos e pecadores da história da nossa espécie, ali – num grão de poeira suspenso num raio de sol (Sagan, 1994, p. 10).

RESUMO

Este trabalho investigou potencialidades e delimitações de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o Sol, elaborada para favorecer a aprendizagem significativa de estudantes do Ensino Médio. Fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, esse estudo buscou analisar de que maneira seria possível contribuir para a construção de significados no ensino de Astronomia. A UEPS proposta abordou conceitos ligados à estrutura, composição e fenômenos físicos associados ao Sol, organizada em problematizações iniciais, atividades de exploração e aplicações conceituais com foco na construção progressiva de conhecimento. A proposta foi avaliada por professores da Educação Básica e do Ensino Superior, por meio de questionário, considerando aspectos como clareza, aplicabilidade, relevância do tema e coerência teórico-metodológica. Os resultados indicaram que a maioria dos avaliadores considerou a UEPS coerente, com domínio da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), bem organizada e pertinente ao Ensino Médio, destacando a relevância e o aprofundamento do tema, bem como a progressão gradual do aprendizado. Reconheceram também a adequação dos conteúdos e a boa articulação entre conceitos físicos e fenômenos solares. As sugestões de aprimoramento envolveram ajustes no tempo das atividades, aprofundamento de conceitos específicos, inclusão de recursos visuais, uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação, adaptações de leituras e propostas de atividades criativas, como simulações digitais e experimentos investigativos, visando maior clareza, diversidade metodológica e acessibilidade. Conclui-se que a UEPS tem potencial para promover aprendizagem significativa, alinhada à TAS, por meio da organização sequencial dos conteúdos, da valorização dos conhecimentos prévios e de uma mediação pedagógica planejada, sendo relevante e viável para o ensino de Astronomia no Ensino Médio, com aprimoramentos capazes de fortalecer sua aplicabilidade e eficácia didática.

Palavras-chave: UEPS; Aprendizagem Significativa; Ensino de Física; Astronomia; Sol; Ensino Médio.

ABSTRACT

This study investigated the potentials and limitations of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) on the Sun, designed to promote meaningful learning among high school students. Grounded in David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, the study aimed to analyze how the teaching proposal could contribute to the construction of meaning in Astronomy education. The proposed PMTU addressed concepts related to the structure, composition, and physical phenomena associated with the Sun, organized through initial problematizations, exploratory activities, and conceptual applications, with a focus on the progressive construction of knowledge. The proposal was evaluated by Basic Education and Higher Education teachers through a questionnaire, considering aspects such as clarity, applicability, relevance of the theme, and theoretical-methodological coherence. The results indicated that most evaluators considered the PMTU coherent, well organized, aligned with the Theory of Meaningful Learning (TML), and appropriate for high school education, highlighting the relevance and depth of the topic, as well as the gradual progression of learning. They also recognized the adequacy of the content and the effective articulation between physical concepts and solar phenomena. Suggestions for improvement included adjustments to activity duration, deeper exploration of specific concepts, inclusion of visual resources, the use of concept maps as assessment tools, adaptations of reading materials, and the proposal of creative activities such as digital simulations and investigative experiments, aiming at greater clarity, methodological diversity, and accessibility. It is concluded that the PMTU has the potential to promote meaningful learning, aligned with TML, through the sequential organization of content, the valorization of prior knowledge, and planned pedagogical mediation, being relevant and viable for Astronomy teaching in high school, with improvements capable of strengthening its applicability and didactic effectiveness.

Keywords: UEPS; Meaningful Learning; Physics Teaching; Astronomy; Sun; High School.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Síntese de cada um dos passos	36
Figura 1 – Esquema da Estrutura Solar	55
Figura 2 – Mudança no Campo Magnético do Sol ao Longo de um Ciclo de Atividade.....	57
Figura 3 – Experimento de Newton sobre a Decomposição da Luz Branca.....	58
Figura 4 – Espectro Eletromagnético	58
Figura 5 – Espectro Solar com as Linhas de Fraunhofer.....	60
Figura 6 – Espectro da Emissão do Hidrogênio	61
Figura 7 – Tabela dos Elementos Químicos	61
Figura 8 – Estrutura Solar Granular	68
Figura 9 – Manchas Solares.....	68
Figura 10 – Proeminência Solar	69
Figura 11 – Vento Solar Interagindo com a Magnetosfera da Terra.....	69
Figura 12 – Ejeção de Massa Coronal	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das respostas.....	39
Tabela 2 – Distribuição das respostas.....	40
Tabela 3 – Distribuição das respostas.....	41
Tabela 4 – Distribuição das respostas.....	42
Tabela 5 – Distribuição das respostas.....	43
Tabela 6 – Distribuição das respostas.....	44
Tabela 7 – Distribuição das respostas.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

LISTA DE SÍMBOLOS

d	Distância até a estrela
F	Fluxo total recebido
f	Frequência
L	Luminosidade
R	Raio
T	Temperatura absoluta
λ	Comprimento de onda
$\lambda_{Máx}$	Comprimento de onda onde ocorre a emissão máxima
σ	Constante de Stefan-Boltzmann

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	155
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	17
2.2	CONHECIMENTOS PRÉVIOS, ORGANIZADORES PRÉVIOS E ANCORAGEM	19
2.3	TIPOS DE APRENDIZAGEM: REPRESENTACIONAL, CONCEITUAL E PROPOSICIONAL	21
2.4	ASSIMILAÇÃO, ASSIMILAÇÃO OBLITERADORA E ESQUECIMENTO ...	21
2.5	TIPOS DE APRENDIZAGEM SUBORDINADA, SUPERORDENADA E COMBINATÓRIA.....	22
2.6	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA .	23
2.7	UEPS: CONCEITO, ESTRUTURA E FUNDAMENTOS	23
2.8	APLICAÇÕES DA UEPS NA PRÁTICA DOCENTE	26
3	METODOLOGIA	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	CONSTRUÇÃO DA UEPS	29
4.2	AVALIAÇÃO DA UEPS	38
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – Os Primórdios da Astronomia	54
	APÊNDICE B – Estrutura do Sol	55
	APÊNDICE C – Camadas do Sol.....	63
	APÊNDICE D – Figuras.....	68
	APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	71
	APÊNDICE F – Questionário de Avaliação da UEPS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A educação científica contemporânea tem exigido cada vez mais intencionalidade por parte dos educadores, criando um ambiente de aprendizagem estimulante, em que o estudante se torna o protagonista do próprio saber, desenvolvendo a capacidade de resolver problemas, pensar criticamente e construir ativamente o conhecimento (AUSUBEL, 2000). Nesse contexto, o processo de aprendizagem precisa ir além de uma transmissão mecânica de conteúdo, voltando-se para processos mais profundos de construção do saber, como propõe Ausubel (2000) com sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

A teoria de Ausubel foi formulada no contexto da Psicologia Cognitiva e da educação escolar, durante a década de 1960, nos Estados Unidos. Ela surgiu como uma resposta às limitações do behaviorismo (como nas teorias de Skinner), que dominava o campo da educação e da psicologia da aprendizagem na época, focando quase exclusivamente em estímulos e respostas observáveis, sem levar em conta os processos mentais internos do aluno. A TAS enfatiza a importância dos conhecimentos prévios do estudante como base para a construção de novos saberes, defendendo que a aprendizagem se torna realmente significativa quando as novas informações se conectam de forma lógica e relevante com o que o aluno já conhece (AUSUBEL, 2000).

Além disso, a proposta de ensino baseada em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), conforme Moreira (2011), organiza sequências didáticas estruturadas em etapas, integrando teoria e prática, favorecendo a problematização inicial, a retomada dos conhecimentos prévios e a aplicação dos conteúdos em diferentes contextos. Essa abordagem encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza a aprendizagem ativa, contextualizada e centrada no estudante, bem como em materiais didáticos complementares, que destacam a importância de estratégias pedagógicas diversificadas para o desenvolvimento de competências científicas e cognitivas (MOREIRA, 2011; BRASIL, 2017).

Dessa forma, a UEPS aplicada ao ensino médio oferece um caminho consistente para que os alunos não apenas memorizem conteúdos, mas compreendam, relacionem e utilizem os conceitos em situações variadas, consolidando uma aprendizagem significativa e duradoura (MOREIRA, 2011; AUSUBEL, 2000).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe-se a elaborar e analisar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre Astronomia, voltada para estudantes do Ensino Médio, com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa por meio da problematização, da exploração de conceitos previamente adquiridos e da aplicação prática dos

conteúdos. A escolha do tema da UEPS considerou sua relevância científica, sua presença no currículo do ensino médio e sua capacidade de despertar o interesse dos alunos, promovendo conexões entre teoria e experiências cotidianas (BRASIL, 2017; MOREIRA, 2011; AUSUBEL, 2000).

A UEPS, ao estruturar o conteúdo em etapas progressivas e integradas, permite que os estudantes construam o conhecimento de forma gradual, retomando conceitos, resolvendo situações-problema e utilizando diferentes recursos didáticos, como experimentos, simulações e discussões. Essa abordagem proporciona não apenas a aquisição de informações, mas o desenvolvimento de competências cognitivas, analíticas e colaborativas, alinhadas às diretrizes da BNCC, que enfatizam a formação de cidadãos críticos, autônomos e capazes de aplicar os conceitos científicos em contextos reais (MOREIRA, 2011; BRASIL, 2017).

Diante do exposto, este trabalho buscou elaborar e submeter à avaliação de especialistas uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre Astronomia, com foco no Sol. Desse modo, investigou-se o seguinte questionamento: *Que potencialidades e delimitações essa UEPS apresenta em termos de sua estrutura e conteúdo, para ser considerada potencialmente significativa por especialistas na área?*

Portanto, este trabalho teve como objetivo geral identificar as potencialidades e as delimitações de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) a respeito do Sol, elaborada com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, a partir da avaliação de especialistas. Os objetivos específicos foram: elaborar uma UEPS para o tema "O Sol" no Ensino Médio, estruturada conforme os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa; avaliar a relevância temática, adequação conceitual, organização pedagógica e viabilidade da UEPS; mapear as potencialidades da UEPS em relação à sua capacidade de promover uma aprendizagem significativa; sistematizar as limitações e os pontos de fragilidade apontados pelos especialistas na estrutura e no conteúdo da UEPS; elaborar um conjunto de diretrizes para o refinamento da UEPS, com base nas sugestões dos avaliadores.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Uma teoria da aprendizagem pode ser compreendida como um conjunto de princípios e proposições que buscam explicar os processos pelos quais o ser humano adquire, organiza, retém e utiliza conhecimentos. Nesse sentido, as teorias da aprendizagem têm um papel fundamental para a educação, pois oferecem subsídios para a prática pedagógica, ajudando professores a selecionar estratégias e métodos mais adequados ao processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA; MASINI, 1982).

Entre as diversas abordagens, destacam-se três grandes vertentes: o behaviorismo, que prioriza os comportamentos observáveis e entende a aprendizagem como resultado de estímulos e respostas; o construtivismo, que defende que o aluno constrói ativamente o conhecimento em interação com o meio; e o cognitivismo, que valoriza os processos mentais internos, como memória, raciocínio, atenção e organização do conhecimento (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

É dentro da perspectiva cognitivista que se insere a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, elaborada na década de 1960, que enfatiza a importância do conhecimento prévio do aluno como base para a construção de novos saberes. Nesse enfoque, os conteúdos são realmente compreendidos quando estabelecem conexões substanciais com aquilo que o estudante já sabe, em contraste com abordagens mais mecânicas, que se limitam à memorização. Para facilitar esse processo, recomenda-se a utilização de recursos introdutórios, como os organizadores prévios, que auxiliam na relação entre os conhecimentos prévios e os novos (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Assim, a teoria de Ausubel é claramente cognitivista, pois seu foco está nos processos mentais que possibilitam a construção do conhecimento, em especial na interação entre novas informações e estruturas cognitivas já existentes (MOREIRA; MASINI, 1982).

David Ausubel argumenta que a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante é capaz de associar as novas informações recebidas com conhecimentos prévios que ele já possui. Esses saberes anteriores servem de âncora para a assimilação dos novos conteúdos, o que resulta no armazenamento dessas informações em uma estrutura hierárquica de conhecimento, denominada pelo autor estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

De acordo com sua teoria, para que a aprendizagem seja verdadeiramente significativa, são necessárias duas condições: uma lógica e a outra psicológica. A condição lógica está associada ao material didático utilizado, que deve ser potencialmente significativo, ou seja, ele deve ser não arbitrário e substantivo. Um conteúdo é considerado não arbitrário quando se conecta de forma lógica aos conhecimentos prévios do estudante; e substantivo quando essa relação é de fato relevante e não apenas superficial. Já a condição psicológica diz respeito ao aprendiz, que deve estar genuinamente disposto a aprender, pois de nada adianta o material ser bem elaborado se o estudante estiver apenas interessado em decorá-lo, sem atribuir sentido ao conteúdo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Ausubel propõe uma forma prática de averiguar se a aprendizagem foi realmente significativa, por meio da aplicação de problemas inéditos, em que os alunos precisam utilizar os conteúdos adquiridos para resolvê-los. No entanto, o autor ressalta que as eventuais dificuldades que o aluno apresentar para resolver um problema específico, não significam necessariamente, que ele não aprendeu de forma significativa, mas pode indicar a necessidade de mais tempo ou diferentes estratégias para que as conexões cognitivas se fortaleçam. Além disso, o autor também critica os métodos avaliativos que apenas testam a memorização de elementos essenciais, pois os estudantes tendem a responder de forma automática, baseando-se na aplicação de fórmulas, na utilização de exemplos, aplicações decoradas ou em um estudo superficial realizado às vésperas da prova (AUSUBEL, 2000).

Ausubel classifica a aprendizagem em dois grandes tipos: por recepção e por descoberta. Na aprendizagem por recepção, geralmente utilizada no ensino tradicional, o estudante recebe o conteúdo pronto, limitando-se à compreensão e memorização, adotando uma postura mais passiva. Nesses casos, é comum que a aprendizagem aconteça de forma superficial, mesmo que o material seja potencialmente significativo, especialmente quando associada a práticas pedagógicas ineficazes, como o uso de linguagem inadequada, explicações superficiais ou ausência de contextualização, levando à repetição mecânica de informações (AUSUBEL, 2000).

Já na aprendizagem por descoberta, o estudante é desafiado a assumir uma postura ativa em seu processo de aprendizagem, por meio da investigação, da formulação de hipóteses e da resolução de problemas. Nessa abordagem, o conhecimento é construído de forma progressiva, por meio das próprias ações cognitivas dos alunos, favorecendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos. No entanto, é importante destacar que essa forma de aprendizagem só será de fato significativa se os saberes adquiridos se conectarem com os conhecimentos prévios do aprendiz. Para Ausubel, tanto a aprendizagem por descoberta quanto

a aprendizagem por recepção podem ser significativas, desde que os novos conteúdos se conectem de maneira lógica e substancial aos conhecimentos prévios do estudante (AUSUBEL, 2000).

Ausubel também diferencia a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica. Segundo ele, a aprendizagem mecânica ocorre quando o estudante apenas memoriza os conceitos apresentados, sem estabelecer conexões com os conhecimentos anteriores, armazenando-os de forma superficial e desorganizada. No entanto, o autor também reconhece que em alguns casos a aprendizagem mecânica é necessária, como por exemplo, quando o indivíduo está entrando em contato com conteúdo completamente novo, para os quais não possui qualquer referência prévia (AUSUBEL, 2000).

Além disso, o autor esclarece que memorização e aprendizagem significativa não se excluem mutuamente. Em muitos casos a memorização pode ser útil e até necessária, porém, de forma isolada apresenta limitações, tanto em relação a durabilidade das informações quanto à sua aplicação em contextos diversos. É comum que conceitos memorizados de forma mecânica, como fórmulas físicas ou resumos para provas, sejam rapidamente esquecidos ou não consigam ser utilizados para resolver problemas práticos (AUSUBEL, 2000).

Por fim, Ausubel argumenta que não existe uma divisão rígida entre aprendizagem significativa e mecânica. Em vez disso, há uma zona intermediária, onde os dois tipos de aprendizagem podem coexistir em diferentes graus (AUSUBEL, 2000).

2.2 CONHECIMENTOS PRÉVIOS, ORGANIZADORES PRÉVIOS E ANCORAGEM

Os conhecimentos prévios ocupam um papel central na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), pois são essenciais no processo de construção do saber dos indivíduos. Também chamados de subsunçores, esses saberes são como estruturas conceituais formadas na mente do aprendiz, que servem de ancoradouro para as novas informações. Para que haja, de fato, uma aprendizagem significativa, os novos conceitos precisam se conectar de maneira lógica e relevante às estruturas cognitivas já existentes, de maneira a modificar e enriquecer essa esquema mental (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Entretanto, esse processo não é estático: à medida que novos conhecimentos são incorporados, eles podem enriquecer os subsunçores originais, resultando em conceitos mais amplos, complexos e inter-relacionados. Dessa forma, as novas informações recebidas não apenas se conectam aos saberes anteriores, mas também fortalecem e reorganizam a rede

conceitual do estudante, formando subsunçores mais completos (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Contudo, identificar esses subsunçores no mapa cognitivo dos alunos não é uma tarefa fácil. Testes tradicionais e avaliações formais nem sempre conseguem captar do estudante tudo que ele já sabe, isso porque esses conhecimentos prévios não estão relacionados apenas ao que os indivíduos aprendem em sala de aula, mas também às suas vivências externas, como experiências pessoais, culturais e sociais que influenciam na aprendizagem. Portanto, os saberes prévios vão além dos pré-requisitos formais geralmente exigidos para o estudo de um determinado tema, mas abrangem outros aspectos contextuais que precisam ser levados em consideração (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Para auxiliar esse processo de ancoragem de novos conceitos e promover uma aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios, que servem como ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber. Esses organizadores são estruturas introdutórias apresentadas antes do conteúdo novo, com objetivo de ativar os subconçores já existentes e preparar o aprendiz para a nova aprendizagem. Existem dois tipos principais de organizadores prévios (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Os organizadores expositivos, que oferecem uma visão geral dos conceitos a serem estudados, são úteis quando o aluno não tem conhecimentos prévios sobre o tema; e comparativos, utilizados quando o aluno já possui familiaridade com o tema, promovendo a ampliação, diferenciação ou refinamento de ideias semelhantes entre o conhecimento antigo e o novo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Por fim, vale ressaltar que, na ausência de subsunçores adequados, a aprendizagem mecânica pode ser utilizada como um recurso inicial. Esse tipo de aprendizagem é comum, por exemplo, com crianças pequenas ou em situações onde o conteúdo é totalmente novo para o aprendiz. Nesses casos, o aprendizado ocorre por meio da repetição e memorização, e não se ancora significativamente à estrutura cognitiva. Ainda que não seja ideal, essa forma de aprendizagem pode desempenhar um papel preparatório para futuras aprendizagens significativas, quando subsunçores mais apropriados estiverem disponíveis (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

2.3 TIPOS DE APRENDIZAGEM: REPRESENTACIONAL, CONCEITUAL E PROPOSICIONAL

De acordo com Ausubel, a aprendizagem significativa pode ocorrer em diferentes níveis de complexidade, divididos em três tipos principais: representacional, conceitual e proposicional (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Na aprendizagem representacional, o indivíduo atribui significados a símbolos isolados, como palavras, imagens ou sinais, associando-os diretamente a objetos, eventos ou ações concretas do mundo real. Por exemplo, quando uma criança aprende a palavra “bola”, ela associa ao objeto redondo com o qual ela brinca (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

A aprendizagem conceitual apresenta um grau mais elevado quando comparado à anterior, pois envolve a generalização e abstração. Nesse caso, o signo (entendido como qualquer elemento, seja ele palavra, som, imagem, número ou ícone), passa a representar não apenas um objeto em específico, mas uma classe de objetos ou eventos. Retomando o exemplo anterior, quando a criança compreende que “bola” pode referir-se a diferentes tipos de bola (de futebol, basquete, boliche, etc.), ela está formando um conceito mais amplo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Por fim, na aprendizagem proposicional, o indivíduo passa a compreender não somente o que significa cada conceito isoladamente, mas também as relações que se estabelecem entre eles para formar novas informações. Em outras palavras, ele é capaz de entender o significado das proposições, isto é, de enunciados que expressam ideias completas por meio da combinação de conceitos (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

2.4 ASSIMILAÇÃO, ASSIMILAÇÃO OBLITERADORA E ESQUECIMENTO

Dando continuidade à análise da aprendizagem significativa, é importante compreender como os novos conhecimentos se integram à estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse contexto, o conceito de assimilação desempenha um papel fundamental. A assimilação ocorre quando uma nova ideia aprendida interage com os subsunçores já estabelecidos da estrutura cognitiva do aluno. Como resultado dessa interação, tanto a nova aprendizagem quanto o subsunçor sofrem modificação, promovendo uma assimilação de antigos e novos significados, contribuindo para a diferenciação e enriquecimento da estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Após ocorrer a aprendizagem significativa, quando as novas informações foram completamente integradas aos subsunçores, ocorre a aprendizagem obliteradora. Nessa fase, a nova ideia e a ideia-âncora tornam-se indissociáveis, fundindo-se completamente, gerando uma única unidade de conhecimento bem consolidada (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982)

Nesse contexto, o esquecimento de informações isoladas é entendido como uma consequência natural desse processo, pois a informação não se perdeu, mas foi integrada e consolidada na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

2.5 TIPOS DE APRENDIZAGEM SUBORDINADA, SUPERORDENADA E COMBINATÓRIA

Ausubel classifica a aprendizagem em três diferentes tipos: subordinada, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinada ocorre quando um novo conceito aprendido é incorporado à estrutura cognitiva já existente, ou seja, quando o conhecimento recém adquirido se encaixa em algo que o aprendiz já sabia. Por exemplo, se o aluno conhece o conceito de fruta e aprende que melancia é uma fruta, o novo conceito se subordina ao mais amplo. Esse tipo de aprendizagem ocorre de duas formas: derivativa e correlativa (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

A aprendizagem subordinada derivativa, é caracterizada quando o novo material aprendido serve de exemplo de um conceito mais abrangente que o indivíduo já possui, sem mudar esse conceito, apenas confirmando ou ilustrando o que já estava implícito nele (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Já a aprendizagem subordinada correlativa acontece quando o novo conteúdo amplia, modifica ou detalha o que o aluno já sabia, gerando um conceito mais elaborado e preciso. Por exemplo, o estudante já sabe que os metais conduzem eletricidade, depois aprende que o grafite, mesmo não sendo metal, também conduz eletricidade. Esse novo conhecimento amplia e modifica a ideia inicial de que apenas metais conduzem eletricidade (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

Na aprendizagem superordenada, ocorre o processo inverso da aprendizagem subordinada. Nesse caso, o indivíduo aprende um conceito mais amplo, que passa a englobar conceitos que ele já conhecia. Por exemplo, se o aluno conhece separadamente os conceitos de sol, estrelas e planetas, ao aprender o conceito de sistema solar, todos os corpos celestes

previamente estudados ficam organizados dentro desse conceito mais amplo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

A aprendizagem combinatória ocorre quando o novo conceito se relaciona de maneira geral com a estrutura cognitiva do aprendiz, e não apenas com conceitos específicos já conhecidos. Esse tipo de aprendizagem tende a ser mais difícil pois exige maior capacidade de integração entre diferentes conhecimentos. Por exemplo, o indivíduo que conhece os conceitos de massa, energia e gravidade separadamente, ao aprender que no Sol ocorre fusão nuclear, que transforma massa em energia e mantém o equilíbrio gravitacional da estrela, ele passa a integrar esses conhecimentos de forma conjunta. Esse novo conceito relaciona ideias já existentes, mas não se encaixa dentro de nenhum conceito específico de forma isolada (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

2.6 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

Outros dois aspectos importantes que Ausubel destaca são a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, que ocorrem de forma simultânea no processo de aprendizagem, a fim de torná-lo mais claro, consistente e significativo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

A diferenciação progressiva é quando o conceito é apresentado inicialmente de forma ampla, no todo, e depois avança para as partes e os detalhes. Dessa forma, o aprendizado se torna mais significativo do que começar das partes para chegar ao todo. Ausubel ressalta que a estrutura cognitiva é organizada em hierarquia, de modo que os conceitos basilares são aprendidos primeiro, seguidos pelos detalhes e especificidades (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

A reconciliação integrativa consiste em apontar semelhanças e diferenças entre conceitos, relacionando-os de forma a integrar o que for semelhante e diferenciar o que for distinto (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; MASINI, 1982).

2.7 UEPS: CONCEITO, ESTRUTURA E FUNDAMENTOS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Marco Antônio Moreira, consiste em uma forma de organizar sequências didáticas estruturadas em etapas muito bem planejadas, de modo que promova uma aprendizagem de fato significativa, fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Diferentemente de uma simples sequência didática, a UEPS é projetada de maneira intencional,

planejada e articulada para que os novos conhecimentos se relacionem de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz, favorecendo o aprendizado de significados de maneira duradoura e integrada (MOREIRA, 2011; AUSUBEL, 2000).

Embora a UEPS seja organizada em etapas, não se trata de um modelo engessado, pois o professor possui autonomia para adaptá-la conforme o seu contexto, objetivos e necessidades da turma. Nesse sentido, a UEPS valoriza a diversidade de estratégias pedagógicas, como experimentos, resolução de problemas, simulações computacionais, discussões coletivas e trabalhos interdisciplinares, desde que facilitem a compreensão dos temas abordados (MOREIRA, 2011).

Portanto, pode-se afirmar que a UEPS constitui-se em uma proposta de ensino que une teoria e prática, promovendo a aprendizagem por meio da problematização inicial, do resgate dos conhecimentos prévios, da organização progressiva dos conteúdos e da aplicação em diferentes contextos. Seu objetivo central é possibilitar que os alunos realmente entendam o que aprendem, ganhando independência intelectual e capacidade crítica (MOREIRA, 2011).

Os aspectos sequenciais da UEPS, conforme descritos por Moreira (2011), são organizados da seguinte forma:

Passo 1. Escolher o tema a ser trabalhado, situá-lo no contexto da disciplina e distinguir os conhecimentos conceituais dos procedimentais.

Passo 2. Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de situações que os incentivem a expor o que já sabem, utilizando debates, resolução de problemas, mapas mentais ou conceituais, entre outras estratégias.

Passo 3. Apresentar problemas iniciais simples que levem os alunos a pensar usando seus conhecimentos prévios, como forma de prepará-los para o novo conteúdo de maneira introdutória. Os estudantes devem perceber esses problemas como desafios e conseguir representá-los mentalmente, atribuindo sentido às novas informações. Nessa etapa, podem ser utilizados vídeos, simulações, problemas do cotidiano, entre outros, desde que sejam interessantes e evitem exercícios puramente mecânicos.

Passo 4. Após trabalhar as situações-problemas iniciais, o conteúdo a ser trabalhado deve ser apresentado, iniciando pelos conceitos mais amplos, oferecendo uma visão geral do tema, e, em seguida, seguir para as partes, exemplos e detalhes específicos, de acordo com a diferenciação progressiva. A abordagem pedagógica pode incluir uma introdução rápida pelo professor, seguida de atividades colaborativas em grupos pequenos, que em seguida são compartilhadas e discutidas coletivamente.

Passo 5. Retomar o conteúdo abordado anteriormente por meio de explicação oral do professor ou utilizando recursos digitais, desta vez de forma mais aprofundada, com um nível de complexidade maior. As situações-problema devem ser planejadas de forma gradual, aumentando a dificuldade progressivamente. Exemplos novos devem ser explanados, apontando as semelhanças e diferenças em relação ao que já foi trabalhado, promovendo uma reconciliação integrativa. Em seguida, atividades em grupo podem ser propostas novamente, com a elaboração de mapas mentais, diagramas, experimentos laboratoriais, entre outros, para que os alunos confrontem ideias, comparem conceitos, esclareçam dúvidas e construam compreensão conjunta, tendo o professor como mediador desse processo.

Passo 6. Nesse passo, o tema deve ser retomado pelo professor, de modo que os pontos principais sejam apresentados de forma mais aprofundada e integrada, evidenciando como as ideias se conectam entre si. Os recursos escolhidos ficam a critério do educador, podendo incluir uma explicação oral, vídeos ou outras estratégias. O essencial é como o conteúdo é trabalhado, e não necessariamente os recursos utilizados. Novamente, situações-problemas devem ser propostas, agora com um nível de complexidade maior, para serem resolvidas de forma colaborativa entre os alunos e, em seguida, apresentadas e discutidas com toda a turma, sempre com a mediação do professor.

Passo 7. Na UEPS, a avaliação deve ocorrer de duas formas: formativa e somativa. Para compor a avaliação formativa, o professor deve registrar tudo o que mostre que o aluno está realmente aprendendo e entendendo o conteúdo, como sua participação, a resolução das situações-problema e a colaboração com o grupo. Já a avaliação somativa é realizada após o sexto passo, de forma individual, por meio de prova escrita ou atividade, com questões que exijam compreensão, interpretação e a capacidade de aplicar o que foi aprendido. Essas questões devem ser revisadas por professores experientes para garantir sua qualidade. Por fim, a nota do aluno deve considerar igualmente tanto o que foi observado ao longo das atividades em grupo, na avaliação formativa, quanto o resultado da avaliação final, a avaliação somativa.

Passo 8. A UEPS só será considerada bem-sucedida quando os resultados das avaliações dos alunos mostrarem que houve de fato aprendizagem significativa, ou seja, se eles demonstrarem que compreenderam os conceitos, se conseguem explicar com suas próprias palavras e se são capazes de utilizar o que aprenderam para resolver diferentes tipos de problemas. Desta forma, a aprendizagem não acontece de uma vez, é um processo contínuo e progressivo. Por isso, o importante não é só ver o resultado final, mas observar ao longo do processo se o aluno está construindo significados e avançando no entendimento.

2.8 APLICAÇÕES DA UEPS NA PRÁTICA DOCENTE

A aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na prática docente proporciona uma abordagem estruturada que possibilita ao professor planejar e conduzir o ensino de maneira mais significativa e progressiva (MOREIRA, 2011). Na prática, a UEPS orienta o planejamento centrado no aluno, incentivando a escolha de conteúdos relevantes e conectados aos conhecimentos prévios dos estudantes, o que facilita a construção de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

A utilização de situações-problema constitui um elemento central dessa abordagem, pois permite que os alunos reflitam, interpretem e apliquem os conceitos aprendidos, em vez de apenas memorizá-los (MOREIRA, 2011). Além disso, a UEPS promove um ensino progressivo e integrado, estruturando o conteúdo em etapas que aumentam gradualmente a complexidade, possibilitando a retomada de conceitos e a exploração de diferentes perspectivas por meio de variados recursos, como textos, vídeos e atividades práticas (MOREIRA, 2011).

A aprendizagem colaborativa é outro aspecto importante, uma vez que as atividades em grupo incentivam a troca de ideias, a resolução conjunta de problemas e o desenvolvimento de habilidades sociais, ao mesmo tempo em que reforçam a compreensão conceitual (MOREIRA, 2011). A avaliação, por sua vez, deve ser contínua e diversificada, combinando estratégias formativas e somativas, o que permite ao professor acompanhar o progresso do aluno, registrar evidências de aprendizagem e ajustar o ensino conforme necessário (MOREIRA, 2011).

Por fim, a UEPS favorece a aprendizagem significativa, promovendo situações que incentivam os estudantes a aplicar o que aprenderam em novos contextos, garantindo que o ensino esteja efetivamente conectado à compreensão e à utilização prática dos conceitos (MOREIRA, 2011).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, voltada à elaboração e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o Sol, no contexto da disciplina de Física II – Energia e Astronomia do Ensino Médio. O objetivo central foi desenvolver uma sequência didática capaz de favorecer a aprendizagem significativa, segundo os princípios de David Ausubel, permitindo que os estudantes compreendam os conceitos relacionados à estrutura do Sol, à produção e transporte de energia e aos fenômenos solares associados. A elaboração da UEPS foi inspirada nos referências da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000) e da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (MOREIRA, 2011).

Para a construção da UEPS, foram realizados alguns procedimentos. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica e documental, contemplando referências acadêmicas, livros e materiais didáticos do estado do Paraná, a fim de levantar conteúdos relevantes sobre o Sol, incluindo estrutura, processos físicos, fenômenos solares e princípios de espectroscopia astronômica. Essa revisão fundamentou a elaboração de atividades alinhadas aos objetivos de aprendizagem significativa, procurando consistência científica e pedagógica.

Com base na revisão, foram definidos os objetivos declarativos e procedimentais da UEPS, contemplando a compreensão teórica do Sol, a interpretação de gráficos, tabelas e imagens, e a capacidade de relacionar conceitos novos aos conhecimentos prévios dos alunos.

A UEPS foi estruturada com base nos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, buscando promover a aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao Sol e seus fenômenos. A proposta foi organizada em oito passos sequenciais, que serão detalhados na seção seguinte, contemplando objetivos específicos, estratégias de mediação do professor, materiais de apoio e atividades avaliativas.

Após a elaboração da UEPS, desenvolveu-se um questionário avaliativo com o objetivo de investigar a percepção de professores acerca da clareza, coerência e potencial significativo da proposta didática. A construção desse instrumento foi inspirada no trabalho de Lígia Ayumi Kikuchi (2016), intitulado “O ensino da Física do Plasma e a formação de professores”, que apresenta uma metodologia de avaliação voltada à identificação de elementos potencialmente significativos em unidades de ensino. O questionário elaborado nesta pesquisa foi composto por oito questões fechadas, organizadas em uma escala Likert, além de uma questão aberta para obter sugestões e observações gerais (Apêndice F).

Para avaliar a UEPS foram convidados professores de Física que atendessem alguns dos seguintes requisitos: professores da Educação Básica, professores do Ensino Superior, Mestres e Doutores na área de Ensino, que conheçam os referenciais da Teoria da Aprendizagem Significativa e das UEPS. Desse modo, os avaliadores puderam fornecer uma análise diversificada e fundamentada sob diferentes perspectivas docentes. As respostas obtidas foram analisadas de forma qualitativa.

Os avaliadores foram convidados a participar da pesquisa por e-mail, no qual receberam a UEPS com todos os materiais de apoio e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice E). A participação foi voluntária e o anonimato foi preservado. Participaram da pesquisa nove avaliadores, que neste trabalho serão identificados por códigos, AV1, AV2, AV3..., AV9.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa serão apresentados em dois tópicos. No primeiro apresenta-se a estrutura da UEPS elaborada e no segundo são apresentados os resultados da avaliação da UEPS pelos especialistas.

4.1 CONSTRUÇÃO DA UEPS

Nesta seção, apresenta-se a proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada a partir dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e da sistematização proposta por Moreira (1982). O objetivo é demonstrar, na prática, como a UEPS pode ser aplicada ao contexto escolar, favorecendo a construção de significados pelo aluno por meio da articulação entre conhecimentos prévios e novos conteúdos.

Passo a passo da UEPS

- 1. Situação inicial:** O tópico escolhido para a elaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa é o Sol, abordado no contexto da disciplina de Física II – Energia e Astronomia, para as turmas de 3º séries do Ensino Médio, conforme o Currículo do Estado do Paraná. Esse tema foi selecionado por sua relevância tanto científica quanto educacional, uma vez que o Sol é a principal fonte de energia do planeta e influencia diretamente fenômenos naturais e tecnológicos que fazem parte da vida cotidiana dos estudantes.

No que se refere aos conhecimentos declarativos, o estudo do Sol envolve a compreensão de conceitos e informações fundamentais, como a sua composição e estrutura interna, as principais características físicas — incluindo massa, raio, temperatura, luminosidade e idade —, os processos de fusão nuclear que garantem a produção de energia, os fenômenos observáveis como manchas solares e ejeções de massa coronal.

Já os conhecimentos procedimentais dizem respeito às habilidades e práticas que os alunos deverão desenvolver ao longo da sequência, como interpretar gráficos, tabelas e imagens relacionadas ao funcionamento e à estrutura solar; relacionar fenômenos solares com seus impactos no cotidiano, incluindo os efeitos das tempestades solares sobre satélites e sistemas de comunicação; e exercitar a

capacidade de estabelecer conexões entre os novos conteúdos e seus conhecimentos prévios, favorecendo assim a aprendizagem significativa.

Em seguida, o texto introdutório 1 (Apêndice A), será distribuído aos alunos, para que eles conheçam um pouco o contexto histórico da Astronomia, servindo como um organizador prévio para a próxima etapa. Eles terão um tempo para ler o material e em seguida o passo 2 será iniciado.

Tempo estimado: 20 a 25 minutos.

- 2. Problematização inicial:** Para iniciar a Unidade de Ensino, propõe-se uma atividade de problematização visual, na qual o professor irá desenhar no quadro um esquema básico do Sol, representando suas camadas de forma simplificada, sem identificar os nomes corretos. Essa etapa serve como organizador prévio. Em seguida, perguntando aos alunos:

- a) Se o Sol fosse uma cebola, com várias camadas, como você imagina que elas seriam? Todas iguais? O que aconteceria em cada uma delas?
- b) De que forma a energia produzida no núcleo do Sol chega até a sua superfície?

Essas questões devem ser respondidas oralmente, em formato de discussão coletiva, permitindo que os estudantes expressem livremente seus conhecimentos prévios, suas representações e hipóteses sobre a estrutura e o funcionamento do Sol. Enquanto os alunos contribuem, o professor registra as respostas no quadro, organizando uma síntese das ideias do grupo, incluindo tanto concepções corretas quanto possíveis equívocos ou lacunas de conhecimento. Esse esquema funciona como um organizador prévio visual, favorecendo a atribuição de significado e preparando os alunos para o contato com conceitos mais complexos.

Tempo estimado: 25–30 minutos.

- 3. Novas problematizações:** Na sequência, o professor amplia a problematização inicial com novas questões, agora respondidas individualmente pelos alunos:

- a) Qual a ordem de grandeza da massa e do raio do Sol em relação à Terra?
- b) O que diferencia o núcleo do Sol das camadas externas?

- c) Do que você acha que o Sol é feito? Ele é sólido, líquido, gasoso ou uma mistura de tudo isso?
- d) Mas se o Sol está tão longe e não podemos coletar uma amostra dele, como os cientistas conseguem saber do que ele é feito?
- e) Por que algumas regiões do Sol parecem mais escuras, como as manchas solares?
- f) Como fenômenos solares, como ejeções de massa coronal, podem afetar satélites e comunicações na Terra?
- g) Por que as auroras boreais e austrais acontecem e qual relação elas têm com o Sol? Em quais regiões do planeta elas ocorrem?

Essas respostas escritas serão entregues ao professor, que as analisará posteriormente para identificar padrões de compreensão, acertos e equívocos. Na aula seguinte, elas serão retomadas em uma síntese coletiva mediada pelo professor, que destacará as principais ideias levantadas pelos estudantes, confrontando-as com os conceitos científicos aceitos. Esse momento de retomada funciona como uma oportunidade de reflexão crítica, fortalecendo a reconciliação integrativa e preparando o grupo para o aprofundamento do conteúdo.

Tempo estimado: 40–45 minutos.

- 4. Aprofundando o conhecimento:** Com base nas hipóteses levantadas e organizadas nos passos anteriores, o professor apresenta o conteúdo de forma estruturada. O Texto 2 (Apêndice B) será utilizado como base para esta etapa, sendo impresso e distribuído aos alunos para acompanhamento. Além disso, o material será transposto para slides, facilitando a visualização dos conceitos relacionados à estrutura do Sol, aos princípios físicos, às suas características, à espectroscopia astronômica e à composição química solar.

O desenho inicial do Sol, feito no quadro no passo 2, é utilizado como referência visual e comparado com as imagens mais detalhadas no material entregue e slide, mostrando as diferentes camadas solares: núcleo, zona radiativa, zona convectiva, fotosfera, cromosfera e coroa. O professor explica os processos de fusão nuclear no

núcleo e o transporte de energia até a superfície solar, utilizando um vídeo¹ que ilustra o movimento da energia e os fenômenos solares.

As respostas do passo 3 são retomadas: o professor sintetiza as respostas dos alunos, destacando acertos, esclarecendo equívocos e comentando padrões recorrentes. Por exemplo, se um aluno apresentou dificuldade em diferenciar o núcleo da zona radiativa, o professor usa essa resposta como ponto de partida para explicar o conceito corretamente, relacionando-o com os conhecimentos prévios levantados no passo 2.

Além disso, durante a exposição, o professor pode promover pequenas pausas para perguntas ou reflexões rápidas, incentivando os alunos a comparar suas respostas com os conceitos científicos apresentados. Esse processo permite que os alunos percebam semelhanças e diferenças entre suas ideias e a ciência, reforçando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Tempo estimado: 50–60 minutos.

- 5. Aprofundamento conceitual: das camadas ao núcleo solar:** Nesta etapa, o professor apresenta o conteúdo de forma detalhada e progressiva, partindo do núcleo e avançando até a coroa solar. Será utilizado o Texto 3 (Apêndice C), que será impresso e também transposto para slides, facilitando a visualização. O material aborda especificamente as camadas do Sol, o processo de fusão nuclear e o transporte de energia, consolidando o que foi levantado nos passos anteriores e aprofundando a compreensão dos fenômenos físicos solares. A cada explicação, o professor propõe pequenas perguntas reflexivas distribuídas ao longo do texto, levando o estudante a relacionar o novo conteúdo aos seus conhecimentos prévios e favorecendo a diferenciação progressiva. Além disso, essas perguntas auxiliam o professor a verificar a compreensão dos alunos, permitindo identificar eventuais dúvidas e retomar os pontos necessários antes de prosseguir. Esse processo também estimula os alunos a construir imagens mentais sobre o funcionamento do Sol e a integrar as novas informações de forma mais significativa, preparando o terreno para a reconciliação integrativa que será realizada no passo seguinte.

Ao final desta etapa, os alunos terão assimilado de forma detalhada a estrutura do Sol, o transporte de energia e os principais fenômenos associados à sua atividade,

¹ Link do vídeo: <https://youtu.be/-PimH1TJWYc>.

relacionando-os com seus conhecimentos prévios por meio das perguntas reflexivas. É importante destacar que, no passo 6, essas informações serão complementadas com um modelo físico, imagens e vídeos, proporcionando um aprendizado visual que reforçará a compreensão conceitual adquirida nesta etapa e permitirá a aplicação prática dos conhecimentos em situações-problema mais complexas.

Tempo estimado: 50–60 minutos

- 6. Integração e aplicação do conhecimento:** Para finalizar a unidade, o professor retoma os conceitos mais relevantes sobre o Sol, desta vez de forma integradora, promovendo a reconciliação dos conhecimentos adquiridos nos passos anteriores. Serão utilizados imagens (Apêndice D), vídeos e, hipoteticamente, um modelo físico do Sol, construído para representar o núcleo, as zonas radiativa e convectiva, a fotosfera, a cromosfera e a coroa. O objetivo é permitir que os alunos visualizem de forma prática e concreta o transporte de energia, os movimentos convectivos e os fenômenos solares, como manchas, ejeções de massa coronal e ventos solares. Os alunos, organizados em grupos, podem interagir com o modelo e discutir situações-problema, aplicando os conceitos estudados de maneira mais concreta, reforçando a compreensão conceitual adquirida no passo anterior. Esta etapa promove a integração entre teoria e prática, consolidando o aprendizado de forma significativa.

Para aprofundar a compreensão e a aplicação dos conceitos, são apresentadas as seguintes situações-problema:

- a) Imagine que você é uma minúscula partícula de energia criada no núcleo do Sol. Sua missão é viajar até a superfície e escapar para o espaço como radiação solar. Quais obstáculos e mudanças você encontraria pelo caminho?
- b) Astrônomos notaram regiões escuras na superfície do Sol que aparecem e desaparecem periodicamente. Por que algumas áreas da fotosfera são mais frias e escuras do que outras?
- c) Uma forte ejeção de massa coronal foi registrada ontem. Relatos indicam que pessoas em regiões polares viram auroras intensas e alguns satélites apresentaram falhas temporárias. Como você explicaria isso para alguém que não sabe nada de Astronomia?

Após a resolução dessas situações, os grupos apresentam suas respostas e discutem com toda a turma, sempre com a mediação do professor, que ajuda a relacionar as ideias com os conceitos científicos corretos. Por fim, o professor promove uma visão do todo, integrando os conceitos estudados: núcleo, zonas radiativa e convectiva, fotosfera, cromosfera, coroa e os fenômenos solares associados. Esse fechamento permite aos alunos perceber como cada parte do Sol se relaciona com seu funcionamento global e com os efeitos observáveis na Terra, consolidando o aprendizado de forma significativa e duradoura.

Tempo estimado: 45–50 minutos

- 7. Avaliação da aprendizagem:** A avaliação da aprendizagem de caráter formativo será contínua, ocorrendo durante todo o desenvolvimento da UEPS, registrando evidências do aprendizado e compreensão dos alunos. O professor irá observar e registrar a participação ativa dos estudantes, se eles fizeram perguntas e contribuições nas discussões durante o processo de ensino e aprendizagem; se foram capazes de resolver as situações-problema propostas, aplicado conceitos do Sol, transporte de energia e fenômenos solares em atividades práticas e reflexivas; e a colaboração em trabalhos em grupo, bem como o respeito às contribuições dos colegas e capacidade de integrar conhecimentos na resolução das tarefas coletivas; por fim, se expressam suas ideias próprias em síntese ou resumo, demonstrando compreensão dos conceitos discutidos.

A avaliação somativa será no formato de prova escrita, aplicada após o sexto passo, de forma individual, para verificar a compreensão, interpretação e capacidade de aplicação dos conceitos aprendidos sobre o Sol. Os critérios de correção serão: compreensão correta dos conceitos; capacidade de relacionar diferentes informações aprendidas durante a UEPS; clareza na exposição das ideias e coerência nas respostas; e a demonstração de aplicação prática dos conceitos aprendidos.

A nota final do aluno será composta por 50% da avaliação formativa e 50% da avaliação somativa, dessa forma, a avaliação reflete tanto o aprendizado ao longo da sequência quanto a capacidade individual de compreensão e aplicação dos conceitos.

Parte 1 – Compreensão Conceitual

- a) Qual é a principal fonte de energia do Sol? Explique como ela é gerada.

- b) Desenhe e ordene corretamente as camadas do Sol, do núcleo à coroa.
- c) Por que conseguimos observar a fotosfera do Sol diretamente, enquanto a coroa solar, mesmo sendo muito mais quente, é menos visível e muito menos densa?
- d) A energia gerada no núcleo demora milhares de anos para chegar à superfície. Qual é o principal processo responsável por esse transporte na zona radiativa?

Parte 2 – Interpretação e Análise

- e) Observe o espectro solar e identifique os elementos mais abundantes no Sol e explique como as linhas de absorção ajudam a identificar esses elementos.
- f) As manchas solares aparecem e desaparecem periodicamente ao longo de aproximadamente 11 anos, caracterizando o ciclo solar. Explique como essas variações indicam mudanças na atividade solar e de que maneira elas podem afetar a Terra.
- g) Observam-se jatos de plasma, chamados espículas, atingindo a cromosfera do Sol. Explique a relação entre esses movimentos e o campo magnético solar.

Parte 3 – Aplicação de Conhecimentos

- h) Descreva detalhadamente o percurso da energia desde o núcleo até a fotosfera, explicando os processos físicos envolvidos em cada camada. Como você justificaria que a superfície do Sol é mais fria que o núcleo?
- i) Explique por que algumas regiões da fotosfera aparecem mais escuras que outras. Em seguida, descreva como a variação dessas manchas ao longo do tempo pode influenciar fenômenos na Terra, como auroras ou falhas em satélites.
- j) Proponha um experimento simples que ajude a visualizar o transporte de energia no Sol, justificando por que esse método ajuda na compreensão do fenômeno.

Tempo estimado: 45–50 minutos

- 8. Reflexão e fechamento:** O fechamento da UEPS é centrado na busca por indícios da aprendizagem significativa, ou seja, na capacidade dos alunos de compreender os conceitos estudados, explicá-los com suas próprias palavras e aplicá-los em diferentes situações-problema. O foco não está apenas no resultado final, mas em acompanhar o progresso ao longo da unidade, identificando se o estudante está

construindo significados e avançando em seu entendimento. O professor promove uma reflexão coletiva e individual, incentivando os alunos a revisitar os conceitos sobre a estrutura do Sol, os processos de fusão nuclear, o transporte de energia, os fenômenos solares e sua relação com a Terra. Os estudantes são convidados a discutir, compartilhar suas explicações e demonstrar como aplicariam o que aprenderam em situações novas.

Além disso, cada aluno realiza uma breve reflexão ou auto avaliação sobre seu próprio aprendizado, respondendo perguntas como: Quais conceitos sobre o Sol eu compreendi melhor? Quais dúvidas ainda permanecem e como posso resolvê-las? De que forma posso aplicar este conhecimento em outros contextos?

Essa etapa permite que os estudantes se tornem conscientes do próprio processo de aprendizagem, identifiquem dificuldades e reconheçam conquistas. O passo 8 reforça que a aprendizagem é gradual, ocorrendo por meio de pequenas conquistas ao longo do processo. A avaliação inclui observações contínuas, registro de participação, desempenho em atividades de aplicação e a capacidade de relacionar conhecimentos prévios com novos conceitos. Quando esses critérios são atendidos, é possível afirmar que a UEPS foi bem-sucedida, evidenciando uma compreensão sólida e significativa do conteúdo.

Tempo estimado: 20–25 minutos.

Quadro 1: Síntese de cada um dos passos.

Passo	Objetivo da Etapa	Estratégia Principal	Tempo
1. Situação Inicial	Apresentar o tema, ativar conhecimentos prévios declarativos e procedimentais, e introduzir o contexto histórico da Astronomia.	Distribuição do Texto Introdutório 1; leitura orientada; discussão inicial; apresentação do tema como organizador prévio.	20–25 min

<p>2. Problematização Inicial</p>	<p>Levantar concepções prévias e hipóteses iniciais dos alunos sobre estrutura e funcionamento do Sol.</p>	<p>Desenho esquemático do Sol no quadro (sem nomes); discussão coletiva guiada por perguntas abertas; registro das ideias no quadro.</p>	<p>25–30 min</p>
<p>3. Novas Problematizações</p>	<p>Aprofundar o levantamento das concepções dos alunos e identificar padrões de compreensão.</p>	<p>Respostas escritas individuais para questões orientadoras; entrega ao professor; síntese coletiva na aula seguinte.</p>	<p>40–45 min</p>
<p>4. Aprofundando o Conhecimento</p>	<p>Introduzir o conteúdo científico estruturado sobre o Sol, comparando hipóteses dos alunos com os conceitos aceitos.</p>	<p>Uso do Texto 2 impresso e em slides; análise das respostas do passo 3; vídeo sobre transporte de energia solar; comparação entre desenho inicial e imagens reais.</p>	<p>50–60 min</p>
<p>5. Aprofundamento Conceitual: das camadas ao núcleo</p>	<p>Compreender de forma detalhada as camadas do Sol, fusão nuclear e transporte de energia.</p>	<p>Leitura do Texto 3 em slides e impresso; perguntas reflexivas durante a explicação;</p>	<p>50–60 min</p>

		conexão dos novos conceitos aos conhecimentos prévios.	
6. Integração e Aplicação do Conhecimento	Promover reconciliação integrativa e aplicar os conceitos em situações-problema concretas.	Uso de imagens (Apêndice D), vídeos e modelo físico; resolução de situações-problema em grupos; discussão coletiva.	45–50 min
7. Avaliação da Aprendizagem	Verificar o desenvolvimento da aprendizagem significativa em aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais.	Avaliação formativa contínua durante toda a UEPS; avaliação somativa (prova escrita) com três partes: compreensão, interpretação e aplicação.	45–50 min
8. Reflexão e Fechamento	Identificar indícios de aprendizagem significativa e promover autorreflexão dos alunos.	Discussão final; síntese coletiva; auto avaliação escrita sobre compreensão, dificuldades e aplicações.	20–25 min

4.2 AVALIAÇÃO DA UEPS

A avaliação da UEPS foi realizada por meio de um questionário elaborado na escala Likert, contendo afirmações avaliativas a respeito de diferentes aspectos da proposta. O instrumento foi encaminhado a professores da Educação Básica e do Ensino Superior, que analisaram a UEPS e registraram suas percepções, podendo marcar o grau de concordância com cada afirmação e, ao final, adicionar comentários qualitativos.

No total, participaram da avaliação 9 professores, sendo 7 da Educação Básica e 2 do Ensino Superior. Dentre os professores da Educação Básica AV1, AV2, AV5 e AV9 possuem doutorado, AV4 é doutorando e AV7 é mestranda, sendo que AV1, AV2, AV4 e AV5 tem familiaridade com TAS, AV9 e AV2 tem vastos conhecimentos de astronomia, AV2, AV4 e AV5 são especialistas em UEPS e AV3, AV6 e AV8 possuem pós graduação e relativa familiaridade com TAS. As respostas permitiram identificar percepções convergentes sobre a clareza, coerência teórico-metodológica e aplicabilidade da proposta, além de sugestões de aprimoramento em alguns aspectos. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos em cada questão do questionário.

Questão 1. Relevância do tema

A abordagem do tema “O Sol” na UEPS contribui para a compreensão dos conceitos físicos relacionados à produção e ao transporte de energia, bem como para o desenvolvimento conceitual dos estudantes sobre fenômenos solares?

Tabela 1 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	9	100%
Concordo	0	0%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

Evidencia-se que todos os avaliadores concordaram plenamente com a afirmação, mostrando uma percepção unânime a respeito da relevância e adequação do tema “O Sol” no contexto do ensino de Física.

Esse retorno evidencia que os participantes consideraram o tema relevante e pertinente para o Ensino Médio, reforçando que a escolha do Sol como eixo da UEPS dialoga com

conteúdos essenciais de Física e com fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes. A percepção positiva sobre a relevância do tema indica que a proposta tem potencial para engajar os alunos, favorecendo o interesse e a contextualização do conhecimento, aspectos que contribuem para condições favoráveis à aprendizagem significativa. Além disso, o estudo do Sol desperta a curiosidade dos estudantes ao relacionar fenômenos astronômicos a conceitos físicos fundamentais, ampliando as possibilidades de abordagem interdisciplinar e contribuindo para uma compreensão mais integrada da energia.

Questão 2. Adequação conceitual

Os conteúdos selecionados na UEPS contemplam os conceitos essenciais necessários à compreensão do tema pelos estudantes e favorecem a aprendizagem significativa?

Tabela 2 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	4	44,4%
Concordo	5	55,6%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

Entre os participantes, a maioria concordou que os conteúdos abordados na UEPS são adequados para promover a compreensão do tema e favorecer a aprendizagem significativa.

Os comentários recebidos apontam aspectos positivos e sugestões construtivas para aprimorar a clareza conceitual da proposta. Um dos avaliadores (AV5) destacou a importância de explicitar, no Texto 2, a ordem de grandeza da massa e do raio do Sol em relação à Terra, além de sugerir que o Texto 3 incluía os impactos dos fenômenos solares em satélites e comunicações. Essa observação reforça a necessidade de articular melhor os conceitos teóricos com suas aplicações práticas, promovendo a retomada de ideias anteriores e fortalecendo a aprendizagem significativa.

Outro comentário (AV4) ressaltou que seria enriquecedor aprofundar a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), incluindo exemplos como painéis solares e usinas nucleares de fusão, o que poderia ampliar a visão crítica dos estudantes e favorecer uma aprendizagem mais contextualizada, em consonância com a literatura que destaca o potencial das UEPS articuladas à abordagem CTS (MORAES; GARCIA, 2025).

Além disso, um dos avaliadores (AV2) levantou a preocupação sobre o nível de pré-requisitos conceituais, mencionando que a abordagem do espectro eletromagnético pode exigir

mais tempo de exploração caso os estudantes ainda não dominem os conceitos de ondas eletromagnéticas. Essa avaliação se fez muito pertinente, pois os conhecimentos prévios desempenham um papel essencial na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000).

De modo geral, os avaliadores reconhecem que a UEPS apresenta conteúdos conceitualmente adequados, mas sugerem ajustes para garantir maior integração com o campo CTS e melhor alinhamento com o nível de conhecimento prévio dos estudantes, fortalecendo assim o potencial significativo da aprendizagem.

Questão 3. Organização pedagógica

A sequência e a estrutura das etapas da UEPS favorecem o desenvolvimento progressivo da aprendizagem dos conceitos relacionados à estrutura, composição e funcionamento do Sol entre os estudantes?

Tabela 3 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	7	77,8%
Concordo	2	22,2%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

Os avaliadores, em sua maioria, concordaram plenamente ou concordaram que a sequência e a estrutura das etapas da UEPS favorecem o desenvolvimento progressivo da aprendizagem.

Os comentários reforçam a percepção de que a UEPS está organizada de forma coerente e progressiva, relacionando os novos conhecimentos com os já existentes, o que possibilita ao estudante avançar de maneira gradual e significativa. Um dos avaliadores destacou que a proposta “*é organizada de uma maneira que relaciona os novos conhecimentos com os já existentes*” (AV5), além de retomar conceitos de forma mais detalhada e contextualizada, proporcionando atividades que incentivam a participação ativa do estudante. Essa característica é essencial para promover a aprendizagem significativa, conforme defende Ausubel (2000), ao afirmar que a construção de novos significados depende da integração dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva pré-existente do aprendiz. Além disso, segundo Moreira (2011), uma UEPS deve ser planejada de modo que os conteúdos sejam apresentados de forma sequencial e

progressiva, favorecendo tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integrativa, aspectos que contribuem para o desenvolvimento contínuo da compreensão conceitual.

O AV2 ressaltou que, por se tratar de um conteúdo abstrato, como o estudo do Sol, é essencial recorrer a comparações em menor escala para facilitar a compreensão dos fenômenos abordados.

Já o AV9 sugeriu o uso de imagens associadas aos textos, a fim de melhorar a visualização e a clareza de determinados conceitos, potencializando a aprendizagem e tornando a sequência mais acessível aos estudantes. No entanto, a ausência de imagens nesse passo específico foi uma escolha intencional da proposta, com o objetivo de estimular a imaginação e a capacidade dos alunos de representar mentalmente os fenômenos descritos, favorecendo a construção ativa do conhecimento antes da introdução de representações visuais.

De modo geral, os avaliadores reconheceram que a organização pedagógica da UEPS contribui para o desenvolvimento gradual e significativo da aprendizagem, ao mesmo tempo em que sugerem aprimoramentos pontuais, especialmente quanto à ampliação de recursos visuais e comparativos, que podem tornar o processo de ensino e aprendizagem ainda mais eficaz.

Questão 4. Tempo de execução das atividades

O tempo destinado para cada etapa e atividade da UEPS é adequado para que os estudantes desenvolvam os conhecimentos propostos de forma significativa?

Tabela 4 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	3	33,3%
Concordo	6	66,7%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

A maioria dos avaliadores concordou que o tempo destinado às etapas e atividades da UEPS é adequado para o desenvolvimento dos conhecimentos propostos. Apesar dessa ampla concordância, os comentários qualitativos revelam percepções complementares e apontam a necessidade de considerar a flexibilidade temporal conforme as especificidades das atividades e das turmas.

Um dos avaliadores destacou que “*o tempo de cada atividade está adequado*” (AV5), sugerindo que o cronograma proposto é compatível com o ritmo esperado dos estudantes e com o nível de complexidade das tarefas. No entanto, outros participantes apresentaram ressalvas importantes. Um deles observou que o tempo destinado à avaliação final pode ser insuficiente, uma vez que as questões exigem respostas descritivas, o que demanda maior tempo de reflexão e elaboração. Outro avaliador (AV2) apontou que, dependendo da profundidade com que se pretende abordar temas como ondas eletromagnéticas e espectroscopia, pode ser necessário ampliar o tempo previsto e diversificar as estratégias didáticas.

Além disso, ressaltou-se que o tempo pedagógico deve ser ajustado ao perfil das turmas, pois o nível de engajamento, a participação dos estudantes e o ritmo de aprendizagem variam significativamente entre os contextos escolares. Um dos comentários exemplifica essa preocupação ao afirmar que “*com a realidade de sala de aula pode ser um tempo muito pequeno, contudo depende do perfil de cada sala, sendo ela mais agitada ou participativa*” (AV8).

Essas observações reforçam a importância de compreender o tempo pedagógico como um elemento dinâmico e flexível, que deve ser constantemente adaptado às demandas do processo de ensino e aprendizagem. Tal perspectiva está de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo a qual a assimilação de novos conhecimentos requer tempo para que o estudante possa estabelecer relações substantivas entre o novo e o já conhecido (MOREIRA, 2011).

Questão 5. Carga horária total

Considerando a totalidade da UEPS, o tempo global planejado mostra-se adequado para favorecer uma aprendizagem efetiva e significativa por parte dos estudantes?

Tabela 5 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	4	44,4%
Concordo	5	55,6%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

De modo geral, os participantes consideraram que o tempo total planejado para a implementação da UEPS mostra-se adequado para favorecer a aprendizagem significativa. No

entanto, surgiram sugestões de ajustes e reflexões críticas quanto à aplicabilidade prática da proposta no contexto escolar.

Alguns avaliadores destacaram a importância de especificar de forma mais clara o tempo total da UEPS, indicando a carga horária em número de aulas — por exemplo, “7 aulas de 50 minutos” (AV5) —, tornando o planejamento mais visualizável e acessível ao professor da educação básica. Outros comentários sugerem reduzir a carga horária total, levando em conta a viabilidade de aplicação nas escolas e a necessidade de equilibrar o tempo dedicado à UEPS com o desenvolvimento de outros conteúdos curriculares.

Um dos avaliadores (AV4) apresentou uma reflexão particularmente relevante ao questionar a viabilidade da aplicação da UEPS em contextos reais da rede pública de ensino, considerando que, conforme os intervalos de tempo propostos, sua execução poderia demandar entre três e oito semanas, o que em algumas situações poderia comprometer o andamento de outros temas curriculares. Essa observação evidencia a tensão entre o tempo pedagógico ideal, necessário à aprendizagem significativa, e o tempo institucional real, limitado pelas exigências curriculares e pela carga horária disponível.

O avaliador (AV4) ressalta, entretanto, que a questão da carga horária não deve ser negligenciada, uma vez que a efetividade de propostas como a UEPS depende de sua exequibilidade em sala de aula. Contudo, destaca que esse aspecto não deve restringir a criação e a pesquisa em Ensino, mas sim funcionar como ponto de alerta e crítica à organização curricular, aos objetivos formativos e à qualidade do ensino.

Essas considerações ampliam o debate, levantando questões provocativas à comunidade educacional, como: “quanto tempo foi necessário para que você elaborasse essa abordagem? Quanto tempo, considerando apenas as horas-atividades, levaria para realizar a mesma tarefa?” (AV4). Tais indagações abrem espaço para reflexões sobre as condições de trabalho docente, a formação de professores e o tempo destinado à preparação das aulas no contexto escolar.

Assim, embora a carga horária extensa possa representar um desafio prático, ela também serve como instrumento de crítica e reflexão sobre os limites e potencialidades do sistema educacional, reforçando que o tempo pedagógico deve ser compreendido não como obstáculo, mas como elemento flexível e discutível no processo de construção de propostas inovadoras.

Questão 6. Atividades e estratégias de ensino

As estratégias didáticas, atividades e recursos apresentados são pertinentes e viáveis para

aplicação no Ensino Médio, segundo a sua experiência como professor(a) de Física?

Tabela 6 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	4	44,4%
Concordo	4	44,4%
Discordo	1	11,1%
Discordo plenamente	0	0%

A maioria dos avaliadores concordou total ou parcialmente que as estratégias didáticas, atividades e recursos apresentados na UEPS são pertinentes e viáveis para aplicação no Ensino Médio. Apenas um avaliador manifestou discordância.

Os comentários revelam que as estratégias propostas na UEPS foram bem recebidas pelos avaliadores, sendo consideradas coerentes com a realidade da sala de aula e como o ensino de Física. No entanto, foram levantadas observações pontuais sobre a forma de aplicação de determinadas atividades.

Um dos avaliadores (AV5) destacou dúvidas quanto à etapa diagnóstica (passo 3), questionando se as perguntas seriam respondidas sem consulta a materiais de apoio. Caso essa etapa tenha caráter diagnóstico, é esperado que muitos estudantes respondam “não sei”, o que deve ser considerado na interpretação dos resultados e na mediação docente.

Outro avaliador (AV2) sugeriu adaptações na leitura do Texto 1, recomendando que seja realizada de forma coletiva — em voz alta para toda a turma ou em grupos —, pois a leitura individual poderia reduzir a concentração e o envolvimento dos alunos.

Essas observações reforçam a importância de planejar estratégias que garantam participação ativa e mediação adequada, assegurando que os estudantes compreendam os textos e se engajem nas discussões. De modo geral, os avaliadores reconheceram a pertinência e a viabilidade das atividades, mas destacaram a necessidade de ajustes metodológicos para potencializar a aprendizagem significativa.

Questão 7. Avaliação da aprendizagem

Os instrumentos de avaliação propostos (formativa e somativa) permitem identificar se os estudantes realmente compreenderam e aplicaram os conceitos estudados?

Tabela 7 - Distribuição das respostas

	Quantidade	Porcentagem
Concordo plenamente	4	44,4%
Concordo	5	55,6%
Discordo	0	0%
Discordo plenamente	0	0%

A maioria dos avaliadores concordou que os instrumentos de avaliação propostos são adequados para identificar se os estudantes compreenderam e aplicaram os conceitos estudados.

Os comentários reforçam que a combinação entre avaliação formativa e somativa contribui para uma análise mais ampla da aprendizagem, pois permite acompanhar tanto o progresso processual dos estudantes quanto seus resultados finais. Um dos avaliadores destacou que essa junção “*permite avaliar não apenas os conhecimentos escritos, mas também a participação e a evolução ao longo de todo o processo*” (AV5), evidenciando a importância de instrumentos que considerem o desenvolvimento contínuo do estudante ao longo da proposta.

Outro avaliador (AV4) sugeriu a inclusão dos mapas conceituais como instrumento avaliativo, por estarem alinhados aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000) e por possibilitarem diferentes formas de utilização — individual ou coletiva —, promovendo a reorganização e integração dos conceitos aprendidos. No entanto, ressalta-se que o uso desse recurso demandaria um tempo adicional de ensino, especialmente se os estudantes não estiverem familiarizados com a técnica, o que poderia impactar o cronograma da UEPS.

Um terceiro avaliador (AV8) apontou a necessidade de atenção na elaboração das questões abertas, especialmente quanto à forma de aplicação. O comentário enfatiza que, se essas questões forem resolvidas sem consulta a recursos externos (como internet ou inteligência artificial), poderão favorecer a aprendizagem significativa; contudo, há o risco de desinteresse caso o estudante não perceba relevância prática na atividade.

De modo geral, os avaliadores reconhecem que os instrumentos de avaliação estão bem estruturados, permitindo identificar avanços cognitivos e atitudinais. As sugestões apresentadas apontam para aprimoramentos pontuais, como a diversificação dos recursos avaliativos e a adequação do tempo destinado a essas etapas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa e o engajamento dos estudantes.

Questão 8. Sugestões e observações gerais

Apresente seus comentários sobre os pontos fortes e as possíveis melhorias da UEPS,

considerando aspectos como clareza, aplicabilidade, relevância do tema e coerência teórico-metodológica.

De modo geral, os avaliadores reconheceram a relevância, clareza e coerência teórico-metodológica da UEPS, destacando-a como uma proposta inovadora e bem estruturada. O tema central — o Sol e seus fenômenos — foi amplamente elogiado por despertar a curiosidade dos estudantes e favorecer o estabelecimento de relações entre a Física e o cotidiano. Um dos avaliadores enfatizou que o conteúdo é “*diferenciado e muito relevante*” (AV5), destacando seu potencial em promover uma aprendizagem significativa a partir de situações concretas e de interesse dos alunos.

Entre os pontos fortes, ressaltam-se:

- A coerência entre teoria e metodologia, demonstrando domínio da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, além da pertinência dos conteúdos abordados (AV1, AV4, AV5 e AV7);
- A riqueza conceitual e interdisciplinaridade do material (AV7 e AV9);
- A clareza, organização e aplicabilidade prática das atividades, que tornam a proposta viável no Ensino Médio (AV1 e AV3).

Alguns avaliadores (AV6 e AV9) destacaram a importância de aprimorar a apresentação visual da UEPS, sugerindo o uso de slides em substituição à impressão dos textos e a inserção de imagens explicativas, principalmente nos trechos sobre fusão nuclear, espectroscopia e camadas solares, a fim de tornar os conceitos mais acessíveis e intuitivos.

Entre as sugestões de melhoria, sobressaíram observações voltadas à precisão conceitual e à ampliação dos recursos didáticos. Um avaliador (AV9) destacou a necessidade de correções pontuais, como a padronização de unidades de medida ao longo do texto, a revisão de equações, incluindo a adequada indicação de constantes e a obrigatoriedade de enunciar e legendar as figuras com eixos padronizados em português. Também ressaltou problemas conceituais referentes à descrição dos processos de absorção e emissão de fótons no Sol, recomendando a correção de trechos que tratam indevidamente os átomos como neutros, sem considerar que a matéria solar encontra-se predominantemente ionizada no estado de plasma. Nesse mesmo sentido, o avaliador sugeriu esclarecer no texto o significado físico desse estado, bem como incluir uma representação esquemática da fusão nuclear, de modo a favorecer a compreensão dos fenômenos abordados.

Outro avaliador (AV4) sugere inserir atividades criativas e exploratórias, como simulações computacionais, representações gráficas e situações-problema baseadas em variações hipotéticas do sistema solar, por exemplo: “*muda-se o tamanho do Sol, seus*

elementos, a distância da Terra, coloca-se dois ‘Sois’ em nosso sistema... Essa sugestão vai ao encontro da aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos em outros contextos”. Essas propostas buscam ampliar a aplicabilidade dos conceitos aprendidos, estimulando a aprendizagem significativa e o pensamento crítico.

Um avaliador (AV8) também destacou que o trabalho com o espectro solar pode despertar forte curiosidade nos alunos, citando sua própria experiência em que os estudantes construíram um espectrógrafo simples utilizando um CD, o que gerou grande engajamento. Essa proposta reforça o caráter exploratório da UEPS e evidencia a possibilidade de utilizar atividades práticas de baixo custo e alto potencial formativo. Por meio da construção de instrumentos de observação e da análise de espectros solares, os estudantes não apenas visualizam os fenômenos, mas também aplicam os conceitos físicos em contextos concretos, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de uma postura investigativa.

Outro avaliador (AV2) sugeriu aprimorar o texto introdutório da proposta, indicando a substituição do parágrafo que aborda o calendário histórico por uma abordagem que destaque o avanço científico proporcionado pela espectroscopia. O avaliador ressaltou que esse ponto poderia ser explorado a partir das contribuições de Joseph von Fraunhofer e de Cecilia Payne, que, em 1925, demonstrou que o Sol é composto majoritariamente por hidrogênio e hélio. Essa inserção permitiria uma transição mais fluida entre o contexto histórico e o científico, fortalecendo a coerência da narrativa e conduzindo de forma mais natural ao tema central da unidade.

Também foi observada a viabilidade prática da aplicação: embora o material seja considerado aplicável, alguns avaliadores ressaltaram a necessidade de ajustes no tempo total da UEPS, adequando-o às condições reais da escola pública e ao ritmo de aprendizagem das turmas.

De maneira geral, os pareceres convergem na avaliação de que a UEPS constitui um material didático consistente, relevante e potencialmente significativo, capaz de promover o interesse dos alunos e favorecer a compreensão conceitual da Física Solar. As sugestões apresentadas indicam caminhos para o aperfeiçoamento da clareza conceitual, da integração visual e da aplicabilidade prática, sem comprometer a coerência teórica que fundamenta a proposta.

5 CONCLUSÃO

A análise da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o estudo do Sol revelou que a proposta apresenta coerência teórico-metodológica e potencial para favorecer a aprendizagem significativa no Ensino Médio. Sua estrutura, evidencia os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, fundamentais na Teoria da Aprendizagem Significativa. As etapas da UEPS promovem a retomada dos conhecimentos prévios, a contextualização dos novos conceitos e a integração entre teoria e prática, possibilitando que o estudante avance gradualmente na construção de significados.

Os avaliadores destacaram a clareza, relevância e aplicabilidade do tema, enfatizando que a abordagem desperta curiosidade e engajamento dos alunos, especialmente por relacionar fenômenos solares e astronômicos a situações cotidianas. Essa característica aproxima a Física do contexto do estudante, tornando o processo de ensino mais significativo e alinhado às diretrizes da BNCC, que propõe o desenvolvimento de competências científicas, analíticas e críticas. Entre os pontos fortes, foram ressaltados o encadeamento lógico das etapas, a diversidade de estratégias didáticas e o uso de recursos variados, como experimentos, simulações e discussões orientadas, que incentivam a participação ativa dos estudantes.

Em relação à organização e ao tempo destinado às atividades, a maioria dos avaliadores considerou a carga horária adequada e compatível com o ritmo esperado em sala de aula. Entretanto, surgiram observações relevantes sobre a necessidade de ajustar o tempo conforme o perfil das turmas e a complexidade dos conceitos abordados — especialmente no caso de conteúdos que exigem maior aprofundamento, como espectroscopia e ondas eletromagnéticas. Uma das análises mais significativas apontou que, embora a aplicação completa da UEPS possa demandar entre três e oito semanas, essa duração não deve ser vista como limitação, mas como um ponto de reflexão crítica sobre a organização curricular, as condições reais de trabalho docente e o tempo destinado à inovação pedagógica nas escolas.

No que se refere às atividades e estratégias de ensino, as respostas indicaram que as metodologias propostas são pertinentes e viáveis, com sugestões pontuais de aprimoramento, como promover leituras coletivas dos textos, diversificar momentos de socialização das ideias e estimular a criatividade dos estudantes por meio de produções escritas, representações visuais e simulações digitais. Tais estratégias reforçam o caráter ativo e participativo da aprendizagem, aspecto essencial para a formação de significados.

Quanto aos instrumentos de avaliação, observou-se que a combinação entre avaliação formativa e somativa é adequada para acompanhar a evolução dos estudantes, pois permite

analisar tanto o desenvolvimento conceitual quanto o engajamento ao longo do processo. Sugestões de aprimoramento incluíram a utilização de mapas conceituais como recurso avaliativo, em consonância com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, uma vez que favorecem a representação hierárquica e a integração dos conceitos.

Além disso, os avaliadores ofereceram contribuições valiosas de caráter conceitual e metodológico, como ajustes em formulações de perguntas, revisão de termos técnicos e inclusão de figuras explicativas, especialmente sobre fusão nuclear e estado de plasma, com o intuito de aprimorar a clareza e a precisão científica do material. Também foram feitas recomendações de ordem prática, como a adaptação de alguns recursos para formatos digitais (slides e simuladores), de modo a ampliar a viabilidade de aplicação em contextos reais da rede pública.

De modo geral, os resultados evidenciam que a UEPS tem um potencial para promover uma aprendizagem significativa, estabelecendo conexões entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conceitos de energia e astronomia. Ainda que alguns ajustes sejam necessários para aprimorar sua aplicabilidade e adequação à realidade escolar, as análises indicam que a UEPS pode contribuir para a formação de estudantes mais autônomos, curiosos e capazes de interpretar o mundo físico de maneira contextualizada.

Diante das análises realizadas, conclui-se que o objetivo geral deste trabalho foi alcançado, ao identificar as potencialidades e as delimitações de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o estudo do Sol, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e avaliada por especialistas. Os objetivos específicos também foram contemplados, uma vez que a UEPS foi elaborada e analisada quanto à sua relevância temática, adequação conceitual, organização pedagógica e viabilidade de aplicação, permitindo mapear seus pontos fortes, sistematizar suas limitações e propor diretrizes para o aprimoramento da proposta. Assim, o estudo evidencia a UEPS como uma estratégia pedagógica promissora para o ensino de Física no Ensino Médio e reforça a necessidade de refletir sobre o papel da mediação docente e das condições institucionais para a efetivação de práticas inovadoras e significativas.

6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. C. **Astrofísica para iniciantes**. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- AUSUBEL, D. P.; TEODORO, V. D.; TEOPISTO, L. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo Editora, 2000. Disponível em: https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em: 16 out. 2025.
- ALMEIDA, P. A. D.; GREGORIO-HETEM, J. **Aspectos do Sol observados em diferentes faixas espectrais**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, 2022.
- BRAGA, J.; VILLELA, T. **Astrofísica geral**. São Paulo: Edusp, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 23 out. 2025.
- AVENI, Anthony F. **Skywatchers of Ancient Mexico**. Austin: University of Texas Press, 2001.
- CATUNDA, Tomaz. **Verificação experimental das leis da ótica e suas aplicações, com ênfase nos temas relacionados ao curso de Química. Laboratório de Física Geral IV**. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, 2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1783385/mod_resource/content/4/Pr%C3%A1tica%206%20Espectroscopia%20%C3%93ptica.pdf. Acesso em: 14 maio 2024.
- DAMASCENO, H.; BASSINI, A. **O Espectro Eletromagnético**. Disponível em: <https://www.parquecientec.usp.br/passeio-virtual/tudo-sao-ondas/o-espectro-eletromagnetico>. Acesso em: 14 maio 2024.
- EISBERG, R. R.; RESNICK, R. **Física Quântica - Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. 1. ed. [s.l.]: GEN LTC, 1979.
- ESPECTRO DE FRAUNHOFER. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_de_Fraunhofer. Acesso em: 14 maio 2024.
- ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO: princípios básicos. [S.l.: s.n.], 3.1. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4432/4432_4.PDF. Acesso em: 14 maio 2024.
- GREGORIO-HETEM, J.; PEREIRA, V. J. **Observatórios Virtuais - Fundamentos de Astronomia**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/>. Acesso em: 14 maio 2024.

KIKUCHI, L. A. **O ensino da Física do Plasma e a formação de professores**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

KOESTLER, Arthur. **O Sonho de Galileu: História do Pensamento Científico**. Rio de Janeiro: Record, 1991.

LEITE, D. de O.; PRADO, R. J. **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio (Infrared spectroscopy: a presentation for high school students)**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 2504, 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br>. Acesso em: 14 maio 2024.

MARTINS, R. DE A.; SILVA, C. C. **As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, p. 4202–14202–32, dez. 2015.

MILONE, A. C. et al. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. São José dos Campos: INPE, 2003.

MILONE, A. C. et al. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. São José dos Campos: INPE, 2018.

MORAES, L.; GARCIA, I. K. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): Identificando tendências e possibilidades das publicações que tratam sobre UEPS e abordagem CTSA na área de Ciências da Natureza**. Educação, p. e85/1-27, 2025.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982. Disponível em: <https://feapsico2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/moreira-masini-aprendizagem-significativa-a-teoria-de-david-ausubel.pdf>. Acesso em: 09 set. 2025.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Subsídios: teorias da aprendizagem**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2009 (1. ed.), 2016 (2. ed. revisada).

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS [Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU]**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2011. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br>. Acesso em: 09 out. 2025.

NASA. **Sol: fatos. Ciência da NASA**. Disponível em: <https://science.nasa.gov/sun/facts/>. Acesso em: 15 maio 2024.

NASA. **Nasa divulga gigantesca proeminência na superfície solar. Apolo11**. Disponível em: https://www.apolo11.com/noticias.php?t=Nasa_divulga_gigantesca_proeminencia_na_superficie_solar&id=20100422-090532. Acesso em: 15 maio 2024.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4: Óptica, Relatividade, Física Quântica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **O Sol**. Instituto de Física, UFRGS. Modificada em 17 maio 2007. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/explorsol.htm>. Acesso em: 15 maio 2024.

OSTERMAN, F.; BORGES, O. **Física do universo**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011. Disponível em: https://www.ufrgs.br/sead/wp-content/uploads/2021/10/Teorias_de_Aprendizagem.pdf. Acesso em: 09 set. 2025.

PEREIRA, V. **A ESTRELA SOL: PARTE I 4**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo01/estrelas_PLC0006/Estrelas_top04.pdf. Acesso em: 14 maio 2024.

RENSHAW, P. **Calendars and the Organization of Time**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

RODRIGUES, W. **Composição e decomposição da luz**. Viçosa, março de 2014. Disponível em: <https://meu-cosmos.blogspot.com/2015/01/composicao-e-decomposicao-da-luz.html>. Acesso em: 28 outubro. 2025.

SALICIO, C. U.; CASTRO, P. A. A. de. **O Espectro eletromagnético e as interações de cada faixa espectral com a matéria**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=957513>. Acesso em: 14 maio 2024.

SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S.; MULLER, A. M. M. **Astronomia e astrofísica para EAD**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~fatima/faad.htm>. Acesso em: 15 maio 2024.

SILVA, A. V. R. da. **Nossa Estrela O Sol**. [s.l.]: Editora Livraria da Física, 2006.

SOL. Disponível em: <http://200.144.244.96/cda/cursos/2016/evolucao-estelar/1-aula-O-Sol/Sol.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

WIKIPEDIA. **Espectro (física)**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_%28f%C3%ADsica%29. Acesso em: 14 maio 2024.

APÊNDICE A – Os primórdios da Astronomia

TEXTO 1 (TRANSIÇÃO DO PASSO 1 PARA O PASSO 2)

Desde os primeiros registros da humanidade, a observação do céu desempenhou um papel essencial na organização da vida social e econômica. Por meio dos movimentos cíclicos dos astros, as primeiras civilizações puderam prever as estações do ano, organizar o plantio e a colheita e estabelecer formas de medir o tempo, demonstrando a importância prática da Astronomia desde seus primórdios (AVENI, 2001).

Além de sua função prática, o estudo dos astros despertou o encantamento humano. Diversas culturas criaram mitos e lendas para explicar a origem do Sol, da Lua e das estrelas, refletindo a influência simbólica e cultural da Astronomia (AVENI, 2001).

Entre os povos originários do Brasil, por exemplo, há narrativas que relacionam a criação do Sol, da Lua e da Terra à ação de entidades divinas, enquanto outras tradições, como a hindu, incorporaram observações astronômicas em suas concepções de tempo cíclico e cosmologia (AVENI, 2001).

A Astronomia antiga também teve papel prático em atividades como a navegação marítima. Instrumentos como o astrolábio permitem determinar a posição das estrelas em relação ao horizonte, auxiliando os navegadores a se orientarem e calcular a latitude durante as viagens (BRITANNICA, 2025).

Com o desenvolvimento científico, surgiram novos modelos do universo, como o heliocêntrico, que colocava o Sol no centro do sistema solar, proposto por Copérnico e apoiado pelas observações de Galileu Galilei. Essa mudança de paradigma transformou a Astronomia, consolidando suas bases científicas e influenciando profundamente a história do conhecimento humano (KOESTLER, 1991).

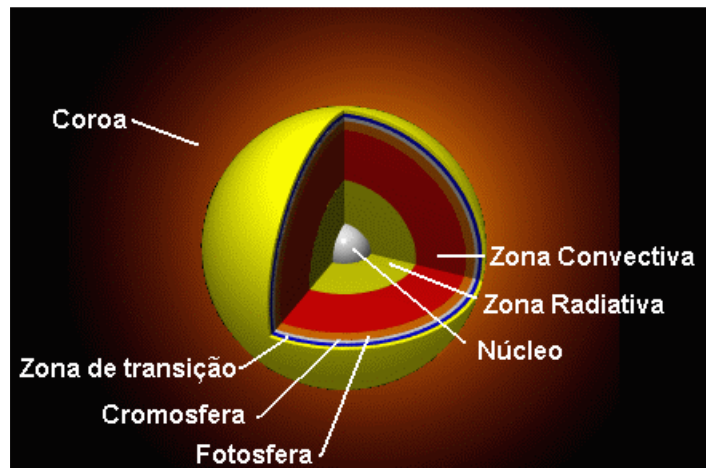
Por fim, a necessidade de medir e organizar o tempo impulsionou a criação de calendários, muitos deles baseados em observações astronômicas. O Calendário Gregoriano, ainda em uso atualmente, foi desenvolvido para corrigir imprecisões do calendário Juliano e organizar o ano solar, refletindo a influência duradoura da Astronomia na vida cotidiana e na cultura humana (RENSHAW, 1998).

APÊNDICE B – Estrutura do Sol

TEXTO 2

De acordo com o INPE (2018, p. 4-14 e 4-15), a estrutura do Sol é composta pelo interior e pela atmosfera solar. Em seu interior, encontram-se o núcleo, onde ocorrem as reações nucleares que geram sua energia por meio da fusão nuclear, a zona radiativa, que transporta energia gerada no núcleo por meio da radiação e a zona convectiva, que transporta a energia para as camadas mais externas do Sol por meio de convecção. Na atmosfera solar, que é a parte externa do Sol, encontra-se a fotosfera, que é a camada visível onde a luz solar é emitida, acima dela vem a cromosfera, uma camada mais tênue e quente, e depois a coroa, a camada mais externa e mais quente do Sol, que se estende por milhões de quilômetros no espaço (INPE, 2018, p. 4-20). Cada parte dessa estrutura será esmiuçada a seguir:

Figura 1 – Esquema da estrutura solar



Fonte: Hetem e Pereira (2010).

Princípios físicos e características do Sol

O Sol, uma estrela anã amarela da sequência principal, classificada como tipo G2 V, situada no coração do sistema solar, servindo como a principal fonte de energia que sustenta toda a vida e a dinâmica dentro dele. Com cerca de 4,6 bilhões de anos, o Sol é a estrela mais próxima da Terra, situada a uma distância de aproximadamente 150 milhões de quilômetros do planeta conforme dados da NASA.

Segundo a NASA, a massa solar atinge os impressionantes $1,9891 \times 10^{30} kg$, representando aproximadamente 99,8% da massa de todo sistema solar. Essa imensa quantidade de massa resulta em uma gravidade na superfície do Sol que é cerca de 30 vezes maior do que a gravidade na superfície da Terra. O diâmetro solar se estende por cerca de 1,4 milhões de quilômetros, enquanto seu raio equatorial se aproxima de 700.000 km. O período de rotação solar varia com a latitude, na linha do equador solar, onde a rotação é mais rápida, a velocidade tangencial pode chegar a 720.000 km/h, de modo que em seus polos, a rotação é mais lenta.

Outra característica solar fundamental é a sua luminosidade, que corresponde à quantidade total de energia que ele emite por unidade de tempo, na forma de ondas eletromagnéticas, incluindo o infravermelho, a luz visível e outras regiões de espectro. Esse valor conhecido é em torno de $3,845 \times 10^{26} W$ e pode ser determinado medindo-se o fluxo de energia emitido pelo Sol, por meio de instrumentos astronômicos terrestres, de acordo com a lei do inverso do quadrado da distância:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Em que F é o fluxo total, L a luminosidade e d é a distância entre o Sol e a Terra (SILVA, 2006, p. 20 e 21).

A temperatura superficial efetiva do Sol, é por volta de 5800K e pode ser calculada de diferentes maneiras. Uma das formas é a partir da luminosidade, usando a Lei de Stefan-Boltzmann, em que, de acordo com Silva (2006, p. 22):

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

De modo que R é o raio do Sol, e σ é a constante de Stefan-Boltzmann equivale à $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$.

Outra forma possível de calcular a temperatura da superfície solar é por meio da Lei de Wien, relacionando o comprimento de onda do pico de emissão solar com a sua temperatura, de modo que:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{b}{T}$$

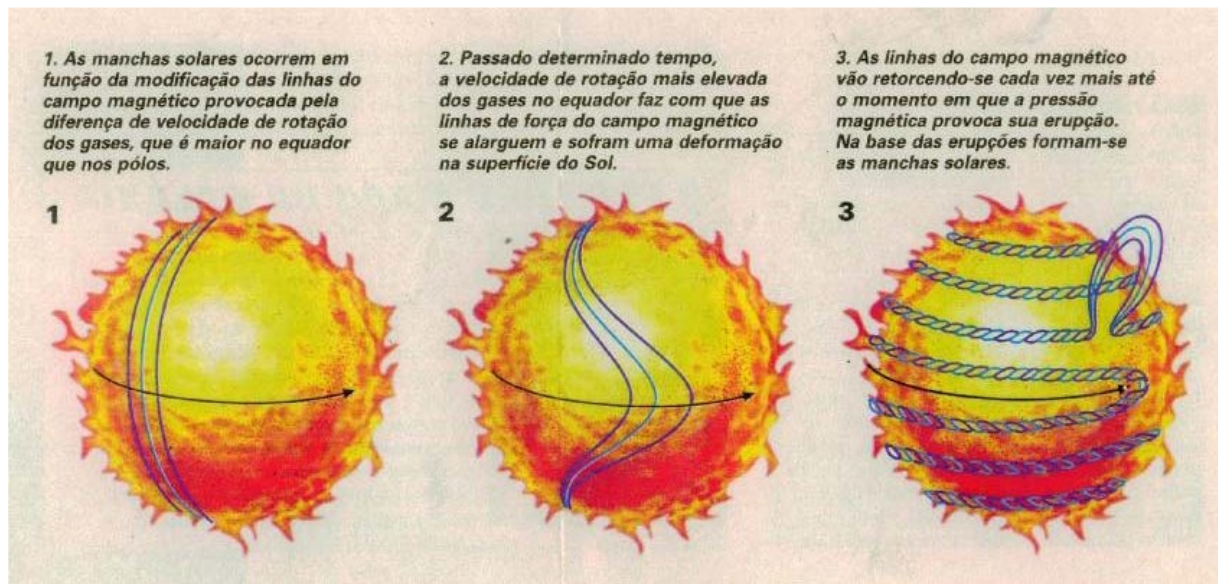
Assim, $\lambda_{m\acute{a}x}$ pode ser determinado observando o espectro de emissão solar, através de instrumentos óticos, b é a constante de Wien, em que $b = 2,89 \times 10^{-3} mK$ e T é a temperatura do Sol (EISBERG; RESNICK, 1979, p. 22).

O Sol encontra-se em um estado de matéria denominado plasma, que ocorre quando as temperaturas são tão elevadas que os átomos perdem seus elétrons. Nesse contexto, a matéria solar está fortemente ionizada, ou seja, composta por íons (núcleos atômicos positivos) e

elétrons livres que não permanecem ligados aos átomos. Esse conjunto de partículas carregadas caracteriza o plasma e explica muitos fenômenos solares, como a interação intensa com campos magnéticos. Assim, o estado ionizado é a condição que dá origem ao plasma presente no Sol (NUSSENZVEIG, 2006).

Em conformidade com o INPE (2003, p. 4-20), durante o ciclo de atividade solar, o campo magnético do Sol passa por mudanças complexas. No início do ciclo, o campo é bipolar e alinhado com os polos heliográficos. À medida que o Sol gira mais rápido no equador do que nos polos, o campo é arrastado e distorcido em direção ao equador. Isso leva à emergência de arcos magnéticos da superfície em direção à cromosfera e à coroa solar. Após cerca de 11 anos, o ciclo se repete, com o campo invertendo seu sentido a cada ciclo completo de cerca de 22 anos. As regiões ativas, como as manchas solares, têm campos magnéticos que se estendem para a atmosfera solar, assumindo formas complexas de arcos magnéticos com polaridades opostas. Essa complexidade na configuração do campo magnético é resultado da interação de vários arcos de diferentes tamanhos e dinâmicas.

Figura 2 – Mudança no campo magnético do Sol ao longo de um ciclo de atividade



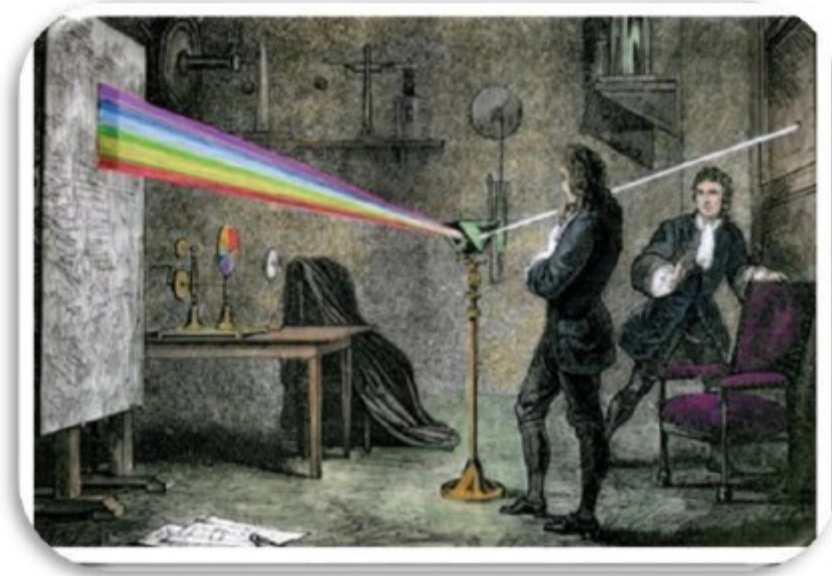
Fonte: INPE (2003).

Espectroscopia Astronômica, Espectro Sol e Composição Química do Sol

Em 1666, o físico inglês Isaac Newton realizou um experimento simples, que se tornaria uma das descobertas mais significativas na história da ciência. Em seu experimento, Newton

fez incidir um feixe de luz branca, proveniente do Sol, por um prisma de vidro, descobrindo que a luz se decompunha em um feixe de cores, as cores do espectro visível (MARTINS; SILVA, 2015, p. 4202-15).

Figura 3 – Experimento de Newton sobre a decomposição da luz branca

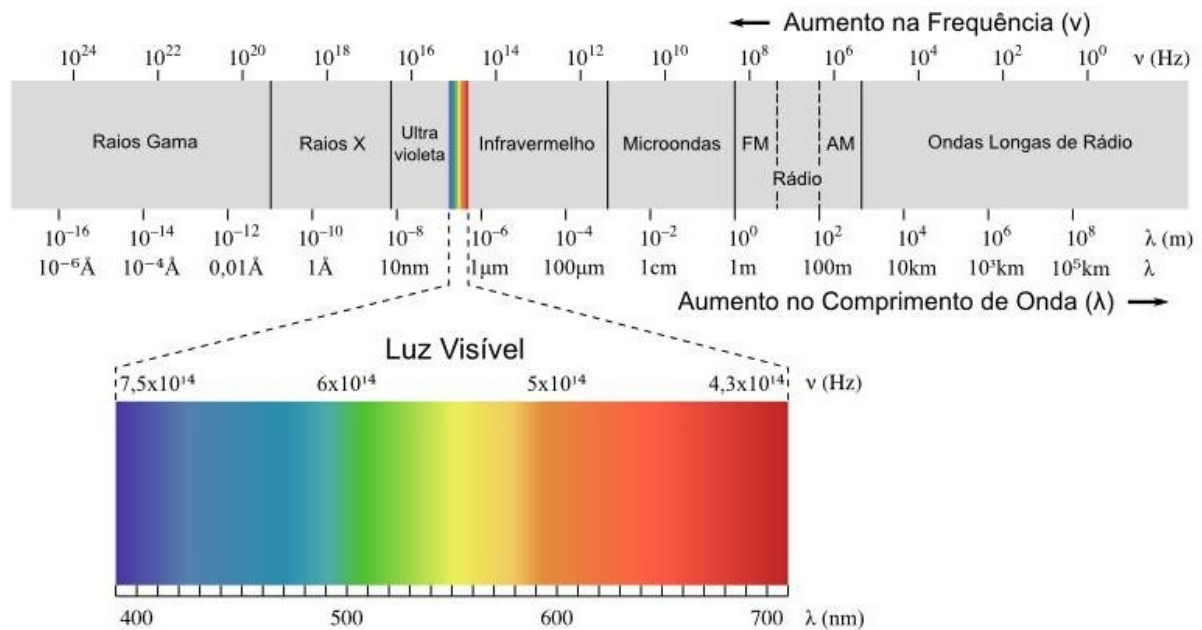


Fonte: Cosmos (2015).

Após a descoberta de Isaac Newton sobre a decomposição da luz branca em um espectro de cores visíveis, os cientistas começaram a investigar mais profundamente os padrões espectrais emitidos por diferentes fontes de luz. Concluindo que, de acordo com Saraiva, Oliveira Filho e Muller (s.d., p.13) corpos opacos quentes emitem radiação em todos os comprimentos de onda, gerando então o espectro contínuo.

Em conformidade com Damasceno e Bassini (2021), o espectro eletromagnético compreende todas as radiações eletromagnéticas conhecidas, que vão desde as ondas de rádio, com as mais baixas frequências, passando pelos micro-ondas, infravermelho, ultravioleta, raios-X, até os raios gama, que possuem as maiores frequências. A figura a seguir oferece uma representação do espectro, destacando as frequências e comprimentos de onda associados a cada tipo de radiação, além de apresentar o espectro contínuo na faixa do visível:

Figura 4 – Espectro eletromagnético



Fonte: Damasceno e Bassini (2021).

De acordo com Leite e Prado (2012, p. 2504-2), a frequência (f) e o comprimento de onda (λ) estão relacionados por meio da velocidade da luz no vácuo (c), de forma que à medida que o comprimento de onda aumenta, a frequência diminui e vice-versa, expressa matematicamente como:

$$c = \lambda f$$

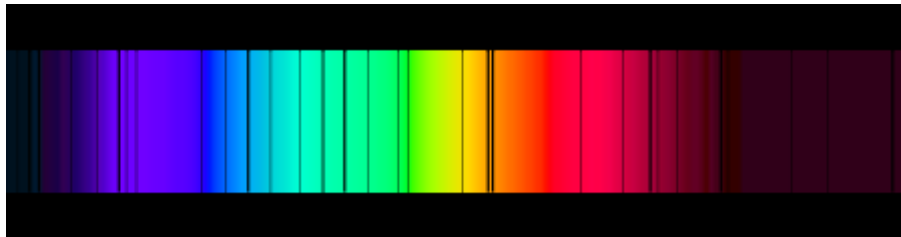
Em que a frequência é a medida da rapidez com que as ondas oscilam para cima e para baixo e o comprimento de onda é a distância entre dois picos consecutivos ou duas depressões consecutivas de uma onda (DAMASCENO; BASSINI, 2021).

Em concordância com Saraiva, Oliveira Filho e Muller (2022), o avanço das descobertas e o anseio dos cientistas por compreenderem melhor a natureza da luz de maneira mais detalhada, levou, em 1802, William Hyde Wollaston, a descobrir algumas linhas escuras ao observar o espectro de luz solar. Por volta de 20 anos depois, o construtor de instrumentos óticos, Joseph von Fraunhofer, observa, independentemente, as mesmas linhas escuras, chamando-as de "linhas de Fraunhofer".

Essas linhas escuras observadas são chamadas de espectro de absorção, e ocorre quando a luz atravessa uma substância e alguns dos seus comprimentos de onda são absorvidos por tal substância, enquanto outros são transmitidos ou refletidos. De forma que, cada substância possui um padrão único de absorção, determinado pela sua composição química e estrutura

molecular, assim, é possível identificar os elementos químicos presentes nos corpos celestes que apresentam essas linhas de absorção (LEITE; PRADO, 2012, p. 2504-4). Após seus estudos, Saraiva, Oliveira Filho e Muller (s.d., p.3) destacam que Fraunhofer catalogou cuidadosamente mais de 574 destas linhas, nomeando-as de A à K, sendo maiúsculas as linhas mais fortes e minúsculas as linhas mais fracas, os comprimentos de onda abaixo estão em nanômetros, de acordo com a figura:

Figura 5 – Espectro solar com as linhas de Fraunhofer



Fonte: Wikipédia (2023).

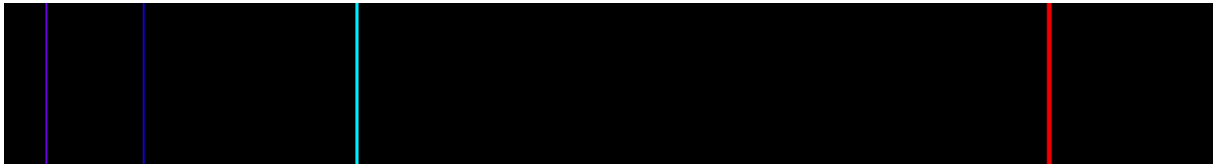
As linhas escuras mostradas na figura acima correspondem à absorção de luz pelos elementos químicos presentes na atmosfera solar, onde, em conformidade com (Sol, s.d., p. 6), os mais abundantes são: hidrogênio (74,9%) e hélio (23,8%), oxigênio (1%), carbono (0,3%), ferro (0,2%), neônio (0,2%), com percentagens aproximadas. Além disso, de acordo com Pereira (s.d., p. 48), também apresenta: nitrogênio, silício, magnésio e enxofre, além de elementos menos abundantes como: alumínio, sódio, potássio, fósforo e cálcio.

De acordo com o espectro de emissão da figura acima, cada letra corresponde a um elemento químico específico, que mais tarde foram descobertos por Gustav Robert Kirchhoff. Ao produzir linhas espectrais em laboratório, Kirchhoff, com o auxílio de Robert Wilhelm Bunsen, o criador do “bico de Bunsen”, observam que quando um gás quente é excitado, ele emite luz em comprimentos de onda específicos, produzindo um padrão característico de linhas brilhantes no espectro. Cada elemento químico produzia linhas diferentes, como uma “impressão digital”, conhecidas como espectro de emissão (IFSC, s.d., p. 90).

Quando uma substância é excitada, seus átomos absorvem energia e passam para níveis de energia mais elevados. Ao retornarem para seus níveis de energia originais, os átomos emitem energia na forma de fótons de luz. Cada elemento químico tem um conjunto único de níveis de energia e, portanto, emite radiação em comprimentos de onda específicos, resultando em um padrão característico de linhas espectrais no espectro de emissão (GREGORIO-

HETEM; PEREIRA, s.d., p. 59). A figura a seguir representa um espectro de emissão do hidrogênio, que é o elemento mais abundante presente no Sol:

Figura 6 – Espectro de Emissão do hidrogênio



Fonte: Wikipédia (2024).

Com isso, Kirchhoff identificou os elementos químicos listados na tabela abaixo:

Figura 7 – Tabela dos elementos químicos

<u>Linha</u>	$\lambda(\text{Å})$	Elemento	<u>Cor</u>
A	7594	oxigênio	Vermelho
B	6867	oxigênio	
C	6563	hidrogênio, <i>Hα</i>	
D1	5896	sódio	Amarelo
D2	5890	sódio	
D3	5876	hélio	
E	5270	ferro e cálcio	
b1	5184	magnésio	
F	4861	hidrogênio, <i>Hβ</i>	Verde
G	4308	ferro (e cálcio)	Azul
H	3968	cálcio	
K	3934	cálcio	Violeta

Fonte: Saraiva, Oliveira Filho e Muller (2022).

Após as observações dos padrões espectrais que o levaram a identificação dos elementos químicos, Kirchhoff formulou suas leis que auxiliam na interpretação de tais linhas espectrais, as chamadas Leis de Kirchhoff:

- 1) Um corpo opaco quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo.
- 2) Um gás transparente produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.
- 3) Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a

presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás. (SARAIVA, OLIVEIRA FILHO e MULLER, 2022, p. 5).

Cada uma das faixas espectrais apresentam suas próprias características e interação de formas diferentes com a matéria. A radiação no infravermelho, por exemplo, está associada ao calor, produzida por objetos aquecidos, com o Sol, lâmpadas, lasers e até mesmo o corpo humano, isso é resultado da agitação térmica das moléculas do objeto, que geram vibrações e produzem esse tipo de radiação (SALICIO; CASTRO, S.d.).

De acordo com a PUC-Rio (p. 9 e 10), quando as ondas infravermelhas incidem sobre a matéria, elas transferem energia para as moléculas, o que faz com que essas moléculas vibrem. Essas vibrações moleculares são essenciais para a absorção de energia infravermelha e são responsáveis pela característica de aquecimento associada a essa forma de radiação.

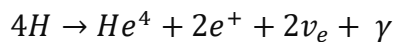
APÊNDICE C – Camadas do Sol

TEXTO 3 (UTILIZADO NO PASSO 5)

Núcleo

O núcleo é a camada mais interna do Sol, possui um raio aproximadamente de 0,2 a 0,25 raios solares. Os elementos mais abundantes no núcleo são o hidrogênio (74% da massa do Sol) e o hélio (24% da massa do Sol) e encontram-se ionizados devido as taxas elevadas de pressões, temperaturas e densidades. Com essas condições, o núcleo é capaz de gerar toda a energia que impulsiona a estrela. O principal processo de fusão nuclear que ocorre no núcleo solar é sequência de reações conhecida como cadeia próton-próton, em que os núcleos de hidrogênio se fundem para originar núcleos de hélio (Sol, s.d., p. 1 e 2).

De acordo com Saraiva, Filho e Müller (s.d., p. 4), na cadeia próton-próton, o processo começa com a fusão de dois pares de núcleos de hidrogênio (prótons) para formar dois núcleos de deutério, mais dois pósitrons e dois neutrinos. Em seguida, os pósitrons, ao colidirem com elétrons, aniquilam-se, liberando uma quantidade significativa de energia na forma de radiação gama. Posteriormente, cada deutério formado reage com outro próton para formar hélio-3 (um isótopo do hélio) e liberar duas partículas gama (radiação eletromagnética). Por fim, dois núcleos de hélio-3 podem então se fundir para formar hélio-4, que é o hélio comum encontrado no Sol, e, posteriormente, liberar dois prótons. A fórmula de reação nuclear é:



Como já mencionado, as altas pressões e temperaturas do núcleo, criam um ambiente propício para que as reações nucleares ocorram, em contrapartida, essas reações nucleares liberam uma grande quantidade de energia na forma de radiação eletromagnética, essa energia liberada é que mantém as pressões e temperaturas do núcleo elevadas, é como um ciclo que se auto alimenta. Esse aumento da pressão interna no Sol, contrabalança a força gravitacional que tenta comprimir o núcleo, fazendo com que a estrela permaneça em equilíbrio hidrostático (Sol, s.d., p. 1).

Em conformidade com o INPE (2018, p. 4-14), essas reações nucleares geram uma energia, com potência estimada de aproximadamente $3,9 \times 10^{26}$ W e levam muitos anos para serem transportadas até a camada mais externa do Sol, onde a temperatura é cerca de 5.800 K.

Essa energia é fundamental, não apenas para alimentar o próprio Sol, mas também influencia todo o sistema solar.

Se toda a energia é produzida no núcleo, por que a fotosfera, que é a superfície visível do Sol, é muito mais fria que o centro?

Zona radiativa

Logo acima do núcleo, localiza-se a zona radiativa, responsável pelo transporte de energia através de processos radiativos. Essa região se estende aproximadamente entre 0,25 e 0,7 do raio solar e, embora seja menos quente e densa que o núcleo, ainda apresenta temperaturas e densidades extremamente elevadas (ANDRADE, 2004).

A energia produzida pelas reações de fusão no núcleo é inicialmente liberada na forma de fótons de radiação gama. À medida que esses fótons se propagam pela zona radiativa, eles percorrem distâncias muito curtas antes de interagir com partículas do plasma, principalmente elétrons livres e íons de hidrogênio e hélio. Nessas interações, os fótons sofrem inúmeros processos de espalhamento e absorção, que desviam continuamente suas trajetórias e podem alterar sua energia (BRAGA; VILLELA, 2010).

Como resultado desses múltiplos processos, a propagação dos fótons segue um caminho aleatório, semelhante a um “passeio aleatório”, fazendo com que a energia leve centenas de milhares de anos para atravessar a zona radiativa. Durante esse percurso, a energia inicial em forma de radiação gama vai sendo gradualmente degradada, de modo que, ao atingir as camadas externas do Sol, chega principalmente nas faixas do visível e do infravermelho (OSTERMAN; BORGES, 2011).

Por que você acha que a energia demora tanto para sair do núcleo até a superfície do Sol?

Zona convectiva

De acordo com Sol (s.d., p. 4), acima da zona radiativa, está situada a zona convectiva, com uma extensão de aproximadamente 0,7 raios solares, é onde a energia é transportada por meio de movimentos convectivos do plasma solar, devido a opacidade dessa região.

O transporte de energia dessa região ocorre da seguinte forma: o calor gerado no núcleo solar aquece o material na base da zona convectiva, fazendo com que ele se expanda e se torne menos denso, fazendo-o subir em direção à superfície do Sol. Na medida que esse material

aquecido sobe, transfere energia térmica para as camadas mais externas do Sol. Consequentemente, o material esfria à medida que chega à superfície, tornando-se mais denso e, portanto, afunda de volta para a base da zona convectiva (INPE, 2018, p. 4-15 e 4-16).

Por que o material quente da base da zona convectiva sobe e o material frio desce?

Fotosfera

A primeira camada que compõe a atmosfera solar é a fotosfera, com uma extensão de aproximadamente 500 km de espessura e uma temperatura de 5800 K. Composta principalmente de hidrogênio e hélio, é a camada mais brilhante do Sol, pois a temperatura relativamente baixa em comparação com as camadas mais internas, permite que a luz visível escape sem ser absorvida, logo, é de onde a luz solar é emitida. Porém, a fotosfera possui uma opacidade que dificulta a visualização do interior solar (PEREIRA, s.d., p. 46).

A fotosfera apresenta uma estrutura granular, de acordo com a figura abaixo, visíveis como manchas escuras e brilhantes na superfície do Sol, formadas pelas células convectivas e tem um curto tempo de vida, geralmente alguns minutos (GREGORIO-HETEM; PEREIRA, s.d., p. 85).

Outro aspecto interessante da fotosfera solar, são as manchas solares. Resultantes da presença de campos magnéticos intensos, essas áreas apresentam zonas mais frias devido a inibição da emissão de fótons no processo convectivo. Como resultado dessa inibição, a energia que alcança essas regiões é menor do que nas áreas vizinhas, criando um contraste com as regiões mais brilhantes e dando a impressão de que são mais escuras. Além disso, as manchas solares tendem a se agrupar e aparecer em pares na superfície do Sol, estando conectadas aos polos magnéticos da estrela e acompanham seu movimento de rotação (ALMEIDA; GREGORIO-HETEM, 2022, p. e20210405-6).

Além disso, a contagem de manchas solares ao longo do tempo é fundamental para compreender os ciclos solares, caracterizado pela variação de atividade solar. Em média, cada ciclo solar tem a duração de aproximadamente 11 anos, sendo definido pelo período entre dois máximos solares consecutivos (ALMEIDA; GREGORIO-HETEM, 2022, p. e20210405-7).

O que as manchas solares nos revelam sobre a atividade do Sol?

Cromosfera

A cromosfera está localizada logo acima da fotosfera e se estende por vários milhares de quilômetros acima da superfície visível do Sol. Possui uma densidade significativamente menor que na fotosfera e pode variar em diferentes altitudes e regiões cromosfera. Da mesma forma, a temperatura da cromosfera também varia, geralmente atingindo valores entre 4.500 K e 10.000 K (ALMEIDA; GREGORIO-HETEM, 2022, p. e20210405-7).

Esta também é uma região onde ocorrem várias atividades solares intensas, como flares, proeminências e espículas, todos eles intimamente ligados ao intenso campo magnético solar. Os flares solares são caracterizados pela ejeção súbita de partículas energizadas para o espaço, causados pela rápida liberação de energia magnética armazenada nos campos magnéticos torcidos da atmosfera solar, durante o processo de reconexão magnética. Já as proeminências solares, não envolvem a emissão de radiação como nos flares, mas se manifestam como movimentos de massa, onde gás ionizado e material solar são ejetados da superfície do Sol para o espaço. As proeminências solares podem ser observadas como grandes loops de material solar que se estendem acima da superfície solar (ALMEIDA; GREGORIO-HETEM, 2022, p. e20210405-7).

Por fim, os espículas solares são jatos de gás quente e ionizado que se estendem da fotosfera até a cromosfera do Sol, podendo atingir alturas de até 10.000 quilômetros acima da superfície solar e são observadas como finas estruturas filamentosas (GREGORIO-HETEM; PEREIRA, p. 88).

Imaginem enormes arcos de fogo se erguendo acima da superfície do Sol e depois retornando, como se fossem labaredas cósmicas presas por elásticos invisíveis.

Coroa

A parte mais externa do Sol é a coroa, com densidades mais baixas em relação a cromosfera, porém com altas temperaturas que chegam a 1-2 milhões de Kelvin. Possui uma extensão com cerca de milhões de quilômetros e é visível durante um eclipse solar total como uma aura brilhante ao redor do disco solar. A coroa solar emite radiação na forma de raios-x e é composta por gás ionizado, que propiciam os ventos solares e as ejeções de massa coronal (INPE, 2018, p. 4-27 e 4-28).

O vento solar é composto de um plasma formado por partículas carregadas, como prótons e elétrons, em quantidades iguais, resultando em uma carga líquida neutra. Esse plasma, com altíssimas temperaturas, velocidades e condutividade é liberado em todas as direções do

espaço, impulsionado pela energia térmica e pelo campo magnético do Sol. Esse fluxo de matéria ejetada, enfrenta dificuldade para ser contida pelo campo magnético solar, permitindo que as partículas escapem por meio das linhas abertas desse campo. Esses ventos solares interagem com o campo magnético da Terra, desencadeando fenômenos fascinantes, como as auroras polares, que são observadas principalmente nas regiões próximas aos polos magnéticos do planeta (INPE, 2018, p. 4-41 e 4-42).

Já o fenômeno de ejeção de massa coronal, ocorre quando grande quantidade do plasma solar é expelido da coroa para o espaço. Esses eventos são muitas vezes desencadeados por explosões solares, que liberam repentinamente uma grande quantidade de energia na atmosfera solar (INPE, 2018, p. 4-37).

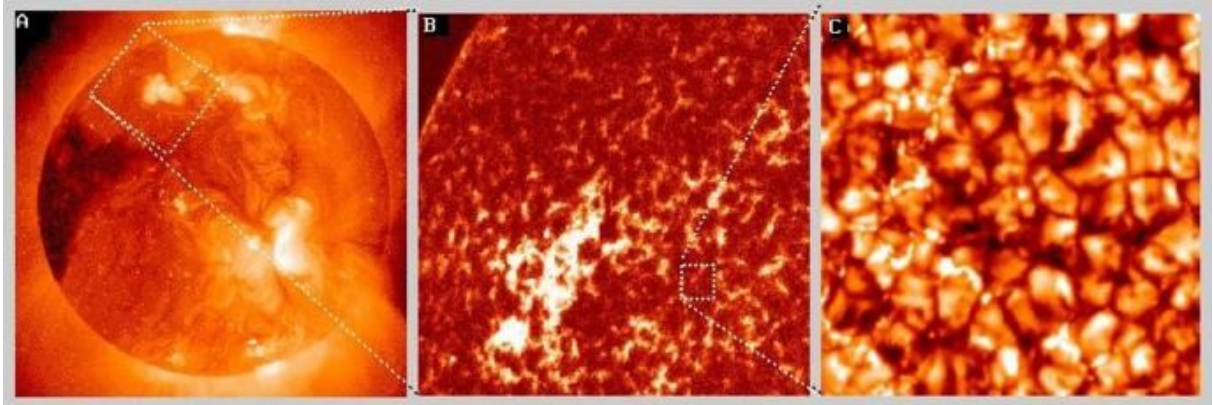
Vídeo de explosão magnética: https://svs.gsfc.nasa.gov/13422/#media_group_321336

O que poderia acontecer se a Terra não tivesse campo magnético para se proteger dos ventos solares?

APÊNDICE D – Figuras

FIGURAS (UTILIZADAS NO PASSO 6)

Figura 8 – Estrutura solar granular



Fonte: UFRGS (s.d.).

Figura 9 – Manchas solares



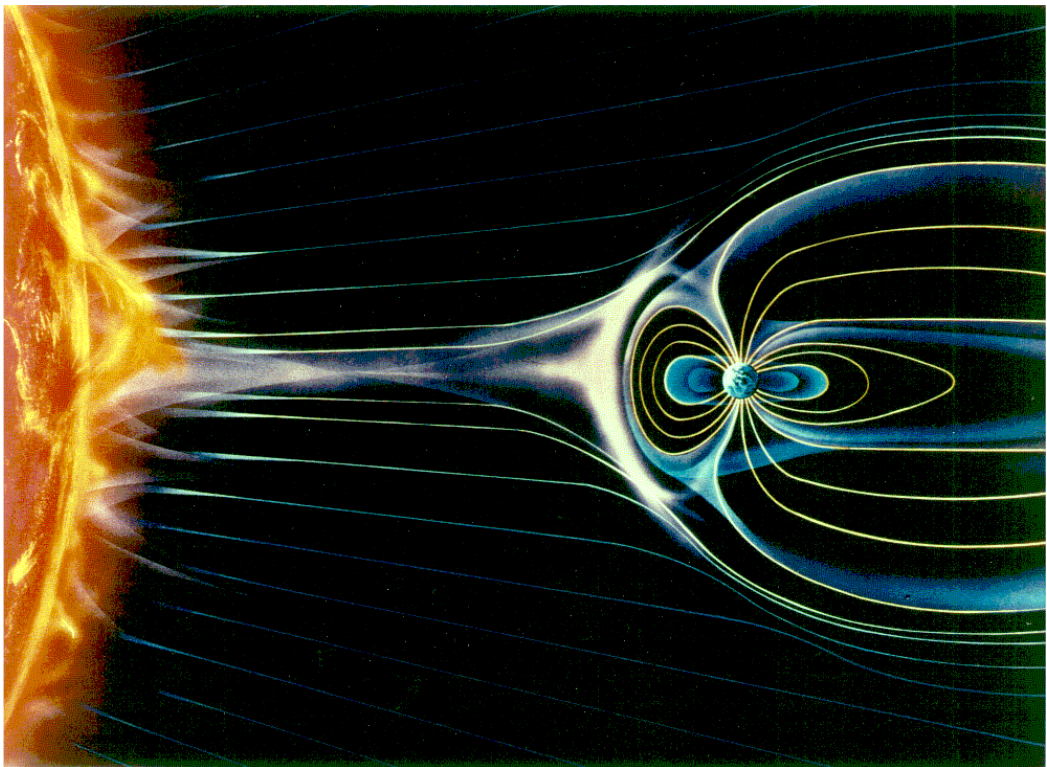
Fonte: INPE (2018).

Figura 10 – Proeminência solar



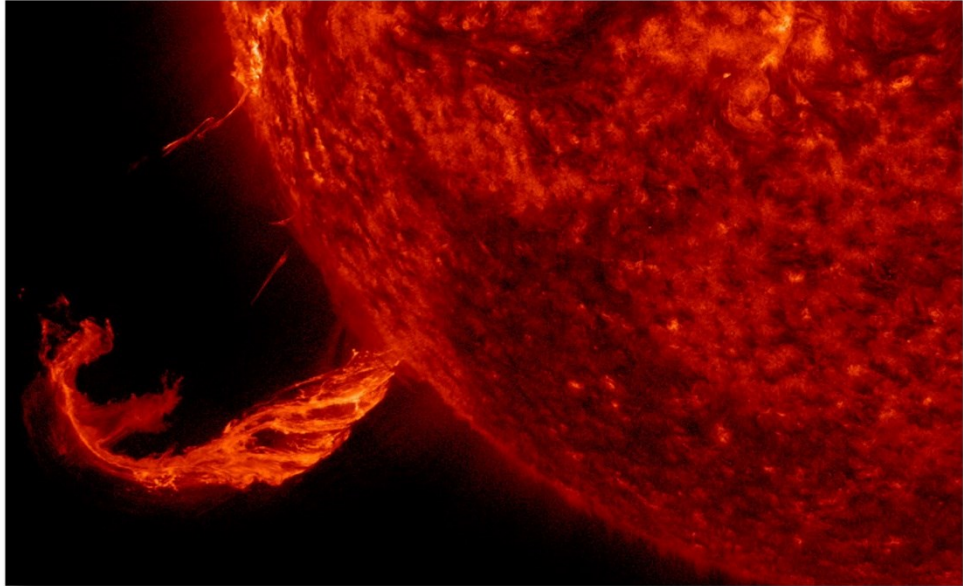
Fonte: NASA (2024).

Figura 11 – Vento solar interagindo com a magnetosfera da Terra



Fonte: INPE (2018).

Figura 12 – Ejeção de massa coronal



Fonte: UFMG (2015).

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Gostaria de convidá-lo(a) para participar da pesquisa intitulada provisoriamente “Unidade de Ensino Potencialmente Significativo: um estudo do Sol”, desenvolvida por Jovieli Carini Michalski.

A participação consiste no preenchimento do questionário a seguir, que tem como objetivo coletar dados para o Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), sob orientação da Prof^a Dr^a Marcia da Costa.

O objetivo da pesquisa é avaliar o potencial pedagógico de uma proposta de UEPS voltada ao ensino do tema “O Sol”, a partir da perspectiva de docentes da área de Ciências e Física.

Sua participação é voluntária, e você poderá recusar-se ou desistir a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo pessoal. Esclarece-se que os dados coletados, incluindo as informações sobre a instituição e o tempo de atuação docente, serão utilizados exclusivamente para fins desta pesquisa, sendo tratados com sigilo e confidencialidade, de modo a preservar integralmente sua identidade.

Você declara ter sido informado(a) e concorda em participar, como voluntário(a), do projeto de pesquisa acima descrito.

Eu, (nome completo) _____,
declaro ter sido informado/a e concordo em participar, como voluntário/a, do projeto de pesquisa acima descrito.

Assinatura

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA UEPS

Identificação do Avaliador

Nome completo: _____

Município em que atua: _____

Em qual nível de ensino você atua?

() Educação Básica () Ensino Superior

Tempo de atuação docente (em anos): _____

Natureza administrativa da instituição:

() Pública () Particular

Questionário de Avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

1. Relevância do tema

A abordagem do tema “O Sol” na UEPS contribui para a compreensão dos conceitos físicos relacionados à produção e ao transporte de energia, bem como para o desenvolvimento conceitual dos estudantes sobre fenômenos solares?

Concordo plenamente

Concordo

Discordo

Discordo plenamente

Comentário: _____

2. Adequação conceitual

Os conteúdos selecionados na UEPS contemplam os conceitos essenciais necessários à compreensão do tema pelos estudantes e favorecem a aprendizagem significativa?

Concordo plenamente

Concordo

Discordo

Discordo plenamente

Comentário: _____

3. Organização pedagógica

A sequência e a estrutura das etapas da UEPS favorecem o desenvolvimento progressivo da aprendizagem dos conceitos relacionados à estrutura, composição e funcionamento do Sol entre os estudantes?

Concordo plenamente

Concordo

Discordo

Discordo plenamente

Comentário: _____

4. Tempo de execução das atividades

O tempo destinado para cada etapa e atividade da UEPS é adequado para que os estudantes desenvolvam os conhecimentos propostos de forma significativa?

- Concordo plenamente
 Concordo
 Discordo
 Discordo plenamente

Comentário: _____

5. Carga horária total

Considerando a totalidade da UEPS, o tempo global planejado mostra-se adequado para favorecer uma aprendizagem efetiva e significativa por parte dos estudantes?

- Concordo plenamente
 Concordo
 Discordo
 Discordo plenamente

Comentário: _____

6. Atividades e estratégias de ensino

As estratégias didáticas, atividades e recursos apresentados são pertinentes e viáveis para aplicação no Ensino Médio, segundo a sua experiência como professor(a) de Física?

- Concordo plenamente
 Concordo
 Discordo
 Discordo plenamente

Comentário: _____

7. Avaliação da aprendizagem

Os instrumentos de avaliação propostos (formativa e somativa) permitem identificar se os estudantes realmente compreenderam e aplicaram os conceitos estudados?

- Concordo plenamente
 Concordo
 Discordo
 Discordo plenamente

Comentário: _____

8. Sugestões e observações gerais

Apresente seus comentários sobre os pontos fortes e as possíveis melhorias da UEPS, considerando aspectos como clareza, aplicabilidade, relevância do tema e coerência teórico-metodológica.

Comentário: _____