



INGRID APARECIDA DA CRUZ

**O SOL COMO EIXO ESTRUTURANTE PARA O ENSINO DE
FÍSICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA**

LAVRAS – MG

2019

INGRID APARECIDA DA CRUZ

**O SOL COMO EIXO ESTRUTURANTE PARA O ENSINO DE FÍSICA NA
PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Helena Libardi

Orientadora

Prof. Dr. Antonio Marcelo M. Maciel

Coorientador

LAVRAS – MG

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pela própria autora**

Cruz, Ingrid Aparecida da

O sol como eixo estruturante para o ensino de física na perspectiva da alfabetização científica / Ingrid Aparecida da Cruz. – Lavras : UFLA, 2019.

113 p. : il.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de Lavras, 2019.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Libardi .

Bibliografia.

1. Unidade Didática. 2. Sol. 3. Alfabetização Científica. 4. Teoria Histórico-Cultural. 5. Ensino de Física. I. Libardi, Helena. II. Maciel, Antonio Marcelo Martins. III. Título

INGRID APARECIDA DA CRUZ

**O SOL COMO EIXO ESTRUTURANTE PARA O ENSINO DE FÍSICA NA
PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de Outubro de 2019.

Profa. Dra. HELENA LIBARDI	UFLA
Profa. Dra. IRAZIET DA CUNHA CHARRET	UFLA
Profa. Dra. JOSEFINA APARECIDA DE SOUZA	UFLA
Prof. Dr. ARTUR JUSTINIANO ROBERTO JUNIOR	UNIFAL

Profa. Dra. Helena Libardi
Orientadora

Prof. Dr. Antonio Marcelo M. Maciel
Co-Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força pr superar as dificuldades durante todo o percurso.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de fazer o curso e estabelecer relações que acrescentaram a minha formação como pessoa e profissional.

À minha orientadora Helena Libardi, agradeço por essa parceria e amizade que me fez alçar voos gigantescos e a ser uma pessoa que olha o mundo de forma diferente, espero que isso perdure por muito mais tempo. Sou imensamente grata por todos os momentos de ensinamento e companheirismo que passamos ao longo desses anos.

À minha família que apesar de todos os problemas sempre torceram por mim.

À família Nunes que me acolheu todos esses anos, o meu agradecimento incondicional a cada um de vocês. Holegma, Clairton e Gabi esse momento é meu e de vocês também.

À professora Eliane, carinhosamente "Tia Lili", agradeço pela parceria e por acreditar no meu trabalho.

Aos estudantes, sem vocês este trabalho não seria possível.

Aos docentes das disciplinas, agradeço pelo conhecimento e pelos exemplos (bons e ruins) que me deram suporte para chegar a este momento. Em especial, ao professor, meu coorientador, Antonio Marcelo por todos os momentos de aprendizado e amizade ao longo desses anos.

Muito Obrigada por tudo, pela paciência, pela amizade e pelos ensinamentos que levarei para sempre.

"A suprema arte do professor é despertar a alegria na expressão criativa do conhecimento, dar liberdade para que cada estudante desenvolva sua forma de pensar e entender o mundo, assim criamos pensadores, cientistas e artistas que expressarão em seus trabalhos aquilo que aprenderam com seus mestres."
(Albert Einstein)

RESUMO

O trabalho teve o intuito de investigar se o desenvolvimento de uma unidade didática fundamentada na perspectiva do processo de alfabetização científica pode propiciar o desenvolvimento de habilidades, atitudes críticas, reflexivas e ativas em estudantes do ensino médio frente a construção do conhecimento. Para isso, foram utilizadas várias estratégias e abordagens que contribuíram para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Fundamentadas à luz do processo de alfabetização científica e da teoria histórico-cultural, desenvolveu-se uma unidade didática que teve como eixo estruturante o Sol, fonte de luz e energia. Nesse cenário, abordou-se como área temática, a astrofísica estelar, visto que o foco principal estava em identificar as principais características de uma estrela. Explorou-se temas como a radiação eletromagnética e suas características principais e sua relação com a astrofísica de forma articulada, com o currículo do segundo ano do ensino médio. A utilização desse elemento, além de possibilitar o trabalho de um tema interdisciplinar, propiciou a valorização e o uso dos conhecimentos prévios dos estudantes. As escolhas das ações pedagógicas em torno da construção e desenvolvimento da unidade, propiciaram a construção do conhecimento de maneira coletiva pelos estudantes. Além de proporcionarem o uso e desenvolvimento de habilidades fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem, como por exemplo, as habilidades de explicação e justificativa, percebidas através da análise da produção escrita pelos estudantes durante as seis aulas da unidade didática. Identificamos como elementos favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem, a interdisciplinaridade, a inserção de novos campos de estudo e a renovação das práticas pedagógicas nas aulas de física do ensino regular. Nesse contexto, o desafio do professor frente ao processo de ensino e aprendizagem é ampliado, visto que ele é agente de mediação imediato entre o estudante e o conhecimento.

Palavras-chave: Unidade Didática, Sol, Alfabetização Científica, Teoria Histórico-Cultural, Ensino de Física.

ABSTRACT

The study aimed to investigate whether the development of a didactic unit based on the perspective of the process of scientific literacy can provide the development of skills, critical, reflective and active attitudes in high school students facing the construction of knowledge. For this, various strategies and approaches were used that contributed to the teaching and learning process of the students. Grounded in the light of the process of scientific literacy and historical-cultural theory, a didactic unit developed that had as its structuring axis the Sun, source of light and energy. In this scenario, it was approached as the thematic area, stellar astrophysics, since the main focus was on identifying the main characteristics of a star. Topics such as electromagnetic radiation and its main characteristics and its relationship with astrophysics in articulated form, with the curriculum of the second year of high school were explored. The use of this element, in addition to enabling the work of an interdisciplinary theme, provided the valorization and use of students' previous knowledge. The choices of pedagogical actions around the construction and development of the unit, provided the construction of knowledge collectively by students. In addition to providing the use and development of fundamental skills for the teaching and learning process, such as explanatory and justification skills, perceived through the analysis of the written production by students during the six classes of the didactic unit. We identified as favorable elements to the teaching and learning process, interdisciplinary, the insertion of new fields of study and the renewal of pedagogical practices in the physics classes of regular education. In this context, the teacher's challenge to the teaching and learning process is increased, since he is an agent of immediate mediation between the student and knowledge.

Keywords: Didactic Unit, Sun, Scientific Literacy, Historical-Cultural Theory, Physics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Exemplo de identificação realizada na fase 2	51
Figura 5.1 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E40	57
Figura 5.2 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E13	57
Figura 5.3 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E39	58
Figura 5.4 – Lista das características elencadas pelo grupo G5	95
Figura 5.5 – Relações estabelecidas pelo grupo G5	96
Figura 5.6 – Esquema produzido pelo grupo G5	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Síntese das ideias centrais encontradas na análise do recorte da produção acadêmica nacional para justificativa do ensino de astronomia em Langhi e Nardi (2014)	19
Quadro 2.2 – Indicadores da alfabetização científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008)	27
Quadro 3.1 – Descrição geral da Aula 01	42
Quadro 3.2 – Descrição geral da Aula 02	43
Quadro 3.3 – Descrição geral da Aula 03	44
Quadro 3.4 – Descrição geral da Aula 04	45
Quadro 3.5 – Descrição geral da Aula 05	46
Quadro 3.6 – Descrição geral da Aula 06	47
Quadro 3.7 – Descrição geral da Aula 07	48
Quadro 5.1 – Classificação das características elencadas pelos estudantes	56
Quadro 5.2 – Características mais importantes do Sol, na visão dos estudantes.	59
Quadro 5.3 – Problema investigado pelos estudantes	66
Quadro 5.4 – Hipóteses relacionadas com a intensidade: transcrição das justificativas dos grupos	67
Quadro 5.5 – Hipóteses relacionadas com a mudança de cor: transcrição das justificativas dos grupos	67
Quadro 5.6 – Hipóteses relacionadas com a intensidade da luz emitida e com a mudança de cor da estrela	68
Quadro 5.7 – Hipótese evidenciada pelo grupo G8	68
Quadro 5.8 – Relação entre grupos e as cores das latinhas para o experimento	72
Quadro 5.9 – Relação entre as cores das latinhas e a temperatura máxima obtida para cada grupo	74
Quadro 5.10 – Transcrição da síntese do estudante E10 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04	77
Quadro 5.11 – Transcrição da síntese do estudante E39 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04	78
Quadro 5.12 – Transcrição da síntese do estudante E13 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04	79

Quadro 5.13 – Explicação dos estudantes para o conceito de calor	83
Quadro 5.14 – Explicação dos estudantes para o conceito de temperatura	84
Quadro 5.15 – Explicação dos estudantes para o conceito de radiação eletromagnética . .	85
Quadro 5.16 – Explicação dos estudantes para o conceito de propagação de calor por radiação	86
Quadro 5.17 – Explicação dos estudantes para o conceito de espectro eletromagnético . .	87
Quadro 5.18 – Síntese apresentada pelos estudantes para relacionar os conceitos estudados	87
Quadro 5.19 – Tipos de estrelas analisados pelos estudantes na atividade em grupos . . .	90
Quadro 5.20 – Informações elencadas pelos grupos sobre as estrelas após a discussão da atividade	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	O ensino de astrofísica como articulador para o ensino de física	18
2.2	O Processo de Alfabetização Científica	23
2.2.1	Os eixos estruturantes e as habilidades para o desenvolvimento do processo de alfabetização científica	24
2.2.2	Indicadores de Alfabetização Científica	26
2.2.3	A alfabetização científica e o ensino de ciências	28
2.3	A teoria histórico-cultural no processo de ensino e aprendizagem	29
2.3.1	Os fundamentos da teoria histórico-cultural na visão Vygotskiana	30
2.3.2	O ensino de física na perspectiva da teoria histórico-cultural e do processo de alfabetização científica	32
3	METODOLOGIA DE ENSINO	34
3.1	O produto educacional	34
3.2	Unidade Didática	35
3.2.1	A dinâmica de aula: ações desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem	36
3.2.1.1	Questões orientadoras	37
3.2.1.2	Problema Aberto	38
3.2.1.3	Atividade Experimental	39
3.2.1.4	Atividades de discussão, produções textuais, individuais e em grupos	40
3.2.1.5	Aulas expositivas e dialogadas	40
3.2.2	Organização da unidade didática	41
4	METODOLOGIA DE PESQUISA	49
4.1	Natureza da pesquisa	49
4.2	Contexto e Sujeitos da Pesquisa	49
4.3	Desenvolvimento das atividades em sala de aula: coletando e preparando os dados da pesquisa	50
4.3.1	Instrumentos de coletas de dados	50
4.3.2	Organizando e preparando os dados para a análise	50
4.3.2.1	Fase 1: organização dos dados	50

4.3.3	Fase 2: leitura e identificação de elementos relevantes nos dados	51
4.3.3.1	Fase 3: transcrição das produções escritas pelos estudantes	51
4.4	Procedimento de análise de dados coletados	52
4.4.1	Processo de análise das produções desenvolvidas individualmente	52
4.4.1.1	Atividades da aula 01	52
4.4.1.2	Atividades da aula 04	53
4.4.1.3	Atividades da aula 05	53
4.4.2	Processo de análise das produções desenvolvidas em grupos	54
4.4.2.1	Atividade da aula 02	54
4.4.2.2	Atividade da aula 03	54
4.4.2.3	Atividade da aula 06	55
5	DESCRICÃO E ANÁLISE	56
5.1	Descrição e análise da Aula 01	56
5.1.1	Análise do questionário	60
5.1.1.1	Questão 1	60
5.1.1.2	Questão 2	61
5.1.1.3	Questão 3	62
5.1.2	Questão 4	63
5.1.3	Considerações sobre a aula	64
5.2	Descrição e análise da aula 02	65
5.2.1	Considerações sobre a aula	70
5.3	Descrição e análise da Aula 03	71
5.3.1	Considerações sobre a aula	75
5.4	Descrição e análise da Aula 04	76
5.4.1	Considerações sobre a aula	79
5.5	Descrição e análise da Aula 05	81
5.5.1	Análise da questão 1	82
5.5.1.1	Análise do conceito de Calor	83
5.5.1.2	Análise do conceito de Temperatura	84
5.5.1.3	Análise do conceito de radiação eletromagnética	85
5.5.1.4	Análise do conceito de propagação de calor por radiação	85
5.5.1.5	Análise do conceito de espectro eletromagnético	86

5.5.2	Análise da questão 2	87
5.5.3	Considerações sobre aula	88
5.6	Descrição e análise da Aula 06	89
5.6.1	Considerações sobre a aula	92
5.7	Descrição geral da Aula 07 - atividade de finalização: o Sol, a nossa estrela.	93
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
7	REFERÊNCIAS	106
A	APÊNDICE A	110

1 INTRODUÇÃO

O ser humano sempre buscou entender o mundo que o cerca. Essa busca auxiliou nos avanços em todos os setores da sociedade. O sistema educacional é um deles. Os avanços no sistema educacional tem como elemento fundamental a discussão sobre o ato de ensinar e aprender como um processo modificador dentro do âmbito escolar. O professor por muito tempo configurou-se como o centro do conhecimento, o detentor do saber. Nessa conjuntura, o estudante era dependente e passivo dentro do processo, somente recebia a informação que lhe era dada para posteriormente realizar uma prova para comprovar o seu conhecimento.

O contexto mudou e o estudante passou a ser o centro do processo de ensino. A partir desse momento, ele é visto com um sujeito capaz de construir o seu conhecimento. O professor, nessa situação, tem o papel de mediador. Atualmente, esses dois indivíduos desempenham os papéis de co-autores no processo. A relação entre eles é um dos elementos fundamentais para que este processo ocorra de forma satisfatória. Este fato está relacionado com as demandas e os objetivos que propomos alcançar como indivíduos e sociedade. Atualmente, essas mudanças estão presentes e não sabemos qual será a dimensão dos impactos para o ensino, mas devemos ter uma ação consciente frente aos nossos atos mediante a realidade que estamos inseridos. Entretanto, o que se caracteriza como satisfatório quando falamos de ensinar e aprender? Talvez esse seja um dos maiores dilemas da atualidade.

O ensino de ciências na educação básica é motivo de preocupação para os professores, devido ao baixo interesse e rendimento dos estudantes nesta área do saber. Acreditamos que a maioria dos elementos que contribuem para esse cenário estão relacionadas com as abordagens e estratégias de ensino utilizados em sala de aula, a escolha do conteúdo a ser ministrado, bem como a própria visão de ciências dos indivíduos envolvidos no processo.

As áreas que compõem o ensino de ciências são consideradas fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico, além de terem um papel fundamental na formação do indivíduo para torná-lo um cidadão consciente, reflexivo, que participa de forma ativa na sociedade em que está inserido. Nesse cenário, o ensino de física visa cada vez mais superar os modelos convencionais de ensino, buscando ações que possibilitem a melhora do processo de ensino e aprendizagem.

Inserir novos campos de estudo e renovar a maneira com que os conteúdos são ensinados nas aulas de física do ensino regular, são possibilidades que podem ser exploradas. Simples ações podem fazer toda diferença quando abordamos um conteúdo, como articulá-lo

com assuntos do cotidiano, por exemplo. Nesse contexto, surgem questões importantes a serem consideradas: que conteúdos abordar? Como abordar? Eles são fundamentais para a formação do indivíduo? Existe uma relação entre esse conteúdo e o cotidiano do estudante?

Uma discussão frequente nos âmbitos educacionais está ancorada à última questão apresentada acima. Ela refere-se a aproximação dos conteúdos à realidade dos estudantes. Consoante a esse fato, o PCN+ aponta que

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado através de um diálogo constante, entre o conhecimento, os alunos e os professores. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisores, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo (BRASIL, 2002, p.36).

Este fato nos chama a atenção, pois a partir do momento em que precisamos fazer essa pergunta, em relação aos conteúdos de física, torna-se evidente que não estabelecemos a relação entre esta ciência e o mundo a nossa volta. A física, como ciência, estuda, descreve, estabelece causas e consequências para os fenômenos da natureza, ou seja, ela é uma das ciência que estuda o mundo a nossa volta, desde as partículas elementares ao movimento dos astros no céu. Esta falta de relação configura-se um problema grave que surge de forma evidente quando o estudante não consegue levar o conhecimento adquirido na escola para a sua realidade ou o de sua realidade para a escola, pois ele não percebe a existência dessa relação.

O conteúdo ensinado na escola é um saber transposto do conhecimento científico que, na maioria das vezes, pode ser tão simplificado que perde sua essência e talvez seja um fator que prejudique o processo de ensino e aprendizagem. Sabemos que é necessário fazer os ajustes entre os saberes, pois o saber escolar é diferente do saber científico, que é diferente do saber que o estudante traz do seu cotidiano. A maior diferença está na forma de apresentar o conceito, pois o contexto muda, mas não a sua essência. No entanto, eles estão relacionados. Desta forma, ao ensinar um conteúdo, precisamos considerar esse elemento para que essa “aproximação” se torne algo natural dentro do processo de ensino e aprendizagem.

Para a escolha de um conteúdo a ser ensinado, além de considerar os saberes envolvidos (científicos, prévios e escolar), devemos nos atentar a outros dois fatores: contextualização e a interdisciplinaridade. Eles estão intrinsecamente relacionados com a forma de abordagem de um conteúdo. Acreditamos que estes fatores possam trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, os recursos didáticos e as estratégias de ensino também

apresentam um papel importante para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, pois nos auxiliam na realização dos objetivos educacionais que buscamos para nossos estudantes. Portanto, para responder às questões anteriores, devemos considerar todos esses fatores e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem.

Para englobar os elementos citados acima, uma área do conhecimento que pode cumprir muito bem esse papel, o de articulador entre as áreas, é a astronomia e áreas afins, como a astrofísica e a cosmologia. Os fenômenos astronômicos instigam a curiosidade humana desde os tempos mais remotos. Astros como o Sol e a Lua tiveram papéis fundamentais na história da humanidade, desde a formação e funcionamento de sociedades ao desenvolvimento da própria ciência. O Sol destaca-se por ser uma estrela, a nossa estrela, e como tal, emite luz e energia que são fundamentais para a vida na Terra.

Conhecer o Sol e suas implicações é de suma importância para a formação de qualquer indivíduo. Desta maneira, escolhemos o Sol como eixo estruturador da nossa proposta devido às possibilidades que seu estudo pode trazer para a aproximação dos saberes envolvidos na produção do conhecimento. Este tema possibilita também a utilização de várias estratégias dinâmicas, que proporcionam a participação ativa do estudantes durante o processo. Nesse contexto, propomos abordar o Sol como fonte de luz e energia de forma contextualizada e interdisciplinar.

A astrofísica é uma das áreas que estuda as estrelas, suas características e propriedades. Para entender esses elementos, são utilizados conceitos de várias áreas dentro da física e da química, por exemplo, possibilitando explorar o caráter interdisciplinar presente nesta área do saber. Sendo assim, o intuito dessa abordagem é possibilitar a articulação entre a astrofísica e a física, através do estudo do Sol, de forma articulada com o currículo regular proposto pelos PCN's. Esta abordagem se configura como um desafio, pois espera-se que ela possibilite aos estudantes e professores ampliarem sua visão sobre o ensino de física. Essa escolha pode abrir um leque de possibilidades para potencializar o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de física.

As notícias sobre pesquisas e descobertas envolvendo a astronomia e áreas afins como a astrofísica e a cosmologia tem o potencial de despertar a curiosidade das pessoas sobre a ciência. Um exemplo disso foi a detecção das ondas gravitacionais, amplamente divulgada pela mídia e que gerou grandes discussões nos âmbitos educacionais. A curiosidade é um elemento fundamental para a ciência, pois gera dúvidas e indagações sobre algo, propiciando a busca pelo

conhecimento. Isso foi fundamental para o desenvolvimento da humanidade, desde aspectos sociais, culturais, científicos, tecnológicos.

Na busca pelo conhecimento, o ser humano aprendeu a argumentar, debater e construir suas ideias a partir da realidade em que estava inserido, construindo sua visão de mundo. Essa realidade proporciona a interação entre os sujeitos para construção de algo, promovendo mudanças naquela realidade. As interações podem produzir sujeitos conscientes, que atuam de forma reflexiva e crítica no seu entorno

Surge nos argumentos anteriores a noção de que o conhecimento é uma construção humana, assim como a física e, conseqüentemente, a própria ciência. Esse não é um argumento novo, está no cerne da discussão sobre a natureza da ciência. Segundo Moura (2014), a inserção dessa discussão no ensino de ciências tem crescido no últimos anos. O trabalho de Martins (2015), por exemplo, apresenta uma proposta para trabalhar a natureza da ciência no ensino de ciências em geral. Utilizar essas discussões como uma forma de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem não é fácil, porém, é fundamental para nossos propósitos que visam promover e proporcionar subsídios para a evolução das ideias dos estudantes. Referimos a evolução nesse momento, pois, como dito anteriormente, o estudante tem um saber e este deve ser considerado. Contudo, não podemos nos restringir a esse, temos que criar as possibilidades da busca pelos outros saberes. Sendo assim, ensinar não se caracteriza por substituir ou introduzir um conceito. Não utilizamos o termo “processo” por mera formalidade. É um processo de construção, reconstrução e ampliação constante que não se restringe a aprendizagem de um conceito somente, vai além disso.

No contexto exposto acima, o processo de ensino e aprendizagem visa criar possibilidades para que o estudante desenvolva e evolua seu conhecimento sobre a física, bem como o desenvolvimento de sua formação geral. Sendo assim, precisamos considerar as argumentações anteriores, pensando no processo como um todo, o que envolve novamente as discussões em torno das ações pedagógicas (escolha do conteúdo, forma de abordagem, estratégias e recursos de ensino) e de outros elementos que podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem, o que torna seu estudo significativo e pertinente às mudanças dos currículos do ensino médio e das licenciaturas voltadas ao estudo científico.

Apesar dessa crescente mudança no processo para o ensino de física, nos deparamos com a seguinte problemática: Como atender as exigências do ensino de Física na educação básica, contemplando a apropriação dos conteúdos programáticos específicos, tanto os conceituais

quanto os procedimentais, a significação desses conteúdos, a identificação da ciência para o desenvolvimento da humanidade e a formação de estudantes reflexivos e críticos, alfabetizados cientificamente, tudo isso dentro de uma carga horária de aulas limitada?

Sendo assim, para identificar os elementos necessários para compreender essa problemática, propomos a investigação de uma nova abordagem curricular para o ensino de física. Com base na utilização de um tema intrinsecamente interdisciplinar, que é o estudo do Sol, tem-se como possibilidade a inserção de vários conteúdos, utilizando uma abordagem diferenciada, de forma articulada aos conteúdos pré existentes no currículo regular do segundo ano do ensino médio. Para atender essa demanda, que requer uma reestruturação no planejamento das aulas de física, utilizaremos como estrutura organizadora a unidade didática. Deste modo, o intuito do trabalho está relacionado em investigar se o desenvolvimento de uma unidade didática pode fornecer subsídios para o aprimorar o desenvolvimento de estudantes do ensino médio no ensino de física.

Para a construção e desenvolvimento de uma unidade didática que alcance os objetivos propostos, temos que analisar as potencialidades de alguns elementos que são fundamentais para esta proposta. O primeiro ponto está relacionado a escolha do tema, nesse caso, o estudo do Sol como fonte de luz e energia. Faz-se necessário analisar o potencial do tema para a promoção da alfabetização científica, bem como, investigar se o tema apresenta um fator motivacional, que está relacionado ao interesse em relação ao estudo do conteúdo, se ele auxilia na produção de debates e atitudes colaborativas por parte dos estudantes, por exemplo.

A proposta de unidade didática possibilita a diversificação das estratégias e recursos didáticos a serem utilizados nas aulas. Para o desenvolvimento do processo de alfabetização científica, tanto o professor quanto o estudante são indivíduos dinâmicos no processo, que agem de forma crítica e reflexiva frente às situações às quais será exposto. Deste modo, investigar os recursos e estratégias que possibilitem essas ações, é fundamental para alcançar esse objetivo.

Acreditamos que a utilização da unidade didática como estrutura organizacional permite uma melhor sistematização dos conteúdos. Esse fator tem uma relação direta com o tempo de aula. Sabemos que a carga horária para o ensino de física é muito pequena para a quantidade de conteúdo que deve ser ensinada para cumprir às exigências mínimas dos PCN's, logo, inserir novos tópicos pode comprometer essa demanda. Sendo assim, a proposta de trabalho tem a intenção de articular os conteúdos existentes no currículo e apresentar de uma forma introdutória vários conceitos trabalhados no ensino básico, a partir de uma abordagem diferente, sem

prejudicar o planejamento exigido para essa etapa de estudo. Desta maneira, cabe identificar a viabilidade da construção de uma unidade didática introdutória para o ensino de física do segundo ano do ensino médio, além de indicar implicações da mesma, no planejamento anual dessa etapa escolar.

Nesse cenário, propomos investigar o seguinte problema: De que forma uma unidade didática embasada em ações pedagógicas fundamentadas à luz da Teoria Histórico-Cultural e do processo de desenvolvimento da alfabetização científica pode contribuir para a promoção do pensamento científico, crítico e reflexivo de forma a possibilitar o desenvolvimento do estudante no processo de ensino e aprendizagem?

Neste contexto, temos como objetivo geral do trabalho: **investigar se o desenvolvimento de uma unidade didática fundamentada na perspectiva do processo de alfabetização científica pode propiciar o desenvolvimento de habilidades, atitudes críticas, reflexivas e ativas em estudantes do ensino médio frente a construção do conhecimento.**

Para se alcançar o objetivo geral, foram traçados alguns objetivos específicos que nortearão o desenvolvimento das atividades, os quais são:

- Analisar o potencial da inserção do tema: O Sol, fonte de luz e energia, no contexto do ensino de física e do processo de ensino e aprendizagem.
- Analisar as vantagens e desvantagens das ações pedagógicas envolvidas no processo de desenvolvimento da unidade didática para o desenvolvimento de atitudes colaborativas, críticas e reflexivas por parte dos estudantes.
- Identificar de que forma essas ações auxiliam na construção e apropriação do conhecimento científico.

Os capítulos que se seguem irão discutir a fundamentação teórica, as metodologias de ensino e pesquisa escolhidas para o desenvolvimento do trabalho. Na sequência segue a descrição e as análises das aulas e das atividades desenvolvidas. Em seguida, as considerações finais estabelecem as relações entre o embasamento teórico, os resultados e os objetivos propostos para o trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo aborda-se o aporte teórico que fundamenta este trabalho. Na seção 2.1, são apresentados os desdobramentos do ensino de astronomia e uma breve revisão bibliográfica que culmina na relação do ensino de física e a astrofísica estelar, fundamentais para a escolha do eixo estruturante do produto educacional. Na seção 2.2, é discutido o processo de desenvolvimento da alfabetização científica e suas contribuições para a estruturação e o desenvolvimento das atividades no ensino de ciências e no processo de ensino e aprendizagem. Na seção 2.3, são evidenciadas as particularidades da teoria histórico-cultural, na perspectiva de Vygotsky, e sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem.

2.1 O ensino de astrofísica como articulador para o ensino de física

O ser humano é movido pela dúvida e pela curiosidade em relação aos fenômenos que o cercam. Isso possibilitou o desenvolvimento da ciência e das sociedades. A busca pela compreensão do universo, das estrelas e dos astros viabilizou o surgimento de várias culturas ao redor do globo, com perspectivas e visões de mundo diferenciadas. Essa pluralidade de ideias faz da astronomia uma das áreas mais fascinantes e produtivas de estudo. No estudo dos temas relacionados com a astronomia e áreas afins, utilizam-se conhecimentos de física, matemática, química, geologia e até biologia, e, sendo assim, configura-se uma área multidisciplinar, além de despertar e chamar a atenção de muitos indivíduos. No contexto exposto, a astronomia pode servir como tema articulador para o ensino de física, possibilitando a interdisciplinaridade e a contextualização. Consoante a este argumento, Dias e Rita (2008) evidenciam que

Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas (Física, Química, Biologia, História, Geografia, Educação Artística,...), os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina ainda poderia atuar como integradora de conhecimentos (DIAS; RITA, 2008, p.56).

O ensino de astronomia na educação básica tem sido objeto de diversas pesquisas na área de ensino de ciências. Em buscas realizadas em periódicos e revistas de ensino de física e de ciências, o tópico ensino de astronomia é recorrente. Nesse cenário, o trabalho de Langhi e Nardi (2014) corrobora esta conjuntura. Os autores apresentam uma análise qualitativa de uma amostra de artigos publicados em revistas científicas brasileiras da área de Ensino, no período entre 1971 e 2013, os quais expressam discursos dos pesquisadores em relação ao ensino de

astronomia. Outros autores também fizeram revisões na literatura sobre este assunto, como Marrone Júnior e Trevisan (2009) e Soler e Leite (2012). Segundo as análises dos autores, é “crescente o número de pesquisas na área, entretanto, o ensino na educação básica ainda é escasso constituindo-se basicamente de episódios isolados e esforços pontuais” (LANGHI; NARDI, 2014; p.43).

As pesquisas demonstram a importância da inserção da astronomia no ensino formal. Nesse sentido, Langhi e Nardi (2014) expõem uma série de justificativas para o ensino do tema na visão de pesquisadores, advindas da análise dos trabalhos na área. A síntese das justificativas se encontra no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Síntese das ideias centrais encontradas na análise do recorte da produção acadêmica nacional para justificativa do ensino de astronomia em Langhi e Nardi (2014)

Tópicos	Síntese da Justificativa
1	A educação em astronomia contribui para História e Filosofia da Ciência (HFC) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino.
2	A educação em astronomia favorece a elaboração de atividades experimentais e a prática observacional do céu.
3	Astronomia é um elemento motivador.
4	A astronomia é altamente interdisciplinar.
5	A educação e a popularização da astronomia podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da desmistificação e do trabalho envolvendo concepções alternativas e erros nos livros didáticos.
6	O ensino da astronomia é promovido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), emergindo a necessidade de reverter o atual quadro formativo deficiente de professores.
7	Há o potencial da interação com a comunidade profissional de astrônomos e espaços não formais de ensino.

Fonte: Langhi e Nardi, 2014, adaptado pelo autor

As pesquisas apontam que o ensino de astronomia tem os requisitos básicos para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, visto que facilita o surgimento de variáveis fundamentais para que ele ocorra, como, por exemplo, o elemento motivacional. Este elemento é citado no Quadro 2.1, tópico 3, como uma das justificativas para ensinar astronomia. De acordo com os autores, aprender astronomia tem

levado o habitante pensante do planeta Terra a reestruturações mentais que superam o intelectualismo e o conhecimento por ele mesmo, pois a compreensão

das dimensões do universo em que vivemos proporciona o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como fascínio, admiração, curiosidade, contemplação, motivação (LANGHI; NARDI, p. 50, 2014).

A astronomia, como elemento motivador, configura-se como um subsídio que pode auxiliar a aumentar o interesse dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Assim sendo, ela pode trazer contribuições que favoreçam uma mudança nas relações e nos comportamentos dos indivíduos envolvidos no processo de ensinar e aprender, ou seja, professores e estudantes.

A discussão sobre o ensino de astronomia é pertinente neste trabalho devido à escolha do eixo estruturante e da área de conhecimento explorada no desenvolvimento do produto educacional. O enfoque dado ao produto tem como eixo o Sol, fonte de luz e energia, de modo a explorar temas como a radiação eletromagnética e suas características principais e sua relação com a astrofísica. Abordou-se no produto a astrofísica estelar, visto que o foco principal estava em identificar as principais características de uma estrela.

Para compreender como esse assunto vem sendo trabalhado, realizou-se uma breve pesquisa em revistas das áreas de ensino de física e ensino de ciências, como Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Ciência Educação (CeE), Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) e Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, que são as mais utilizadas por professores formadores para a realização de pesquisas, segundo Leal (2017). Este autor, em sua dissertação de mestrado, aponta essas publicações como resultado de uma breve pesquisa com professores universitários que atuam em cursos de licenciatura em física. Além disso, essas revistas são classificadas, pela Capes, como A1 e A2, na área de ensino. Como a pesquisa está relacionada com a área de astronomia, foi acrescentada a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA).

Para realizar a pesquisa, os descritores utilizados foram os termos “astrofísica” e “sol”, devido ao eixo estruturante do trabalho. Além disso, a busca foi realizada filtrando-se os parâmetros em tempo (2008 a 2019) e a ocorrência dos descritores no resumo, tendo sido localizada uma quantidade razoável de trabalhos. Na busca pelo descritor referente à astrofísica, a RBEF apresentou o maior número deles. Em sua grande maioria, os artigos são teóricos com deduções matemáticas, artigos de revisão de conteúdo e históricos, e propostas de desenvolvimento em sala de aula. Poucos trabalhos foram desenvolvidos em sala de aula.

Dentre os artigos com a proposta de revisão de conteúdo, destaca-se o de Fróes (2014), que apresenta uma introdução a diversos temas de astronomia, astrofísica e cosmologia, ressaltando que o trabalho é voltado para o professor. Este trabalho é resultado de um levantamento sobre temas do ensino de ciências que despertam o interesse dos estudantes. Essa investigação foi resultado do projeto Relevance of Science Education, ou ROSE. Os tópicos de astronomia, astrofísica e cosmologia foram considerados os mais interessantes. O autor conclui o artigo afirmando que o tema pode ser utilizado para estimular os estudantes a tomarem gosto pela física e pelas ciências exatas, participando mais ativamente das aulas.

O trabalho de Fróes (2014) proporciona uma discussão interessante sobre quais são os tópicos de estudos que mais despertam o interesse dos estudantes. Entretanto, acreditamos ser algo difícil de analisar, pois o estudante pode não conhecer os temas e não ter interesse por eles, devido à falta de informações. A maioria dos tópicos destas áreas é vista pelos estudantes por meio da mídia e não na escola. No entanto, o texto pode servir como um material de consulta para que o professor possa se inteirar sobre os temas e também como um ponto de partida para escolha do conteúdo, como ressalta o próprio autor.

Dos trabalhos encontrados na RBEF, dois foram desenvolvidos na prática, os de Saraiva, Muller e Veit (2015) e de Dominici et al. (2008). Saraiva, Muller e Veit (2015) apresentam um relato de uma experiência de cinco semestres consecutivos (de 2011/2 a 2013/2), em que uma disciplina de astronomia, do currículo de graduação em física (licenciatura) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), foi ministrada na modalidade de ensino a distância (EAD). Os autores produziram um material didático para a disciplina de fundamentos de astronomia e astrofísica que consiste em um módulo didático composto de 28 aulas. O programa foi dividido em três áreas, sendo astronomia fundamental, física estelar, galáxias e cosmologia. O material é disponibilizado pelos autores no site da universidade e foi de suma importância para delimitar os tópicos de estudos presentes na construção da unidade didática que compõe o produto educacional idealizado para este trabalho. Além disso, auxiliou como material de estudo, pois são aulas bem didáticas e visuais. Para estudantes em formação na universidade ou para professores, este material pode ser útil como referência para estudo.

Em seu trabalho, Dominici et al. (2008) propõem discutir o ensino prático da astronomia para o público com deficiência visual e oferecer soluções por meio do desenvolvimento de material didático criado exclusivamente para este fim. Ao longo do trabalho, são apresentadas as motivações e o desenvolvimento inicial de um projeto, visando oferecer às pessoas com

deficiência visual acesso à beleza e a algumas das informações científicas que podem ser obtidas por meio da observação do céu noturno. Para isto, os autores desenvolveram um kit com material didático adaptado (mapas celestes, uma esfera celeste e constelações tridimensionais, todos com aplicações em relevo) que foi sendo avaliado por um grupo especializado, reunido pela Fundação Dorina Nowill. O kit fica em exposição no Museu do Instituto Adolfo Lutz (MusIAL) e é utilizado por indivíduos com ou sem deficiência visual. Eles ressaltam como um dos pontos positivos o impacto do uso do kit em estudantes videntes. Destaca-se o trabalho dos autores pela sua importância e diferencial no trabalho de inclusão, entretanto, o tema não é astrofísica, mas sim astronomia de posição.

Durante as buscas por trabalhos para auxiliar na confecção do produto educacional, identificou-se que muitos autores não delimitam em qual área estão trabalhando ou em qual vertente. Nesse cenário, o trabalho de Peixoto e Kleinke (2016) aponta uma alternativa para distinguir e caracterizar quais são os tópicos de astronomia e astrofísica. A cosmologia, atualmente, é uma linha de pesquisa bem definida, por isso não entra neste contexto. Os autores apontam que “ao analisar a literatura, encontraram duas vertentes do ensino de astronomia, associadas a tempo e conteúdos distintos em suas abordagens: a astronomia introdutória e a astrofísica interdisciplinar” (PEIXOTO; KLEINKE, 2016, p.23) e que a

astronomia introdutória é caracterizada por “como ensinar melhor os fenômenos do sistema Sol-Terra-Lua” (DEUSTUA; STORR; FOSTER, 2010). Com o desenvolvimento científico e tecnológico da área de astronomia no início do século XXI, a astrofísica e a cosmologia ampliaram em muito seu escopo de análises e modelos. Neste novo cenário, a astrofísica possui um papel de destaque, a partir das observações astronômicas em outros comprimentos de onda do espectro eletromagnético, para além do visível (PEIXOTO; KLEINKE, 2016, p.23).

A astronomia introdutória estaria presente na linha que conhecemos como astronomia de posição, a qual estuda o movimento do sol, os eclipses e as fases da lua, por exemplo. Estes temas são bastante trabalhados no ensino básico, principalmente no ensino fundamental, nas disciplinas de ciências e geografia. Os eclipses e as fases da lua são trabalhados em física, dentro do estudo da óptica geométrica. De acordo com os autores, os fenômenos estudados na astrofísica estariam contemplados na vertente da astrofísica interdisciplinar.

Diante disso, buscou-se pelo descritor Sol, nas revistas mencionadas anteriormente. O intuito de buscar nas revistas esse descritor era o de identificar os tópicos relacionados aos estudos do Sol que mais aparecem na literatura e como eles são trabalhados. A maioria dos trabalhos encontrados, tanto para o ensino de física como para o de ciências, aborda temas da astronomia

introdutória. Constatou-se que a maioria dos trabalhos é voltada para o ensino fundamental, consistindo de propostas, textos de revisão histórica e teóricos. Essa pesquisa evidenciou que a maioria dos trabalhos não é desenvolvida em sala de aula e discute praticamente a mesma linha de tópicos relacionados ao Sol, mencionadas anteriormente.

Verificou-se que a astrofísica não é uma área muito explorada, mas apresenta potencial para ser incluída no ensino básico, pois, cada vez mais, está presente na realidade dos estudantes. Consoante a este fato, Peixoto e Kleinke (2016), salientam que

apesar de a estrutura formal de ensino de astronomia, hoje, no Brasil, basear-se em um modelo de astronomia observacional, os alunos e professores sofrem o impacto de informações sobre astrofísica e cosmologia, as quais se originam nas mídias: jornais, revistas, televisão, internet, cinema etc. (PEIXOTO; KLEINKE, 2016, p.24).

A astrofísica é a ciência que estuda os objetos celestes (estrelas, galáxias, meio estelar) e suas características, a partir de dados obtidos por telescópios e sondas, utilizando conceitos de física e química, por exemplo. Ela procura, entre outras coisas, determinar a temperatura dos astros, sua composição química, sua estrutura física, suas fontes de energia, sua idade e evolução, etc. Isto é fundamental, visto que daremos ênfase às características luz e energia do Sol para discutir a radiação eletromagnética. Portanto, delimitou-se, como área de estudo para o produto educacional, o que os autores denominam de astrofísica interdisciplinar.

Enfim, acredita-se que o presente trabalho pode contribuir para evidenciar a existência e a possibilidade de estabelecer uma relação entre os conteúdos regulares do ensino de física e os tópicos de astrofísica e astronomia. Na sequência, apresentam-se as perspectivas adotadas e sua relação com os objetivos e a temática do trabalho, consistindo na descrição do processo de alfabetização científica e a teoria histórica-cultural.

2.2 O Processo de Alfabetização Científica

As áreas que compõem o ensino de ciências são consideradas fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico, além de terem papel fundamental na formação do indivíduo para torná-lo um cidadão consciente, reflexivo, que participa de forma ativa na sociedade em que está inserido. O conhecimento científico influencia as mais diversas áreas e está cada vez mais imerso na sociedade e, dessa forma, o ensino de ciências não pode ficar alheio a este fato. Nesse cenário, o ensino de física visa cada vez mais superar os modelos convencionais de ensino, buscando ações que possibilitem a melhora do processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, tem-se a possibilidade de o indivíduo ampliar sua visão de ciência e de mundo. Em decorrência dos argumentos anteriores, surge, nessa perspectiva, o termo alfabetização científica. O termo é uma tradução do termo em inglês *scientific literacy*. A tradução para o português acabou gerando diferentes termos. Nesse cenário, recorreu-se ao trabalho de Sasseron e Carvalho (2011), no qual as autoras apresentam uma revisão bibliográfica sobre como este conceito vem sendo discutido na literatura.

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), na literatura nacional são encontradas as expressões “letramento científico”, “alfabetização científica” e “enculturação científica”. As autoras apontam que estes termos servem para designar o objetivo desse ensino de ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

No trabalho, as autoras utilizam o termo alfabetização científica com base nas ideias de Paulo Freire. Para elas, a “alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61). Consoante a este argumento, Sasseron (2015) aponta que pode-se

afirmar que a Alfabetização Científica, ao fim, revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminam com a tomada de decisões e o posicionamento e deve ser vista como contínua, por isso é um processo (SASSERON, 2015, p. 56).

Neste trabalho, utilizaram-se as ideias de Sasseron e Carvalho (2011) e a alfabetização científica ganha status de processo, visto que, acreditamos, deva ser desenvolvido ao longo de todo o ciclo escolar e além dele. O processo de desenvolvimento da alfabetização científica deve ser pensado na construção do planejamento escolar, ou seja, ele deve estar presente no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, os estudantes alfabetizados cientificamente conseguem ir além das habilidades básicas, tendo a possibilidade de uma formação mais completa.

2.2.1 Os eixos estruturantes e as habilidades para o desenvolvimento do processo de alfabetização científica

No trabalho de Sasseron e Carvalho (2008, 2011), são apresentados três eixos estruturantes para a alfabetização científica, que são

- (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos;

- (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática;
- (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.335).

Segundo as autoras, estes eixos servem de apoio na idealização, no planejamento e na análise de propostas de ensino que almejam a alfabetização científica. Estes eixos foram agrupados a partir da revisão na literatura realizada por elas. O primeiro eixo refere-se

à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e concerne na possibilidade de trabalhar com os estudantes a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75).

Nesse cenário, o primeiro eixo tem relação direta com os conteúdos a serem ensinados e eles devem ser apresentados de forma a permitir a construção do conhecimento científico que permeia aquele conteúdo. A utilização deste eixo possibilita que os estudantes compreendam a construção dos conhecimentos científicos, pois ele facilita o entendimento das informações presentes no dia a dia. Em relação ao segundo eixo, as autoras evidenciam que

a idéia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75).

A maioria dos estudantes e da sociedade, em geral, não relaciona a ciência com aquilo que é estudado na escola, o que pode estar ligado à formação inicial dos professores, aos livros didáticos, aos currículos, bem como à própria concepção de ciência dos indivíduos.

O terceiro eixo estruturante da alfabetização científica remete ao enfoque CTSA. As autoras indicam que este eixo trata-se da

identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 76).

O enfoque CTSA permite evidenciar e estabelecer as relações entre a sociedade e a comunidade científica, pois, na maioria das vezes, não se percebe ou, talvez, não se reconheça que o desenvolvimento de uma influencia a outra. Esse eixo aponta a necessidade de estabelecer essa relação como algo fundamental para o processo de desenvolvimento da alfabetização científica. Na concepção das autoras, “as propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 76).

No entanto, ressalta-se que os eixos não devem ser seguidos como uma “receita de bolo” que obedeça a uma ordem definida de abordagens e ações, pois, afinal, como um processo que é desenvolvido com o coletivo da sala de aula, está sujeito a mudanças. Além disso, nem todos os planejamentos permitem abraçar os três eixos, mas deve-se entender que esses eixos direcionam o processo da alfabetização científica. Especificamente no desenvolvimento da unidade didática, um dos objetivos deste trabalho, contemplaram-se o primeiro e o terceiro eixo.

Com base nos conceitos apresentados, um processo de ensino e aprendizagem que vise favorecer o desenvolvimento do processo de alfabetização científica pode promover e ampliar a visão de ciência dos estudantes, para que eles possam estabelecer as relações entre aquilo que aprendem na escola e sua realidade. Entretanto, como se pode identificar a ocorrência desse elemento no processo de ensino e aprendizagem?

2.2.2 Indicadores de Alfabetização Científica

No trabalho de Sasseron e Carvalho (2008), as autoras, além de evidenciarem os eixos estruturantes, propõem um mapeamento de “habilidades ou indícios de aprendizagem” que surgem quando os estudantes são colocados em situações didáticas diferenciadas para trabalhar os conceitos científicos, os quais denominaram de indicadores da alfabetização científica. Estes indicadores são originários da análise de atividades de investigação com estudantes em sala de aula, realizada pelas autoras.

Na investigação de um problema ou fenômeno, o cientista necessita lidar com os dados obtidos. Para isso, ele precisa realizar algumas etapas durante a investigação, as quais envolvem a coleta e a organização dos dados, a estruturação das variáveis encontradas e o levantamento de hipóteses, além da explicação daquilo que se observou nos dados, por exemplo. Os indicadores propostos por elas seguem essa linha de pensamento. No Quadro 2.2 apresenta-se a descrição desses indicadores.

Quadro 2.2 – Indicadores da alfabetização científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008)

	Indicadores	Descrição
1	Seriação de informações	Busca-se estabelecer e ordenar as diferenças existentes entre os objetos. Pode ser ordenada em um rol, uma lista de dados ou características, por exemplo.
2	Organização de informações	Surge na preparação das informações obtidas, como, por exemplo, separar novas informações sobre o fenômeno daquelas já conhecidas na literatura.
3	Classificação de informações	Busca-se, nessa etapa, estabelecer características semelhantes para as informações obtidas, podendo surgir de forma hierárquica ou não.
4	Raciocínio lógico	Permite obter a estruturação e a organização das ideias para chegar a uma determinada conclusão ou resolver um problema.
5	Raciocínio proporcional	Extrapolou a demonstração da estrutura do pensamento. Refere-se à busca pela compreensão das relações entre as variáveis presentes no problema.
6	Levantamento de hipóteses	Surge a partir de uma suposição sobre o problema, advinda de experiências e estudos a priori, por exemplo, podendo surgir na forma de perguntas e afirmações.
7	Teste de hipóteses	Busca-se, nessa etapa, colocar a prova as suposições levantadas a priori, verificando-se a validade ou não das hipóteses.
8	Justificativa	Surge quando se deseja respaldar e dar aval a uma suposta hipótese ou afirmação que auxilia na resolução de um problema, por exemplo.
9	Previsão	Quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
10	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Está diretamente vinculada com a compreensão que o estudante tem e a defesa de seus argumentos, por exemplo.

Fonte: SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 338-339, adaptada pelo autor.

Percebe-se, ao analisar os dados do Quadro 2.2, que os indicadores fazem parte de ações realizadas em sala de aula. Os indicadores 1, 2 e 3 remetem ao trabalho com informações que podem ser utilizadas pelo professor para verificar e retomar assuntos discutidos nas aulas ou para averiguar o conhecimento prévio dos estudantes sobre um tema por meio de uma lista, por exemplo.

Quando o estudante é posto a expor suas ideias, ele busca, na sua experiência, levantar hipóteses. O professor, em sua prática, pode instigar o estudante a verificar, a explicar e a justi-

ficar suas hipóteses, de modo a possibilitar momentos de argumentação e discussões em sala de aula. Desse modo, o estudante organiza seu pensamento para encontrar a melhor resposta para o problema proposto, seja por meio da fala ou da escrita, permitindo que ele estabeleça relações entre as variáveis que surgiram durante a resolução do problema. Sendo assim, o professor pode organizar atividades que levem os estudantes a utilizarem os indicadores, auxiliando no desenvolvimento do processo da alfabetização científica.

Diante do exposto, no que remete à alfabetização científica e como identificá-la, os indicadores auxiliam a identificar indícios de que o processo está em desenvolvimento e não deve ser tomado como regra, como salienta Sasseron (2015). De acordo com a autora, eles

não devem ser tomados como um método que se espera implementar ou atingir e, portanto, não devem ser avaliados na perspectiva de ocorrência cronológica, pois representam, de modo mais específico, o envolvimento evidenciado ao longo de processos de discussão e resolução de problemas ligados às ciências e trabalhados em situações de ensino (SASSERON, 2015, p. 57).

O processo de alfabetização científica não acontece de forma rápida. Ele deve ser trabalhado diariamente, dentro e fora da escola. No entanto, pode-se tentar identificar os indícios desse processo durante o desenvolvimento de atividades com os estudantes. O entendimento dos indicadores foi fundamental para a construção das atividades que compõem a unidade didática proposta neste trabalho. Eles foram utilizados como base para a escolha de ações que pudessem favorecer o desenvolvimento e a ampliação do processo de alfabetização científica dos estudantes. Por esse motivo, eles também são elementos primordiais no processo de análise, pois estão intimamente ligados aos objetivos propostos para este trabalho.

Os indicadores são elementos importantes que devem ser considerados quando se almeja trabalhar com a alfabetização científica, mas não são os únicos. A escolha da base didático-pedagógica do planejamento faz toda a diferença para o processo. A discussão sobre as estratégias, os recursos e a teoria de ensino que serão utilizados não deve estar dissociada da discussão das habilidades e do conhecimento a ser ensinado. Somente assim o processo tem a possibilidade de fazer sentido para o estudante e para o professor.

2.2.3 A alfabetização científica e o ensino de ciências

A alfabetização científica deveria ser algo natural dentro do ensino de ciências. Contudo, por diversos fatores, ainda há ações em sala de aula que se restringem, somente, à transmissão de informações por meio de uma lista restrita de conteúdos específicos, metodologias e recursos

tradicionais, limitando o processo de ensino aprendizagem. Ressalta-se que não se está, aqui, definindo o que é certo ou errado. Entretanto, busca-se, cada vez mais, uma forma de pensar e desenvolver um ensino de ciências e, conseqüentemente, o ensino de física mais abrangente. Nesse cenário, a alfabetização científica pode contribuir para este processo. Para que ela se torne uma realidade nas aulas, é necessária uma renovação na forma de se pensar as ciências.

O foco do ensino de ciências não é mais simplesmente a explicação de um conceito, ou a utilização de uma fórmula para resolver um exercício. De acordo com Sasseron e Machado (2017), o ensino de ciências deve

ser estruturado de modo que os estudantes participem ativamente de investigações sobre assuntos que envolvam temas científicos, colocando em prática habilidades de pensamento próximas as habilidades próprias da metodologia de trabalhos científicos (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 19).

Os autores ressaltam, ainda, que esta “abordagem promove a percepção de que a ciência é uma construção humana e, portanto, social e histórica” (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 19). Além disso, um processo de ensino e aprendizagem nessa perspectiva estabelece uma relação didática própria, na qual o conhecimento é construído, reconstruído e ampliado a partir das relações estabelecidas pelos indivíduos com os instrumentos presentes no processo.

Nesse conjuntura, propõe-se, como base teórica deste estudos, a Teoria Histórico-Cultural (THC), utilizando suas contribuições para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

2.3 A teoria histórico-cultural no processo de ensino e aprendizagem

O processo de ensino e aprendizagem nos leva a pensar na educação como uma prática social. Como tal, está imersa em uma sociedade, em um tempo determinado e sujeita a várias mudanças. Discutir a educação e o processo de ensino e aprendizagem não são tarefas triviais, mas essenciais para a formação de um indivíduo e, conseqüentemente, da sociedade em que ele está inserido, como dito anteriormente. O processo de ensino e aprendizagem deve promover a formação geral do estudante, de modo que este haja de forma consciente, ativa, crítica e reflexiva na sociedade. Entende-se que isso deve ter início em um dos seus ambientes mais próximos, a sala de aula.

No intuito de promover o desenvolvimento do processo de alfabetização científica dos estudantes, o processo de ensino e aprendizagem deve ampliar seus objetivos, como já mencionado anteriormente. Desse modo, as atividades propostas para o produto educacional foram

fundamentadas na perspectiva histórico-cultural, pois compreende-se que as relações que se desenvolvem dentro do processo de ensino e aprendizagem podem auxiliar na formação do indivíduo.

2.3.1 Os fundamentos da teoria histórico-cultural na visão Vygotskiana

A teoria histórico-cultural foi proposta por Lev Semenovich Vygotsky (1896 -1934), na década de 1920, na antiga União Soviética. Também conhecida como abordagem sócio-interacionista, tem como objetivo central “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana” (VYGOTSKY, 1984, apud REGO, 1995, p. 38). Assim sendo, o desenvolvimento humano é resultado de ações sociais e culturais que se desenvolvem a partir das interações que o indivíduo faz com o meio a que pertence. Consoante a este fato, Bock, Gonçalves e Furtado, (2002) apontam que a teoria histórico-cultural

busca uma psicologia que pudesse falar do fenômeno psicológico, como registro que o homem faz da realidade e das experiências vividas, de modo a não dissociá-lo do mundo social e cultural, no qual o homem se insere e no qual encontra todas as suas possibilidades de ser e seus limites (BOCK; GONÇALVES; FURTADO, 2002, p.10).

Essa concepção é uma das principais premissas da teoria histórico-cultural, como evidencia Vygotsky da seguinte forma:

o homem é um ser social, que fora da interação com a sociedade ele nunca desenvolverá em si aquelas qualidades, aquelas propriedades que desenvolveria como resultado do desenvolvimento sistemático de toda a humanidade. (VYGOTSKY, 2010, p. 697).

Diante desse panorama, pode-se identificar a relação entre o desenvolvimento do indivíduo e seu processo de aprendizagem. Para Vygotsky, existe uma relação de interdependência entre esses processos, culminando na ideia de que o desenvolvimento se dá de fora para dentro. Segundo Vygotsky, Luria e Leontiev (2006, p. 104), “o desenvolvimento deve atingir uma determinada etapa, com a conseqüente maturação de determinadas funções, antes de a escola fazer a criança adquirir determinados conhecimentos e hábitos”. A teoria histórico-cultural é de grande valia para compreender esse processo complexo que é o ato de aprender e ensinar, dado que propicia um olhar mais amplo para os indivíduos, os elementos presentes no processo e como eles se relacionam.

O enfoque no aspecto histórico-cultural, na perspectiva de Vygotsky, baseia-se em quatro pontos fundamentais, segundo Rosa e Rosa (2004). Segundo os autores, são eles “a mediação, a internalização do conhecimento, a zona de desenvolvimento proximal e a formação de conceitos” (ROSA; ROSA, 2004, p.3).

Mediação: Por mediação entende-se a etapa do desenvolvimento do pensamento centrada na presença de estímulos e signos, o que faz com que o homem modifique as suas atividades psíquicas.

Processo de internalização: Para Vygotsky, a interação social é que provoca a alteração e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Para ele, o desenvolvimento do pensamento da criança vai do social para o individual, considerando a criança um ser social desde o momento do seu nascimento e a linguagem, uma marca histórico-cultural.

Zona de desenvolvimento proximal: Vygotsky vincula esse conceito à relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento. É esse, talvez, o fator principal da sua teoria, tendo como pressuposto básico a existência de uma diferença entre o escore obtido quando a criança desempenha uma tarefa sozinha, chamada de nível de desenvolvimento real e quando a desempenha com a ajuda de adultos ou, mesmo, através da cooperação de crianças mais adiantadas, chamado nível de desenvolvimento potencial. Pode-se dizer que a zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que não amadureceram, que estão em processo de maturação e que amadureceram, estando presentes em estado embrionário. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento prospectivamente.

Formação de conceitos: A questão relativa à formação de conceitos é, para Vygotsky, uma extensão do processo de internalização, caracterizando-se pelo confronto entre o conhecimento espontâneo e o científico. Por conceito espontâneo entendem-se aqueles que a criança aprende no seu dia-a-dia, no contato com os objetos e suas derivações no seu próprio ambiente de convivência. Já por científico entende-se o conceito assimilado de forma sistematizada, transmitido intencionalmente por metodologias específicas e decorrentes do processo ensino-aprendizagem desenvolvido no ambiente escolar (ROSA; ROSA, 2004, p. 3-4).

Em vista disso, pensando no âmbito escolar e no processo de ensino e aprendizagem, destaca-se a importância dada por Vygotsky à interação social no desenvolvimento do indivíduo. O indivíduo está em desenvolvimento mesmo antes de adentrar no ensino formal. A escola traz grandes contribuições para que ele possa, por assim dizer, “subir de nível de desenvolvimento à medida que aprende”. Na escola, sua relação com o conhecimento não se dá de forma direta, mas por meio de uma ação mediada. A fonte da medição pode ser um instrumento ou a ação de outro indivíduo, como um colega de turma e o professor, por exemplo. Sendo assim, a construção do conhecimento se dá coletivamente. No entanto, outros fatores devem ser considerados, como a “bagagem” que o estudante traz consigo.

Nesse contexto, o professor tem um papel primordial, pois ele é o agente mediador que deve propiciar a construção do aprendizado e o uso dos conceitos espontâneos dos estudantes. Isso abre caminho para a formação dos conceitos e para o processo de internalização, culminando no desenvolvimento do estudante e, conseqüentemente, no seu aprendizado.

Neste sentido, ressalta-se que a linguagem tem papel fundamental como principal mediadora na formação e no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Na perspectiva de Vygotsky, a linguagem tem papel importante para as interações e é a partir dela que o indivíduo cria as interações com o meio em que está inserido. Nas aulas de física, a troca de ideias, a argumentação, os debates e o diálogo começam a ganhar espaço retirando o caráter puramente abstrato dos conceitos, priorizando a aquisição de conhecimento na perspectiva cognitiva. Segundo Galbiatti (2014),

é através da linguagem interior e do pensamento verbal que nos tornamos capazes de compreender os argumentos que nos são apresentados no ensino de Ciências e, em particular, de Física. O aprendizado social anterior ao aprendizado de Física nos permite compreender a língua através da qual nos serão apresentados os conceitos, princípios, equações e funções dessa ciência (GALBIATTI, 2014, p. 21).

Como dito anteriormente, o contato com elementos típicos da ciência surge várias vezes por meio da mídia. Os filmes de super-heróis e de viagens pelo espaço são exemplos clássicos citados pelos estudantes para explicar alguns conceitos de física, principalmente conceitos científicos. Trazer para o contexto da sala de aula uma linguagem mais próxima do estudante é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. A dinâmica de sala de aula deve favorecer as interações entre os indivíduos que participam do processo, entretanto, vale ressaltar que existem momentos em que o estudante deve caminhar sozinho, de modo a possibilitar o processo de internalização e a construção do seu próprio conhecimento

2.3.2 O ensino de física na perspectiva da teoria histórico-cultural e do processo de alfabetização científica

O ensino de física que vise estabelecer relações com o processo de desenvolvimento da alfabetização científica deve estar amparado em atividades que possibilitem as discussões, os debates, as exposições de ideias e as percepções dos estudantes diante de um conceito ou fenômeno que será estudado. Consoante a este fato, Rosa e Rosa (2004) salientam que

em um ambiente onde ocorrem debates acerca do fenômeno em questão, as hipóteses vão surgindo e sendo discutidas e até eliminadas no decorrer da própria aula. Tal debate é um avanço na questão das relações sociais, pois traz

para a sala de aula a oportunidade de um confronto entre as mais diferentes opiniões à respeito do objeto de ensino (ROSA; ROSA, 2004, p.7).

No momento em que se concebe a sala de aula como um ambiente multicultural e dinâmico, a linguagem é fundamental para propiciar as significações e as construções conceituais, como salientam Sasseron e Machado (2017). Para a alfabetização científica, a linguagem, em todas as suas formas, tem papel decisivo para o desenvolvimento e a evolução do pensamento científico. A linguagem utilizada pelos indivíduos à nossa volta influencia diretamente a nossa forma de aprender.

A inserção de atividades argumentativas e discursivas, nas quais o estudante é posto a se expressar e confrontar suas ideias, é fundamental para a construção e a reconstrução do conhecimento. Esse ambiente, onde o diálogo entre os indivíduos se faz presente, é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem, e para o desenvolvimento da alfabetização científica e do próprio indivíduo. O ensino de física, nessa perspectiva, é muito mais abrangente, ou seja, pretende-se trabalhar a formação geral do estudante.

O ensino de física deve ser capaz de promover e desmistificar o conhecimento científico, interligando-o com a realidade do estudante para promover a compreensão dos fenômenos presentes à sua volta. Nesse cenário, mais uma vez, destaca-se o papel primordial do professor, pois ele é o agente que pode iniciar esse processo, construindo um planejamento que possibilite ao estudante se desenvolver intelectual e socialmente.

Além disso, vale ressaltar que adotar as bases da teoria de Vygotsky no processo de formação do indivíduo, no âmbito escolar, requer ampliar o olhar para os parâmetros que medem a aprendizagem atualmente, já que eles não nos dão um panorama completo do desenvolvimento do indivíduo, na nossa visão. O processo de ensino e aprendizagem não é algo simples; ele engloba vários fatores e elementos que são determinantes para o aprendizado e o desenvolvimento do indivíduo.

Entende-se que a utilização de atividades que visem à utilização dos indicadores da alfabetização científica também permeia o universo da teoria de Vygotsky e isso pode se tornar um elemento de contribuição significativa para o processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, apresenta-se no capítulo a seguir a metodologia de ensino utilizada no desenvolvimento do produto educacional proposto para este trabalho.

3 METODOLOGIA DE ENSINO

Neste capítulo são apresentados o produto educacional, os elementos utilizados na sua construção, sua estrutura e a descrição geral de cada aula.

3.1 O produto educacional

A construção e o desenvolvimento do produto educacional formam o foco principal deste trabalho, pois foi a partir de seu desenvolvimento que foi possível compreender e refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, além de coletar os dados e realizar a análise desta pesquisa. Visando construir um material que pudesse contemplar o embasamento teórico e os objetivos do trabalho, optou-se pela utilização da unidade didática como estrutura organizacional para o produto educacional.

O eixo estruturante para o produto educacional é o Sol: fonte de luz e energia. O Sol sempre despertou a curiosidade da humanidade, além disso, é primordial para a sobrevivência da vida na Terra, conforme destacado no capítulo 3. Compreender seu funcionamento e como ele nos afeta são tópicos fundamentais para a formação de um estudante. A pesquisa realizada permitiu identificar como este tópico vem sendo trabalhado na educação básica. Ao delimitar a área de estudo na astrofísica estelar, o estudo do Sol seria baseado em analisar as características evidenciadas pela radiação eletromagnética emitida por ele. Nesse contexto, escolheu-se o segundo ano do ensino médio para desenvolver o trabalho.

No segundo ano do ensino médio, o ensino de física aborda os tópicos de termologia, óptica e ondulatória. Analisando-se a definição de astrofísica dada no capítulo anterior, acredita-se que seja possível explorar de maneira mais evidente os conceitos envolvidos no estudo do Sol e a sua relação com os conteúdos regulares do segundo ano. Além disso, há a possibilidade de explorar alguns elementos, como, por exemplo, a interdisciplinaridade e a contextualização, utilizando o estudo das estrelas como elemento fundamental.

Nesse cenário, construiu-se e desenvolveu-se uma unidade didática introdutória ao conteúdo dessa etapa. No entanto, qual foi o foco desta unidade didática? Que conteúdos foram abordados? Quais abordagens e estratégias foram utilizadas?

A ideia central para o trabalho foi a de utilizar a unidade didática como uma alavanca para o estudo dos conteúdos do segundo ano do ensino médio, bem como iniciar os estudantes em atividades que favoreçam o processo de alfabetização científica. Como a unidade didática tinha um caráter introdutório, não se restringiu o debate sobre determinados conceitos a uma

única área da física, como o conceito de propagação do calor por radiação. Na apresentação desse conceito, normalmente não é explicada qual é a origem desse processo. Por esse motivo, para que o estudante pudesse compreender como ocorre esse processo, acrescentou-se na unidade a discussão sobre o espectro eletromagnético para apresentar as diferentes faixas de frequência, incluindo a do infravermelho, que é percebido na forma de calor.

Durante o segundo ano do ensino médio, estes tópicos são estudados em momentos diferentes, um em termologia e o outro em ondas. Além disso, devido ao caráter interdisciplinar da temática utilizada, vários temas que não são estudados normalmente no ensino médio puderam ser abordados, como a zona de habitabilidade de uma estrela e seu ciclo de vida, tópicos da astrofísica estelar.

A escolha de um tema de estudo é somente uma das ações pedagógicas que compõem a atividade docente relacionada ao planejamento. As ações pedagógicas relacionadas ao planejamento da aula incluem as atividades que serão desenvolvidas e seus objetivos, as abordagens e as estratégias que serão implementadas e os recursos didáticos que serão utilizados.

Essas ações são fundamentais, pois orientam o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula e, por isso, devem ser pensadas com cuidado. Nesse cenário, evidenciam-se, nas seções a seguir, esses elementos com maiores detalhes, de modo a destacar suas características e os possíveis encadeamentos no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Unidade Didática

Para alcançar os objetivos educacionais propostos, o professor tem a tarefa de planejar suas aulas a partir de várias ações pedagógicas, como evidenciado anteriormente. No ensino de física, esses elementos devem ser pensados e distribuídos, quase sempre, em uma carga horária pequena, para contemplar um número razoável de conteúdos programáticos.

No intuito de promover o desenvolvimento e a ampliação do processo de alfabetização científica, escolheu-se a unidade didática como estrutura organizadora do produto educacional. Segundo Damis (2006, p. 119), “planejar uma unidade significa, fundamentalmente, promover a integração de experiências dos alunos num todo de conteúdo significativo e selecionar experiências de aprendizagem em um campo unitário”. Sendo assim, a unidade didática tem como ponto chave a adoção de um tema estruturador ou um núcleo temático que tenha relação com as vivências dos estudantes, e que desperte nos estudantes a necessidade do conhecimento sistematizado, a apropriação de conceitos.

Souza (2015) evidencia que a escolha do eixo temático estruturador é de grande relevância no desenvolvimento de uma unidade didática. O autor aponta que

esta se configura como ponto de partida, com a visão do todo antecedendo os conhecimentos específicos, mobilizando e motivando os alunos para o estudo completo da unidade didática e o seu fechamento, com a integralização de todas as partes (SOUZA, 2015, p. 19).

A partir desse eixo, deve-se estruturar os conteúdos de modo a privilegiar a construção e a reconstrução do conhecimento pelos estudantes. Nesse sentido, a estrutura da unidade, em síntese, de acordo com Damis (2006, p. 125-126), deve apresentar os seguintes elementos: **a)** valorização dos conhecimentos prévios; **b)** definição dos objetivos educacionais; **c)** apresentação da perspectiva didática e epistemológica que fundamenta as escolhas de estratégias e recursos didáticos; **d)** estruturação dos conteúdos; **e)** organização do tempo de atividade e **f)** avaliação de aprendizagem. Todos os elementos citados devem ser expostos de forma clara e objetiva.

A sua utilização vai além do auxílio na otimização do tempo de aula. Esse modelo de organização de aulas promove certa fluidez nos conteúdos, possibilitando que os estudantes tenham uma continuidade durante o estudo dos conceitos que permeiam a ideia central da unidade didática. A adoção de um tema como estruturante do conhecimento tem o intuito de unificar e dar significação ao estudo proposto. Além disso, abre possibilidades de expandir o estudo do tema para várias áreas, constituindo uma unidade integrada e flexível.

Portanto, fazer uso de uma estrutura organizacional que possibilite uma otimização desse planejamento pode fazer grande diferença para o processo de ensino e aprendizagem.

3.2.1 A dinâmica de aula: ações desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem

A construção das atividades para a unidade didática foi embasada nas características da alfabetização científica, como o uso dos indicadores, evidenciados na fundamentação teórica. O uso da teoria histórico-cultural também foi um ponto importante para a escolha das estratégias, visto que ela fundamenta a abordagem utilizada nas aulas. O processo de ensino e aprendizagem surge na perspectiva de promover ações problematizadoras e ativas, que levem à construção do conhecimento pelos estudantes. Devido à escolha da estrutura e da fundamentação teórica para o trabalho, torna-se evidente quais as possibilidades de estratégias e recursos a serem utilizadas. Foram utilizadas algumas estratégias que nortearam a construção das atividades da unidade didática, como **1)** questões orientadoras; **2)** problema aberto; **3)** atividade experimental; **4)**

atividades de discussão, produções textuais, individuais e em grupos e 5) aulas expositivas e dialogadas.

3.2.1.1 Questões orientadoras

Ao iniciar o desenvolvimento de uma nova temática, deve-se considerar o conhecimento prévio dos estudantes acerca do tema de estudo. Na perspectiva da teoria histórico-cultural, esses conhecimentos fazem parte da zona de desenvolvimento real. A partir dela, tem-se a possibilidade de construir o novo conhecimento. Essa visão está intimamente relacionada com a ampliação dos conhecimentos científicos, proposta por Sasseron e Carvalho (2008) na formulação dos eixos estruturantes da alfabetização científica.

De modo a construir e ampliar estes conceitos, a maioria das aulas foi iniciada com uma questão que pudesse nortear a aula e incitar uma discussão. Portanto, cada aula estaria ancorada a questões orientadoras, no intuito de promover discussões, troca de ideias e levantamento de hipóteses sobre os conceitos estudados.

Na aula 01, por exemplo, a atividade contou com duas questões orientadoras que foram fundamentais para o desenvolvimento dos conceitos estudados durante toda a unidade didática. São elas: O que é o Sol? Que características tornam o Sol tão importante? O uso dessas questões, em um primeiro momento, têm como objetivo fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o Sol. Além disso, essas questões podem promover discussões e argumentações das mais variadas pelos estudantes, que são elementos fundamentais para a processo de ensino e aprendizagem que visam ampliar e construir o conhecimento.

As questões orientadoras são perguntas feitas pelo professor ao estudante. Elas podem estar presentes em qualquer momento da aula. A pergunta, segundo Sasseron e Machado (2017, p.49), “é muito importante para estimular os alunos a refletir entre si e com os objetos”. Os autores ainda salientam que

perguntar é parte da construção do conhecimentos, e a ciência, como empreendimento humano, se vale de sua lógica, método e empirismo para explorar as perguntas que emanam do mundo. A pergunta é, portanto, um objeto epistêmico, ou como expressou Bachelard: “Todo conhecimento é resposta a uma pergunta” (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 50)

Para a unidade didática, as questões orientadoras foram colocadas, normalmente, para serem discutidas no início da aula ou para iniciar o momento de exposição da teoria para que os estudantes pudessem interagir com a situação exposta pelo professor. Isso vai além de simplesmente perguntar para obter uma confirmação de resposta por parte dos estudantes, o que

pode gerar um engajamento e a curiosidade sobre o assunto estudado, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem.

3.2.1.2 Problema Aberto

Utilizar um problema aberto, no contexto proposto, teve o intuito de introduzir o estudante na prática de investigação, principalmente no que remete ao levantamento de hipóteses. Além disso, para melhorar a dinâmica da atividade, optou-se pelo uso do trabalho em pequenos grupos. Dessa maneira, os estudantes em conjunto poderiam interpretar o problema, trocando ideias e propondo soluções.

O problema aberto construído para a unidade didática foi pensado a partir de uma situação descrita em um vídeo sobre o Sol, exibido na primeira aula. No vídeo, o apresentador descreve a sonda *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO) e diz que ela é responsável por mandar informações sobre o Sol para os cientistas na Terra. A sonda SOHO envia as imagens do Sol em tempo real. A partir disso, pensou-se em um problema que possibilitasse explorar duas características de uma estrela, a cor e a temperatura, para discutir o ciclo de vida de uma estrela. O problema é apresentado, em detalhes, na descrição das aulas.

Para construir este problema, foi utilizado como base o trabalho de Clement e Terrazzan (2012), no qual os autores apresentam um estudo sobre práticas didáticas de resolução de problemas baseadas em situações-problema, cujos desenvolvimentos, em sala de aula, procuram seguir uma abordagem investigativa. Além disso, apresentam o que é um problema aberto e exemplos de como construí-los. Para os autores,

de maneira bastante genérica, pode-se afirmar que uma dada situação caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando, ao procurar resolvê-la, ele não chega a uma solução de forma imediata ou automática. Neste caso, necessariamente, o solucionador envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões culminando, usualmente, no estabelecimento de uma determinada seqüência de passos ou etapas a serem seguidas (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012, p. 100).

O problema aberto idealizado para a unidade não é algo da realidade imediata dos estudantes, mas remete a uma situação que vai acontecer com o Sol durante seu ciclo evolutivo. Ele tem como propósito auxiliar na discussão sobre o ciclo de vida de uma estrela, tema da segunda aula. Nesse contexto, o problema tem como função contribuir para que os estudantes levantem hipóteses e reflitam sobre o contexto apresentado, de forma qualitativa e não imediata. Isso é

feito a partir do conhecimento que possuem naquele momento, para ampliá-los posteriormente.

Consoante a este fato, Oliveira, Araujo e Veit (2017) salientam que os problemas abertos

são capazes de contribuir significativamente com uma aprendizagem mais profunda de diversos conceitos de Física, conhecimentos procedimentais e atitudinais, por diversos motivos, dentre eles: a) favorecem o trabalho colaborativo e facilitam a transição entre as experiências da vida cotidiana e a compreensão dos conceitos físicos; b) contribuem para a mudança do ritmo da aula e força os alunos a terem um papel ativo; c) favorecem a superação das dificuldades conceituais e epistemológicas por parte dos estudantes (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2017, p. 13).

A atividade na qual foi apresentado o problema aberto aos estudantes foi idealizada para ser desenvolvida em grupo, justamente para que pudessem trocar ideias e buscar estratégias para compreender o problema e resolvê-lo.

3.2.1.3 Atividade Experimental

A unidade didática tem uma atividade experimental em sua composição. Esse tipo de atividade, além do caráter motivacional, possibilita que os estudantes tenham contato com a coleta e a análise de dados para explicar e interpretar o fenômeno observado. No desenvolvimento da atividade, os estudantes fazem todo o processo experimental; o papel do professor é o de mediador. A atividade tem um objetivo primário de fazer com que os estudantes estabeleçam relações entre o experimento e alguns fenômenos e conceitos estudados nas aulas. Para isso, a atividade inicia-se com um questionamento inicial que deve ser investigado pelos estudantes a partir da atividade experimental.

A atividade experimental escolhida é normalmente utilizada para discutir o corpo negro, qual seja, aquecimento de latinhas de alumínio coloridas, a partir da radiação emitida por uma lâmpada incandescente ou pelo Sol. Na atividade, a intenção foi discutir com os estudantes a relação entre a luz e o aquecimento das latinhas, de modo a estabelecer uma relação entre a luz e a energia, mostrando que recebemos luz e energia do Sol. A construção da atividade experimental foi embasada no que Sasseron e Machado (2017) evidenciam como laboratório investigativo. De acordo com os autores,

o laboratório investigativo envolve os alunos em um processo de investigação em que eles devem criar hipóteses, elaborar um plano de trabalho, tomar dados e discutir conclusões, para assim construir explicações para a ocorrência de um dado problema (SASSERON, MACHADO, 2017, p. 66).

Esse tipo de atividade permite a aproximação dos estudantes com o conteúdo estudado, promovendo oportunidades para que possam construir o conhecimento ao longo do processo. Além disso, eles são postos a refletir, discutir, explicar e relatar elementos fundamentais para uma investigação científica e para o processo de alfabetização científica.

3.2.1.4 Atividades de discussão, produções textuais, individuais e em grupos

Para o desenvolvimento dessas atividades em sala de aula, a interação entre os indivíduos presentes no processo é muito importante. A interação possibilita o diálogo e a argumentação entre as partes. Para Vygotsky, é a partir da interação que se constrói o conhecimento, como enfatizado na fundamentação teórica. A interação é uma ação resultante da mediação entre os indivíduos e os instrumentos presentes no processo. Fazer uso dos grupos é importante para trabalhar a interação entre os estudantes e melhorar a dinâmica das atividades e do processo. No entanto, para o desenvolvimento mais completo dentro do processo, as atividades individuais também são indispensáveis, visto que existem momentos em que o estudante precisa internalizar aquilo que aprendeu.

Nesse sentido, privilegiamos, na construção das atividades, os momentos de discussão em grupos e com a turma para que os estudantes pudessem colocar em prática o diálogo, pois a linguagem tem papel fundamental na construção do conhecimento. Além destes, planejou-se atividades de produções textuais em que os estudantes pudessem desenvolver ou ampliar suas habilidades de justificativa, de fazer listas, sínteses e organizar seu pensamento, por exemplo. Essas habilidades, segundo Sasseron e Carvalho (2008), são alguns dos indicadores do desenvolvimento do processo de alfabetização científica.

3.2.1.5 Aulas expositivas e dialogadas

De modo a possibilitar uma maior aproximação entre professor e estudante durante as atividades, a maioria das aulas foi expositiva e dialogada, uma aula em que o estudante pode questionar e argumentar com o professor para trocar ideias e construir o conhecimento. Nesse sentido, a aula expositiva e dialogada atende à proposta deste trabalho. Essas aulas foram embasadas na perspectiva adotada por Anastasiou e Alves (2009). Para as autoras, a aula expositiva e dialogada

pode ser descrita como uma exposição de conceitos, com a participação ativa dos alunos, onde o conhecimento prévio é extremamente importante, devendo

ser considerado este o ponto de partida. O professor leva os alunos a questionarem, interpretarem, discutirem o objeto, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade (ANASTASIOU; ALVES, 2009, p. 67)

O diálogo e as interações discursivas e argumentativas são fundamentais no processo de alfabetização científica e de ensino e aprendizagem. Estabelecer essa relação com o estudante é fundamental, uma vez que pode evitar alguns entraves no aprendizado. O estudante que percebe no professor a abertura ao diálogo é mais ativo em sala de aula e este fato pode fazer diferença na sua formação. A maioria das atividades desenvolvidas para a unidade didática foi confeccionada para promover o desenvolvimento do processo de alfabetização científica. Nesse contexto, as principais referências de leitura para a construção dessas atividades foram os trabalhos de Sasseron e Carvalho (2008, 2011) e de Sasseron e Machado (2017). Na próxima seção apresentam-se a organização proposta para a unidade e um breve resumo da dinâmica das aulas.

3.2.2 Organização da unidade didática

A unidade didática está organizada em sete aulas de 50 minutos. As aulas são apresentadas aqui em quadros contendo os principais elementos que são os objetivos educacionais, os conteúdos, a dinâmica de aula e os recursos didáticos. A primeira aula, intitulada o Sol, apresentada no Quadro 3.1, parte de questões orientadoras para introduzir o assunto e explorar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o Sol e suas características. Além disso, tem o intuito de promover a troca de ideias entre os estudantes por meio das discussões sobre a importância do Sol.

Quadro 3.1 – Descrição geral da Aula 01

Aula 01	O Sol
Conteúdos	Estrelas e suas características.
Dinâmica de aula	<p>Parte 1: exploração das questões orientadoras: o que é o Sol? Que características tornam o Sol tão importante?</p> <p>Parte 2: produção individual dos estudantes para levantamento dos conhecimentos prévios. Eles deverão listar e justificar suas respostas às questões em tópicos ou texto para serem entregues ao professor.</p> <p>Parte 3: discussão com a turma, identificando no quadro as principais características elencadas pelos estudantes.</p> <p>Parte 4: exibição de um vídeo sobre o Sol. Este vídeo faz parte da série ABC da astronomia do canal TV escola, episódio - O Sol.</p> <p>Parte 5: finalização da aula pelo professor, discutindo a principal característica do Sol, que é ser uma estrela, por isso, uma fonte de luz e energia.</p> <p>Parte 6: tarefa para casa: Questionário sobre o vídeo e características do Sol.</p>
Recursos Didáticos	Vídeo, data-show, questionário, quadro e giz.

Fonte: Autor (2019).

A tarefa para casa foi adicionada para que os estudantes pudessem assimilar melhor os conceitos apresentados no vídeo e explorar as habilidades de síntese e justificava. Trata-se de um questionário curto, com quatro questões pontuais sobre alguns conceitos abordados no vídeo que serão importantes para discussões futuras. Na proposta, os estudantes deverão entregar o questionário no início da segunda aula, pois alguns tópicos serão discutidos ao longo da mesma. Na segunda aula, o objetivo é levar o estudante a investigar, levantar hipóteses e argumentos a partir de um problema aberto. O problema faz uma conexão com o vídeo da aula 01, utilizando a sonda SOHO como ponto de partida para discutir o estágio evolutivo das estrelas e do Sol. No Quadro 3.2 apresenta-se uma breve descrição dessa aula.

Quadro 3.2 – Descrição geral da Aula 02

Aula 02	O ciclo de vida do Sol
Conteúdos	Evolução estelar e as principais características apresentadas pelo Sol durante seu ciclo de vida.
Dinâmica de Aula	<p>Parte 1: investigação e discussão, em grupo, de um problema aberto. A produção textual sobre o problema deve ser entregue ao professor.</p> <p>Problema: vimos no vídeo que a sonda SOHO envia imagens do Sol em tempo real para cientistas aqui na Terra. Uma falha na sonda começa a impedir que as imagens sejam mandadas para a Terra. Para corrigir essa falha, a sonda deve entrar em manutenção. Antes desse processo, os cientistas receberam uma imagem do Sol, cuja análise apontou que ele está esfriando. Nessas condições, como seria a “aparência” do Sol, capturada por essa imagem?</p> <p>Parte 2: discussão com a turma sobre o problema, complementando com a questão seguinte: O que aconteceria com a Terra se o Sol começasse a esfriar e parasse de produzir energia? A ideia dessa discussão é que os estudantes pensem nas consequências desse fenômeno aqui na Terra.</p> <p>Parte 3: aula expositiva dialogada sobre o ciclo de vida das estrelas e do Sol, retomando o problema e a questão apresentados anteriormente.</p>
Recursos Didáticos	Material do estudante, imagens, computador e data-show, quadro e giz.

Fonte: Autor (2019).

Na parte 3 desta aula, pretende-se dar ênfase ao ciclo de vida do Sol e suas consequências aqui na Terra. Propõe-se explicar o ciclo de vida do Sol apresentando as principais características das fases principais, protoestrela, fase atual, fase das gigantes e a fase final, além da discussão sobre a habitabilidade planetária, relacionando-a com o problema e a questão proposta para a aula. Com a terceira aula, apresentada no Quadro 3.3, iniciam-se os estudos sobre radiação eletromagnética a partir de uma atividade experimental. O objetivo é que os estudantes identifiquem a relação existente entre luz e energia.

Quadro 3.3 – Descrição geral da Aula 03

Aula 03	Recebemos do Sol luz ou energia?
Conteúdos	Temperatura, radiação térmica, absorção, reflexão e emissão da luz.
Dinâmica de aula	<p>Parte 1: revisão das principais características de uma estrela, apresentadas nas aulas anteriores, destacando novamente o fato de ser uma fonte de luz e energia.</p> <p>Parte 2: atividade experimental em grupos - Recebemos do Sol luz ou energia?</p> <p>Parte 3: discussão com a turma e produção de uma síntese individual sobre o experimento.</p>
Recursos Didáticos	Materiais para a realização do experimento (latinhas de alumínio coloridas, termômetro, cronômetro, lâmpadas com interruptor, material do estudante, quadro e giz).

Fonte: Autor (2019).

A atividade experimental proposta foi baseada em um experimento sobre corpo negro disponibilizado pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF/UFRGS). Este experimento visa demonstrar que a luz emitida por uma fonte contém energia e que esta pode ser emitida, refletida e absorvida pela matéria. No entanto, por ser de caráter introdutório, não se discute com os estudantes a interação entre radiação e matéria. A proposta é que o experimento seja realizado em um dia ensolarado, mas, caso não seja possível, uma lâmpada incandescente pode ser a fonte primária. Além da relação de aquecimento das latinhas, os estudantes devem pensar em estabelecer uma relação entre luz e energia, cor e temperatura. Para a quarta aula, propõe-se uma discussão partindo de uma questão orientadora, aula expositiva dialogada e, em seguida, uma sistematização de informações pelos estudantes. Essa aula, descrita no Quadro 3.4, tem como proposta introduzir os conceitos de radiação, radiação eletromagnética, a luz como onda eletromagnética e propagação de calor por radiação.

Quadro 3.4 – Descrição geral da Aula 04

Aula 04	Conhecendo a radiação eletromagnética
Conteúdos	Propagação de calor por radiação, a luz como onda eletromagnética e a radiação eletromagnética.
Dinâmica de Aula	<p>Parte 1: breve discussão com a turma sobre a questão seguinte: como a luz e a energia do Sol chegam aqui na Terra?</p> <p>Parte 2: utilização da aula expositiva dialogada para introduzir os conceitos sobre radiação eletromagnética, propagação de calor por radiação e a propagação da luz como onda eletromagnética.</p> <p>Parte 3: organização e sistematização dos conceitos estudados em torno dos questionamentos abordados até o momento.</p>
Recursos Didáticos	Computador e data-show, imagens, quadro e giz.

Fonte: Autor (2019).

Propõe-se, para esta aula, utilizar os conhecimentos adquiridos nas outras aulas para contextualizar o tema, pois não serão apresentadas as definições de forma avançada. Alguns conceitos serão vistos pela primeira vez pelos estudantes, por isso, o uso da aula expositiva dialogada como atividade para apresentá-los. Após a discussão, os estudantes devem ser capazes de organizar as informações que receberam nessas primeiras aulas. Sugere-se que isso seja realizado de forma individual e que seja uma produção pequena, devido ao tempo proposto e ao propósito da atividade, que é a sistematização de informações. É importante que o estudante consiga se expressar de forma clara e sucinta, sem perder informação.

A principal discussão da aula 5 está relacionada com a apresentação do espectro visível (luz visível) e sua relação com a temperatura. Para esta discussão, propõe-se a utilização dos resultados e da discussão da atividade experimental da aula 03. A descrição geral da quinta aula é apresentada no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Descrição geral da Aula 05

Aula 05	Conhecendo a radiação eletromagnética: o espectro eletromagnético
Conteúdos	Introdução do estudo sobre o espectro eletromagnético e suas principais características, decomposição da luz branca, absorção, emissão e reflexão da luz, relação entre cor e temperatura.
Dinâmica de Aula	<p>Parte 1: introdução do conceito de espectro eletromagnético, em uma aula expositiva dialogada, para explicar as formas de radiação que chegam à Terra.</p> <p>Parte 2: propõe-se relacionar o espectro da luz visível com o experimento para introduzir os conceitos de frequência e comprimento de onda, fazendo uso de uma aula expositiva dialogada.</p> <p>Parte 3: discussão e formalização sobre os conceitos abordados na aula.</p>
Recursos Didáticos	Data-show, computador, imagens, quadro e giz.

Fonte: Autor (2019).

Na aula 05, os estudantes podem rever e reavaliar os conceitos estudados e estabelecer novas relações entre eles. O entendimento dos conceitos desta aula é fundamental para as discussões finais da unidade e a retomada do eixo central proposto para o estudo. Na aula 06, descrita no Quadro 3.6, retoma-se a discussão sobre as características de uma estrela. Por meio da luz emitida pelas estrelas, pode-se determinar suas principais características. Esta aula tem o objetivo de estudar as informações sobre os corpos celestes obtidos a partir da radiação eletromagnética, principal forma dos cientistas estudarem as estrelas.

Quadro 3.6 – Descrição geral da Aula 06

Aula 06	Radiação eletromagnética: a "informação" que vem das estrelas
Conteúdos	Estudo das principais informações que podem ser obtidas sobre uma estrela a partir da radiação eletromagnética emitida por ela: classificação espectral e classe de luminosidade.
Dinâmica de aula	<p>Parte 1: questão orientadora: Que informações podemos obter sobre uma estrela a partir da emissão da radiação eletromagnética? Atividade em grupos: os estudantes devem analisar imagens (ou ilustração representativa) de estrelas com diferentes cores e identificar e listar as características principais.</p> <p>Parte 2: discussão com a turma para verificar as informações levantadas por eles para cada tipo de estrela.</p> <p>Parte 3: aula expositiva dialogada, na qual o professor apresenta as principais informações que podemos obter a partir da radiação eletromagnética e da análise do espectro.</p> <p>Parte 4: tarefa de casa: leitura do material sobre a confecção dos esquemas e estruturas organizacionais para o desenvolvimento da atividade da próxima aula.</p>
Recursos Didáticos	Data-show, computador, imagens, o material do estudante, quadro e giz.

Fonte: Autor (2019).

A tarefa de casa proposta para aula 06 é a leitura de um material que descreve como organizar e criar esquemas organizacionais. O esquema proposto para a turma é baseado em uma abordagem hierárquica e em etapas de desenvolvimento que são listar, ordenar, relacionar, conectar e esquematizar. No produto educacional, esses materiais serão descritos nos materiais de apoio.

A sétima aula finaliza os estudos propostos para esta unidade. Desse modo, propõe-se, como atividade final, a construção de esquemas organizacionais sobre os conceitos estudados, partindo do Sol como ponto central da discussão. Esta aula é apresentada no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 – Descrição geral da Aula 07

Aula 07	O Sol, a nossa estrela
Conteúdos	Revisão dos principais conceitos da unidade
Dinâmica de aula	<p>Parte 1: construção de um esquema em grupo abordando as características do Sol.</p> <p>Parte 2: breve discussão sobre as características do Sol, partindo dos esquemas e das manifestações dos grupos.</p> <p>Parte 3: construção do esquema para a turma e discussão final.</p>
Recursos Didáticos	Papel kraft, papel A4, canetas, cola, tesoura e o material do estudante.

Fonte: Autor (2019).

Com o uso da estrutura organizacional proposta para atividade final, pode-se investigar a linha de pensamento que os estudantes utilizaram para compreender os conceitos estudados nesta unidade. A atividade proposta para esta aula consiste na elaboração de dois esquemas organizacionais, sendo um em grupo e outro para a turma. Propõe-se, para esta aula, a confecção dos esquemas embasada em discussões e argumentações. Não se trata, aqui, de uma simples organização do conhecimento. O intuito é o de promover a argumentação, a investigação e a colaboração entre os estudantes, possibilitando o desenvolvimento e a ampliação de indicadores do processo de alfabetização científica.

A partir do desenvolvimento da unidade didática, apresentada de forma breve nos quadros, foram coletados os dados para a pesquisa. A escolha desta estrutura possibilitou a diversidade de ações apresentadas. Esta diversidade de atividades, recursos e estratégias pode trazer várias contribuições para o processo de ensino e aprendizagem e para a pesquisa.

No capítulo 4, apresenta-se a metodologia de pesquisa utilizada na realização deste trabalho.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo aborda-se os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa. Primeiramente, apresenta-se a natureza da pesquisa, e, em seguida, descreve-se o contexto em que foi realizada, assim como os instrumentos utilizados para a coleta de dados. Por fim, apresenta-se os procedimentos usados para a análise dos dados coletados.

4.1 Natureza da pesquisa

O referencial metodológico desta pesquisa está voltado para a abordagem qualitativa, pois tem como objetivo analisar os dados provenientes do contexto de sala de aula como uma forma de compreendermos os significados das ações vivenciadas pelos participantes da pesquisa. A metodologia qualitativa é adequada para esta pesquisa porque nos permite entender que a sala de aula é um lugar privilegiado para compreendermos, por meio das interações que acontecem, como o discurso é construído na produção escrita dos estudantes. Com isso, a pesquisa possibilita a descrição das interações, fatos e fenômenos ocorridos naquela realidade, a partir de uma visão interna dos acontecimentos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis, como salienta Minayo (2002, p. 22).

4.2 Contexto e Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida numa instituição de ensino público estadual que atende aos ensinos fundamental e médio, no município de Lavras, Minas Gerais. Participaram da pesquisa, estudantes do 2º ano do Ensino Médio, turno diurno, com idades entre 16 e 18 anos, tendo o processo de escrita em sala de aula como o foco primordial do trabalho.

O delineamento da pesquisa envolveu a minha própria prática pedagógica durante sete aulas de física em três turmas (A, B e C) do segundo ano do ensino médio, desenvolvidas durante o início do ano letivo de 2018. Na ocasião, eu não era professora desta escola, mas realizei junto à professora de física e com autorização da escola as atividades descritas no produto educacional.

Para fins de análise, optou-se por investigar as produções desenvolvidas pelos estudantes da turma A, uma vez que não ocorreram ausências dos estudantes no período de desenvolvimento da atividade.

4.3 Desenvolvimento das atividades em sala de aula: coletando e preparando os dados da pesquisa

Nossa proposta foi investigar indícios do desenvolvimento do processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio em uma perspectiva problematizadora e participativa frente à construção do conhecimento, a partir do desenvolvimento de uma unidade didática. As atividades desenvolvidas em sala de aula, descritas no capítulo anterior, levaram os estudantes a momentos de argumentação, escrita, análises e sínteses. Os materiais produzidos foram coletados para servir de base para a pesquisa, de acordo com os instrumentos descritos a seguir.

4.3.1 Instrumentos de coletas de dados

A coleta de dados foi realizada a partir das produções escritas (questionários e produções livres, como sistematização, por exemplo) elaboradas pelos estudantes nas atividades individuais e de grupo. Outro instrumento de coleta utilizado foi o diário de campo, uma vez que o pesquisador é um ente participante da pesquisa e sua perspectiva também deve ser analisada. No diário de campo, registrou-se as informações da dinâmica de aula de cada atividade desenvolvida para a unidade didática, aspectos do ambiente (sala de aula e escola) e descrição dos sujeitos e do observador (professor/pesquisador). A observação, um componente importante para a coleta de dados, deu-se de forma simples e direta, possibilitando complementar as informações, principalmente aquelas relacionadas ao comportamentos, ações, interação e colaboração entre os estudantes. Algumas anotações foram realizadas em sala de aula e outras posteriormente.

4.3.2 Organizando e preparando os dados para a análise

A organização e preparação dos dados para a análise aconteceu em três fases: organização, leitura e identificação e transcrição das produções escritas pelos estudantes.

4.3.2.1 Fase 1: organização dos dados

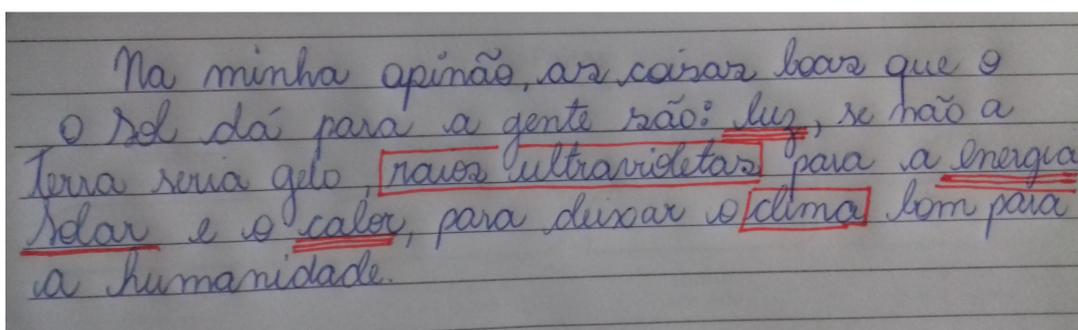
Composta pela organização dos dados coletados em sala de aula, ou seja, os materiais desenvolvidos pelos estudantes e o diário de campo. Optou-se por separar os materiais por aula e por estratégia de desenvolvimento da produção escrita - atividades individuais e em grupos. Além disso, fez-se o uso de códigos para identificar os estudantes e os grupos. Nas atividades

individuais, identificou-se o material de cada estudante, de acordo com o código atribuído a eles na primeira atividade como, por exemplo, E1. A turma era composta por 40 estudantes. Para as atividades em grupos, optou-se pelos códigos G1 a G8. Cada grupo foi integrado por cinco estudantes. Decidiu-se por manter o mesmo grupo em todas as atividades. Optou-se pela codificação para manter a integridade dos estudantes e da pesquisa, além de preservar a identidade dos estudantes. O diário de campo foi transcrito e utilizou-se os trechos relevantes durante as análises das aulas.

4.3.3 Fase 2: leitura e identificação de elementos relevantes nos dados

A partir do material organizado na primeira fase, realizou-se uma leitura paralela entre a produção escrita dos estudantes e o texto produzido a partir do diário de campo. Durante a leitura, identificou-se e destacou-se aspectos importantes, como, por exemplo, uma colocação diferenciada de um estudante durante a aula ou uma justificativa bem fundamentada para o problema proposto, e o uso de termos específicos ou científicos. Fez-se marcações logo abaixo das palavras para facilitar o processo de análise. Na Figura 4.1, exemplifica-se o procedimento realizado para identificação de vários conceitos.

Figura 4.1 – Exemplo de identificação realizada na fase 2



Legenda: exemplo de identificação (E15) de termos específicos e/ou relevantes para análise.

Fonte: Autor (2019)

4.3.3.1 Fase 3: transcrição das produções escritas pelos estudantes

Optou-se por transcrever a produção escrita desenvolvida pelos estudantes para utilizar os trechos relevantes na análise. As produções utilizadas como exemplos ou destaques na análise serão apresentadas nos Apêndices A, B, C e D.

4.4 Procedimento de análise de dados coletados

Após a organização descrita nas fases 1, 2 e 3, optou-se por fazer a análise aula por aula. Cada aula teve no mínimo uma produção escrita desenvolvida pelos estudantes. Com isso, priorizou-se descrever a dinâmica de aula e analisar as produções desenvolvidas em sala e tarefas de casa e, por fim, fazer algumas considerações sobre a aula.

Na descrição da aula, buscou-se as anotações do diário de campo para relembrar o desenvolvimento da dinâmica da aula. Adotou-se como perspectiva, descrever e analisar cada momento das aulas, em conjunto, visto que acredita-se ser mais viável para a leitura do texto.

As atividades desenvolvidas nas aulas, resultaram em produções escritas que foram a base de nossa análise. Como dito anteriormente, utilizou-se como estratégias para desenvolvimento das atividades grupos e atividades individuais, resultando em procedimentos de análises diferentes. Destaca-se nas seções abaixo, o processo utilizado para analisar as produções escritas.

4.4.1 Processo de análise das produções desenvolvidas individualmente

Para as aulas 01, 04 e 05, optou-se pelo uso da estratégia de produção individual: sistematizações, questionários e produções livres desenvolvidas, individualmente, por cada estudante. Na aula 01, analisou-se duas produções, a primeira, em resposta à questão orientadora da aula e a segunda, o questionário para casa. A aula 04, teve como proposta de produção da sistematização dos conceitos estudados nas aulas anteriores. Na aula 05, os estudantes produziram materiais resultantes da explicação de conceitos e a relação existente entre eles.

4.4.1.1 Atividades da aula 01

As questões orientadoras tiveram por objetivo de identificar o conhecimento prévio/espontâneo dos estudantes sobre as características que tornam o Sol tão importante. Deste modo, a partir da transcrição do material escrito, agrupamos as características em três categorias:

1. **Características gerais:** aquelas que apareceram com mais frequência;
2. **Características específicas:** que surgiram com menor frequência;
3. **Característica única:** aquelas que surgiram uma única vez.

O questionário foi dado como tarefa de casa e estava relacionado com o vídeo assistido em sala. O questionário contém quatro questões abertas que foram confeccionadas baseadas no vídeo. O objetivo da aplicação do questionário foi verificar a habilidade de explicar e justificar dos estudantes em relação a uma pergunta, bem como a habilidade de extrair e utilizar as informações do vídeo. Para fins de análise, procurou-se detectar nas produções categorias relacionadas ao nível de justificativa e a temática abordada para responder.

Quanto ao nível das justificativas, optou-se por identificar nas produções as seguintes categorias:

1. **Nível 1:** resposta sem explicação ou justificativa;
2. **Nível 2:** respostas com justificativas na temática da questão;
3. **Nível 3:** respostas com justificativas que fogem à temática da questão.

Essas categorias foram utilizadas para analisar a temática ou assunto abordado pelos estudantes para responder às questões. Cada questão teve um escopo de categorias diferente, pois elas tratavam de conceitos diferentes, ou seja, surgiram a partir das produções. Essas serão evidenciadas na análise das questões, no capítulo 5.

4.4.1.2 Atividades da aula 04

A produção desenvolvida na aula 04 foi uma sistematização de informações sobre as aulas 03 e 04. Sistematizar requer mais do que a organização dos dados. Requer uma ação reflexiva do sujeito, possibilitando identificar a interpretação deste sobre o assunto estudado. Com a finalidade de verificar se os estudantes compreenderam os conceitos estudados, analisou-se na produção transcrita as relações estabelecidas entre os conceitos de propagação de calor por radiação, a emissão, a reflexão e a absorção da luz e se estabeleceram as conexões entre o experimento e os fenômenos no cotidiano, como, por exemplo, o processo de aquecimento da Terra.

4.4.1.3 Atividades da aula 05

A análise das produções da aula 05 foi realizada em duas partes, a primeira relacionada às definições dos conceitos estudados (questão 01) e a segunda relacionada habilidades de justificativa, explicação e conclusão, além da organização de informações e as relações estabelecidas entre elas.

4.4.2 Processo de análise das produções desenvolvidas em grupos

A análise das produções da aula 05 foi realizada em duas partes, a primeira relacionada às definições dos conceitos estudados (questão 01) e a segunda relacionada com as relações que estudantes estabelecem entre os conceitos de luz, energia, cor e temperatura (questão 02).

Optou-se por analisar as produções, das quais buscou-se identificar, nas definições dos conceitos (questão 01), as respostas que se aproximavam da definição na literatura, as respostas que utilizaram os conceitos estudados em sala e aquelas que fugiram do tema e/ou ficaram sem resposta (em branco).

Para a questão 02, fez-se a análise verificando a ocorrência e o uso de conceitos científicos para explicar as conexões entre os assuntos estudados, além de identificar se as explicações estavam coerentes e articuladas. Essa escolha de análise deveu-se ao objetivo proposto para esta atividade. A produção teve a finalidade de constatar o uso de habilidades relacionados a justificativa, explicação e conclusão, além da organização de informações e as relações estabelecidas entre elas.

4.4.2.1 Atividade da aula 02

A análise do problema aberto foi realizada verificando as hipóteses e as justificativas dadas pelos grupos para o problema. Analisou-se a produção dos grupos evidenciando as hipóteses para a aparência do Sol e as justificativas que corroboram a ideia. Para analisar as justificativas, optou-se por verificar os conceitos físicos (científicos) e conceitos espontâneos (conhecimento prévio) utilizados pelos grupos na produção escrita. O nível da justificativa, destacado na seção 4.4.1.1, também foi utilizado para complementar a análise e identificar as conexões estabelecidas pelo grupo. Buscou-se identificar, com estas atividades, o uso de habilidades como o pensamento crítico, curiosidade científica, a autonomia, desenvolvimento e as consequências do trabalho em equipe.

4.4.2.2 Atividade da aula 03

Na aula 03, a atividade desenvolvida envolveu a realização de um experimento, de modo a comprovar a relação existente entre luz e energia e estabelecer conexões com os processos de emissão, absorção e reflexão da luz. A atividade foi desenvolvida em duas etapas: realização do experimento com a coleta de dados e a análise e discussão dos resultados. Utilizou-se do

diário de campo e da produção dos estudantes para identificar a linha de raciocínio escolhida para análise de dados coletados durante o experimento.

4.4.2.3 Atividade da aula 06

A atividade da aula 06 foi desenvolvida de modo que os estudantes levantem hipóteses (discussão geral com a turma) a partir de uma questão norteadora e, em seguida, se reunissem em grupo para verificar e discutir essas hipóteses. O material disponibilizado para os estudantes continha a imagem ilustrativa de sete tipos de estrelas. Os grupos deveriam discutir e sistematizar as características que acreditam descrever tal estrela.

Optou-se, para fins de análise, fazer o agrupamento das características por estrela e comparar as informações elencadas pelos grupos em sala de aula com as informações científicas sobre a classificação das estrelas, apresentadas na literatura. Fez-se um comparativo entre esses agrupamentos para identificar as hipóteses e as justificativas dadas pelos grupos, bem como a verificação dos usos de conceitos científicos para descrever as características.

A seguir, no capítulo 5 são apresentados os detalhes e os procedimentos mencionados nas seções acima. São evidenciadas as dinâmicas das aulas, as análises e resultados das atividades, bem como, as considerações gerais sobre cada aula.

5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE

Neste capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos a partir do desenvolvimento da unidade didática, faz-se a descrição das atividades e demonstram-se os resultados da análise dos dados coletados nas produções dos estudantes.

5.1 Descrição e análise da Aula 01

A aula teve início com o seguinte questionamento inicial, para identificar o conhecimento prévio dos estudantes: O que é o Sol? Que características tornam o Sol tão importante? Foi proposto a eles que, individualmente, pensassem nessa questão e produzissem uma lista indicando as características do Sol que eles considerassem importantes, apresentando uma justificativa para a sua escolha. Foi dado um tempo de, aproximadamente, 15 minutos, para que os estudantes pudessem escrever. Nesse primeiro momento de análise, foram destacadas somente as características elencadas. As justificativas dadas pelos estudantes são analisadas na sequência. Optou-se por fazer esta separação, pois alguns deles não justificaram suas respostas, mas fizeram uma lista com as características.

No Quadro 5.1 são apresentadas as características elencadas pelos estudantes, de acordo com a classificação apresentada na metodologia de pesquisa.

Quadro 5.1 – Classificação das características elencadas pelos estudantes

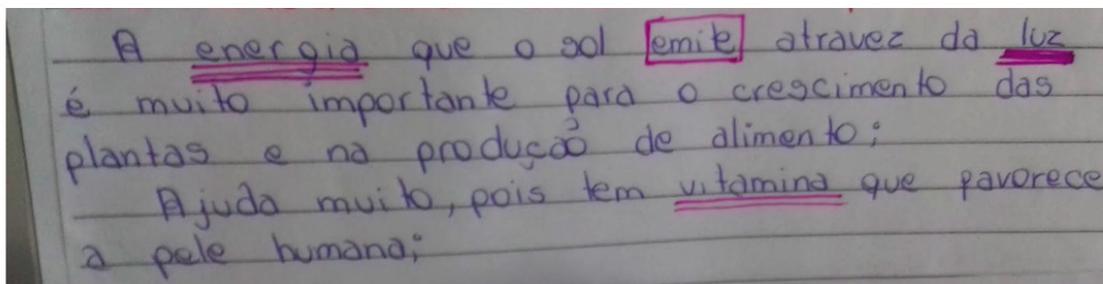
	Classificação	Características elencadas pelos estudantes
I	Características gerais	Luz, calor, energia, vitamina D, fotossíntese, aquecimento, luminosidade.
II	Características específicas	Estrela, brilho, raios ultravioletas, raios solares, energia solar, vitamina.
III	Outras características	Energia térmica, cor alaranjada, tamanho, distância, composição química, temperatura.

Fonte: Autor (2019).

Analisando-se as respostas e os textos produzidos pelos estudantes, percebe-se uma tendência nas respostas. A maioria justificou suas escolhas evidenciando a importância do Sol para a vida na Terra. Destacam-se, a seguir, algumas respostas obtidas (Figuras 5.1, 5.2 e 5.3).

Conforme se observa na Figura 5.1, o estudante E13 evidenciou uma relação entre a energia e a luz. Para ele, a luz emite energia e esta auxilia no crescimento das plantas.

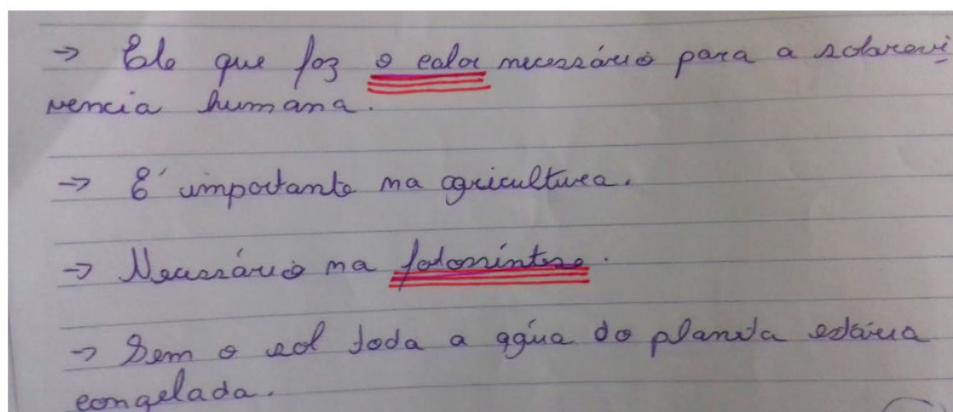
Figura 5.1 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E40



Fonte: Autor (2019)

Para o estudante E40 (Figura 5.2), não é possível perceber de forma clara essa relação. No entanto, ela aparece de modo implícito, visto que ele elencou o processo de fotossíntese.

Figura 5.2 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E13

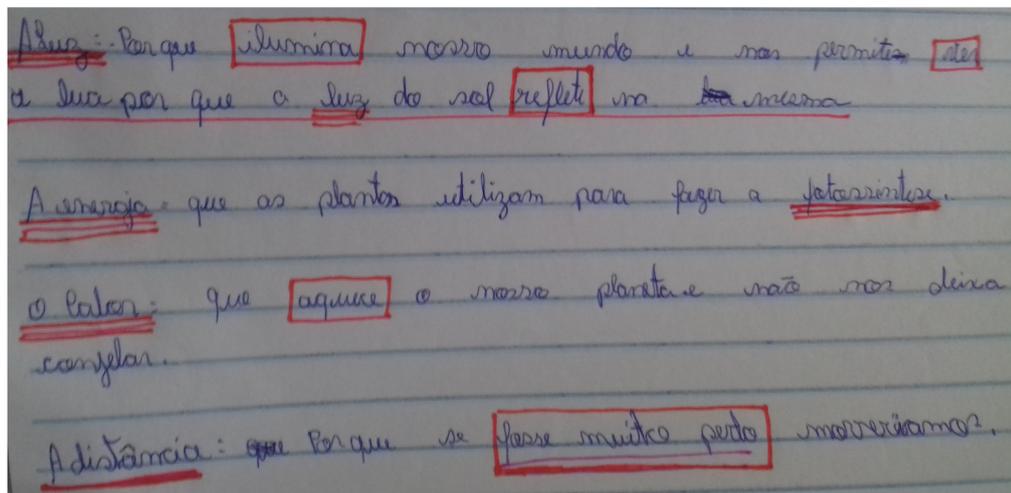


Fonte: Autor (2019)

Algumas justificativas se destacaram pela explicação de conceitos físicos relacionados às características elencadas, como a do estudante E39, apresentada na Figura 5.3.

Uma das características mais elencadas pelos estudantes foi a luz. A justificativa para a escolha desta característica estava, na maioria das vezes, ligada ao processo de fotossíntese, à claridade, à iluminação e ao brilho do Sol e sua relação com a vida. Entretanto, o estudante E39 apontou um fenômeno físico muito importante, qual seja, a reflexão da luz e sua relação com a visão e, além disso, destacou a relação entre a distância do Sol à Terra e qual seu impacto na Terra, caso ela sofresse alguma mudança.

Figura 5.3 – Identificando as características do Sol - produção do estudante E39



Fonte: Autor (2019)

Durante a escolha da questão orientadora, foram consideradas algumas características hipotéticas que poderiam ser elencadas pelos estudantes, como 1) estrela, 2) luz, 3) energia, 4) calor e 5) fotossíntese. Analisando-se o quadro 5.1 acima, detecta-se que a hipótese inicial está de acordo com as respostas dos estudantes, pois, aparentemente, eles seguiram o viés que relaciona o Sol e sua ação sobre a Terra, visto que é algo mais próximo do dia a dia. Além disso, constatou-se o surgimento de algumas características fundamentais para o estudo da unidade, como cor, tamanho e temperatura, por exemplo.

Para compreender e discutir as características elencadas pelos estudantes, na primeira parte da aula, promoveu-se uma discussão com a turma. Dados os 15 minutos da atividade da parte 1, foi solicitado que todos lessem as características elencadas para que fosse construída uma lista geral.

A turma era muito grande, o que tornava inviável que todos lessem suas anotações e, por esse motivo, alguns estudantes falavam a característica, e a professora (no caso, esta pesquisadora) questionava a turma, para saber se alguém também a havia elencado. Todas as características foram escritas no quadro-negro. Com a lista exposta no quadro-negro, partiu-se para uma discussão, de modo a estabelecer uma hierarquia e organizar as características mais importantes do Sol. Solicitou-se aos estudantes que fizessem uma seleção com somente três características, por ordem de importância, e justificassem suas escolhas.

Nessa etapa, os estudantes puderam colocar em prática o indicador de classificação de informações. Surgiram, desta ação, duas vertentes de características relacionadas ao Sol. Desse modo, duas listas foram montadas no quadro-negro, as quais são apresentadas no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 – Características mais importantes do Sol, na visão dos estudantes.

	Lista 1	Lista 2
Características	1 - calor; 2 - luz; 3 - energia.	1 - estrela; 2 - luz; 3 - energia.

Fonte: Autor (2019).

A turma ficou bem dividida em relação à escolha das características. As características luz e energia ocuparam a mesma posição nas duas listas, mas, em cada uma, na primeira posição, duas características se distinguiram. Solicitou-se aos estudantes que optaram pela lista 1 que justificassem a escolha do calor como característica principal do Sol, na visão deles. Muito timidamente, depois de alguma insistência, o estudante E28 alegou que, quando pensa no Sol, a primeira coisa que lhe vem à cabeça é o calor, pontuando que ele seria o responsável pelo clima e que, também, ajuda o ser humano.

A mesma solicitação foi feita aos estudantes que escolheram a lista 2. O estudante E5 se prontificou, mas temia que estivesse errado. Ao lhe pedir que falasse mesmo assim, ele disse que não sabia explicar exatamente o que é uma estrela, mas que achava que era uma bola de fogo. Ainda salientou que quando penso no fogo, para mim, está tudo junto; o calor para aquecer, a luz para iluminar, esse tipo de coisa. E enfatizou que acha que é por isso que a estrela é a mais importante.

Os estudantes foram questionados sobre o que acharam das justificativas e se conseguiriam escolher uma das listas, mas alguns ainda não conseguiram escolher. Por esse motivo, optou-se por passar um vídeo sobre o Sol e depois retomar a discussão para finalizar a lista. Além disso, eles estavam muito acanhados e com medo de expor o que estavam pensando.

A exibição do vídeo sobre o Sol, após a discussão na parte 2, foi fundamental para o andamento da aula. O vídeo utilizado faz parte da série ABC da astronomia, do canal TV Escola, no YouTube. Ele traz uma breve apresentação sobre o Sol e tem cerca de 4 minutos de duração. No vídeo, são apresentadas algumas questões sobre as estrelas, como sua estrutura, a geração de energia e os elementos químicos presentes na sua composição. Sua finalidade era a de introduzir alguns conceitos básicos que serão necessários para o estudo da unidade.

Portanto, durante a apresentação do vídeo, foi pedido aos estudantes que fizessem anotações do que achassem necessário.

Após a exibição do vídeo, a discussão foi retomada e os estudantes identificaram que as características da lista 2 poderiam servir melhor para identificar o Sol. No entanto, o estudante E39 questionou se luz do Sol e energia solar são a mesma coisa, lembrando das aulas de biologia, quando aprendeu que a energia solar ajuda no processo de fotossíntese, se referindo ao vídeo que o Sol emite luz e energia. Questionou também se, na época, “aprendemos errado”. Esse questionamento, que nos chamou bastante a atenção, foi respondido salientando que elas não são a mesma coisa, que eles não aprenderam errado e que os estudos iriam demonstrar que existe uma relação entre luz e energia. Diante dessa resposta, o estudante E39 tentou sintetizar a explicação, questionando novamente se a emissão de luz e energia “é como se fosse uma propriedade do Sol, por ser uma estrela?”, o que foi confirmado.

A partir desse questionamento do estudante, foram explicadas, de forma básica, as principais características de uma estrela, o que seria aprofundado na próxima aula e o vídeo elucidou bem este assunto. Para encaminhar para a finalização da aula, foi mostrado que todas as outras características estavam, de certa forma, relacionadas com as da lista ou dependiam delas.

Ao final da aula, foi entregue um questionário com quatro questões sobre os conceitos apresentados no vídeo e tópicos relacionados com a aula, como tarefa de casa. O questionário deveria ser respondido e entregue ao professor na próxima aula e, assim, sugeriu-se que eles assistissem em casa o vídeo e prestassem bastante atenção nas informações que ele continha, visto que elas seriam estudadas posteriormente.

5.1.1 Análise do questionário

O questionário contendo quatro questões abertas foi elaborado para que os estudantes pudessem assimilar melhor os conceitos apresentados no vídeo e explorar as habilidades de síntese e justificativa. Os conceitos envolvidos nessas questões seriam trabalhados ao longo da unidade didática. A seguir apresentam-se as questões e, em seguida, sua análise.

5.1.1.1 Questão 1

1) O Sol representa 99,8% da massa do sistema solar. Se essa massa do Sol fosse maior, teria algum impacto no sistema solar? E se fosse menor? Você consegue descrever o que aconteceria com a Terra nesses dois casos?

Esta questão foi elaborada no intuito de identificar se o estudante tem a percepção que uma mudança na massa do Sol causaria algum impacto na Terra e no sistema solar. A escolha dessa questão se deu de modo intencional, pois o ciclo de vida das estrelas seria o tema da segunda aula, abordando-se a relação com a massa.

Analisando-se as respostas para a questão, as justificativas foram separadas em três categorias, como demonstrado a seguir.

- **CI:** Aquecimento e resfriamento da Terra - justificativas relacionadas ao aumento do calor e ao aquecimento da Terra e à diminuição do calor (frio) e ao resfriamento ou congelamento da Terra.
- **CII:** Efeitos sobre a natureza e a vida na Terra - justificativas relacionadas ao impacto na natureza e na vida na Terra; não existiria vida, mudaria a fauna, flora, etc.
- **CIII:** Justificativas que contemplam as duas categorias anteriores.

A maioria dos estudantes compreende que a mudança da massa do Sol causaria algum tipo de impacto no sistema solar. De modo geral, para eles, as consequências dessas mudanças seriam em relação à temperatura, ao calor e à luminosidade na Terra. Além disso, os problemas para a vida na Terra seriam catastróficos, pois a vida poderia deixar de existir. Poucos foram os estudantes que não conseguiram justificar ou fugiram do tema da questão; grande parte deles conseguiu responder e justificar as suas respostas.

Destaca-se a justificativa do estudante E15. A resposta dada por ele à questão 1 não se enquadra nas categorias citadas, mas apresenta um viés muito interessante.

Provavelmente o poder de atração do Sol sobre os planetas seria demais e eles poderiam ser atraídos por essa força. E se fosse menor, talvez os planetas saíssem de órbita e vagassem pelo universo (Estudante E15, resposta ao questionário).

Percebe-se que o estudante está se referindo à força gravitacional, mesmo sem citá-la explicitamente em sua justificativa.

5.1.1.2 Questão 2

2) No vídeo são apresentados os elementos químicos produzidos no Sol, como o hélio. Você imagina como é possível afirmar este fato, se nunca estivemos no Sol?

A questão 2 não era fácil de ser respondida. A intenção de utilizá-la no questionário surgiu da necessidade de identificar se o estudante tem alguma informação sobre espectro solar e como se identifica um elemento químico. Esse tópico, normalmente, não é estudado em física. No vídeo, são apresentados os elementos químicos presentes no Sol. A partir disso, seria interessante indagar os estudantes sobre o assunto, já que este tópico seria apresentado na aula 02.

Analisando-se as respostas dos estudantes, identificaram-se duas categorias de justificativas. São elas:

- **CI:** pesquisas e estudos sobre o espectro: as justificativas estavam relacionadas aos trabalhos científicos e pesquisas;
- **CII:** sonda SOHO e tecnologias: as justificativas estavam relacionadas à utilização da sonda e de tecnologias para investigar o Sol.

A maioria dos estudantes acredita que se pode determinar os elementos químicos, mas não sabe explicar como isso é realizado na prática, o que é compreensível, já que não é muito estudado no ensino médio. No entanto, eles acreditam que existam alguma tecnologia e pesquisas capazes de detectar os elementos químicos. Alguns deles utilizaram o exemplo da sonda SOHO, apresentada no vídeo, para justificar suas respostas, como, por exemplo, o estudante E18.

Existe uma sonda espacial que observa o Sol a uma certa distância que envia imagens dele, assim é possível observar estes elementos em atividade no estado da matéria chamado plasma (Estudante E18, resposta ao questionário).

5.1.1.3 Questão 3

3) O Sol, como todas as estrelas, produz sua energia através de reações dentro dos núcleos, denominadas de fusões termonucleares. Mas, se essa energia é produzida dentro do núcleo, como ela é liberada e chega aqui na Terra? Você saberia explicar por que isso acontece?

No vídeo são apresentadas as principais regiões do Sol e como a energia liberada pela fusão dentro do núcleo passa por elas. A intenção da questão era investigar se os estudantes conseguiram associar e identificar essas informações no vídeo. Além disso, esperávamos que eles percebessem a relação entre os processos básicos envolvendo a liberação de radiação eletromagnética do Sol e como ela chega na Terra. A maioria dos estudantes justificou a questão

utilizando as informações do vídeo, detalhando como a energia passa de uma zona para a outra. Eles também evidenciaram que a energia produzida dentro do núcleo chega à Terra em forma de calor, luz e outras radiações a partir dos raios solares. Destacamos como exemplo, a produção do estudante E14.

A energia do Sol é produzida por fusão nuclear. Nesse processo é liberada uma grande quantidade de energia e está sai do núcleo. Após a saída do núcleo, a energia passa por várias camadas do Sol até chegar na Terra, são elas: zona radioativa, convectiva, fotosfera e a coroa. Essa energia chega em forma de calor pelos raios solares (Estudante E14, resposta ao questionário).

5.1.2 Questão 4

4) No vídeo, vimos que a energia que vem do Sol chega à Terra em forma de luz visível, calor e outras radiações. Como você explicaria esse fato? Você consegue estabelecer uma relação entre luz, calor e radiação?

A intencionalidade nesta questão era identificar se o estudante tinha algum conhecimento prévio sobre a relação existente entre radiação, luz, calor e energia. A maioria não respondeu a esta questão, deixando-a em branco. Esta questão não é, realmente, simples, mas optou-se por mantê-la no questionário, uma vez que a resposta a ela seria estudada ao longo da unidade. Entretanto, foram dadas algumas explicações interessantes entre os que responderam, como as dos estudantes E30 e E8, conforme se observa a seguir.

Sim, passando as camadas que existe no Sol, chega a luz, calor e outras radiações na terra. Sim, luz é iluminação, o calor é a temperatura e a radiação é os raios UV, que fazem o Sol ser tão importante. Sendo que a luz do Sol que define o calor e a radiação (Relação)(Estudante E30, resposta ao questionário).

Luz é a fonte visível, calor é a fonte de energia. A luz não emite calor, o calor emite luz (Estudante E8, resposta ao questionário).

Pode-se identificar, nas respostas desses estudantes, que cada uma das grandezas físicas tem uma função diferente e eles utilizaram suas experiências e conhecimentos prévios para explicar o fenômeno. O estudante E30 apresentou uma explicação bem completa sobre as grandezas luz, calor e radiação. A utilização dos conceitos de calor e temperatura como sinônimos é muito comum no dia a dia e o estudante segue essa vertente. Os dois estudantes estabeleceram uma relação entre as grandezas e elas são opostas. Para o estudante E30, é a luz solar que define calor e radiação. Já o estudante E8 afirmou o contrário; para ele, é o calor que emite luz.

5.1.3 Considerações sobre a aula

Essa aula era fundamental para percebermos a dinâmica dos estudantes, pois haviam dois grupos com características distintas nesta turma e a interação entre eles deveria ser estimulada. Todas as atividades desenvolvidas na aula e o questionário para casa tinham a intenção de verificar o conhecimento prévio/espontâneos dos estudantes, seu comportamento frente às atividades e as interações com os colegas e o professor pesquisador.

Na primeira atividade da aula, envolvendo o uso de questões orientadoras, os estudantes deveriam listar e justificar as características que consideravam importantes. O estilo de produção solicitado para a atividade foi pensado de modo que eles colocassem em ação o uso dos indicadores de seriação, classificação de informações, explicações e/ou justificativa. Além disso, como se trata de uma situação na qual o estudante vai levantar algumas informações a partir de seu conhecimento prévio, as respostas são hipóteses para o problema a ser respondido.

Analisando-se a produção dos estudantes, percebe-se que a maioria optou por escrever um pequeno parágrafo ou frase. Nesse texto, eles elencaram as características e deram explicações de forma espontânea e relacionadas com suas experiências cotidianas, além de informações adquiridas na escola em outras disciplinas.

Os indicadores de seriação e classificação de informações foram utilizados com frequência pelos estudantes devido à proposta da atividade. Além disso, torna-se evidente que eles não precisam, necessariamente, estar dispostos em uma lista com tópicos, por exemplo.

Percebe-se que os indicadores de explicação e justificativa surgem em vários contextos. A diferença entre a forma de argumentação era esperada, pois, de acordo com nossa experiência em sala de aula e em estágios, o hábito da escrita e, principalmente, de explicar e/ou justificar algo que envolve sua opinião é problemático para o estudante. Muitos ficam com receio de se expressar devido ao fator “erro”. Nesse sentido, ressalta-se que foi deixado claro aos estudantes, que o “erro” faz parte do processo, permite o aprimoramento e traz discussões e contribuições importantes para o processo em sala de aula e também para um cientista. O medo de opinar e estar “errado” é algo que impede os estudantes de se colocarem no processo. Desse modo, a postura adotada não foi a de corrigir, mas sim compreender e apresentar ao estudante outra abordagem, em que ele pudesse refletir sobre aquilo que pensou.

O maior desafio foi a tentativa de mudar esta postura dos estudantes, porque precisamos que eles se coloquem como indivíduos ativos no processo. De modo geral, a turma foi bem

receptiva em relação à proposta e, pode-se dizer, foi um êxito e um ganho para o processo de ensino e aprendizagem a produção desenvolvida pelos estudantes.

Outro elemento detectado na análise das produções e nas discussões em sala foi a forte relação que os estudantes estabeleceram entre o Sol e a vida na Terra, nas suas justificativas. Era esperado que isso acontecesse, mas não nessa dimensão. O surgimento de algumas características, como vitamina D e raios ultravioletas, mostraram que os estudantes percebem a relação do Sol com a saúde do ser humano. Além disso, muitos deles são da zona rural e isso refletiu diretamente nas suas respostas, pois estavam relacionadas com a agricultura e ao clima, por exemplo. Isso mostra que eles utilizaram suas experiências e aquilo que conhecem para responder à questão orientadora da aula, evidenciando, em suas respostas, seus conhecimentos prévios. Este elemento é primordial para o processo de ensino e aprendizagem e para o desenvolvimento do processo de alfabetização científica.

Desse modo, considera-se que os objetivos propostos para a atividade foram atingidos e trouxeram resultados além da expectativa, visto que foi possível identificar, nas produções dos estudantes, bem mais que seu conhecimento prévio, mas sua linha de pensamento para justificar suas escolhas.

5.2 Descrição e análise da aula 02

Com esta aula, o objetivo foi levar o estudante a investigar e levantar hipóteses e argumentos a partir de um problema aberto. Além disso, o intuito foi promover a divulgação científica sobre o tema de estudo, possibilitando a sua compreensão pelos estudantes. Nesta aula foi estudada a evolução estelar, abordando as principais características apresentadas pelo Sol durante o seu ciclo evolutivo.

Para iniciar a segunda aula, foi desenvolvida uma atividade em grupos. Pediu-se aos estudantes que se agrupassem em oito grupos de cinco integrantes. Cada grupo recebeu uma folha que continha a descrição do problema e um espaço para resposta. A atividade consistia na discussão do problema aberto (Quadro 5.3), de forma investigativa, pelos estudantes.

Quadro 5.3 – Problema investigado pelos estudantes

Problema: vimos no vídeo que a sonda SOHO envia imagens do Sol em tempo real para cientistas aqui na Terra. Uma falha na sonda começa a impedir que as imagens sejam mandadas para a Terra. Para corrigir essa falha, a sonda deve entrar em manutenção. Antes desse processo, os cientistas receberam uma imagem do Sol, cuja análise apontou que ele está esfriando. Nessas condições, como seria a “aparência” do Sol, capturada por essa imagem?

Fonte: Autor (2019).

Os grupos tiveram um tempo para discutir o problema e fazer o levantamento das hipóteses. Além de levantar as hipóteses, o grupo deveria justificá-las, pois seria realizada uma discussão geral com a turma. Por ser um problema aberto, o estudante usa sua criatividade para solucioná-lo. Acredita-se que isso pode gerar um interesse pelo conteúdo que está sendo ensinado. Esse processo foi registrado na própria folha de atividade e entregue ao final da aula.

Utilizando o vídeo da aula 01 como ponto de partida, o problema traz um questionamento sobre a “aparência” do Sol. Na segunda parte da aula, foi apresentado o ciclo de vida das estrelas. Sabe-se, pela literatura, que o Sol será uma gigante vermelha em uma de suas fases evolutivas. Nesta fase, a temperatura superficial do Sol irá diminuir e a percepção da cor da estrela será diferente. Entretanto, quando se pensa em diminuição da temperatura, ou, mais comumente, no “frio”, associamos a cor azul ou tons claros.

As respostas (hipóteses e justificativas) dos grupos para este questionamento são apresentadas nos quadros a seguir. Elas foram transcritas da produção dos estudantes, sem fazer alterações. Analisando as respostas dos estudantes, verifica-se que existem dois tipos de hipóteses para a “aparência” do Sol, sendo a) relacionada com a intensidade da luz emitida e b) relacionada com a mudança de cor da estrela.

No Quadro 5.4 apresentam-se algumas das respostas referentes à primeira hipótese, que estão relacionadas com o fato de o Sol ficar mais “claro” ou mais “escuro”. Para os grupos G3 e G7, o Sol ficará escuro devido à diminuição da temperatura. Além disso, destacaram as grandezas físicas, como o calor, a radiação solar e o brilho. O grupo G6 trouxe uma abordagem diferente. Para eles, a consequência da diminuição da temperatura estaria associada à mudança de cor para um tom claro. Aliás, o grupo ressalta que essa mudança causaria a extinção da raça humana.

Quadro 5.4 – Hipóteses relacionadas com a intensidade: transcrição das justificativas dos grupos

Grupo	Justificativa para a hipótese levantada
G3	Na opinião do grupo, o Sol vai ficar como uma lava quando esfria, escura. Vai ficar sem calor e radiação solar, pois está esfriando.
G6	O Sol tem grande probabilidade de diminuir em sua proporção, a coloração pode mudar para tom claro. A temperatura iria diminuir constantemente, causando a extinção da raça humana.
G7	Seria escuro, sem calor, sem brilho, sem vitamina, não ocorreria mais a fotossíntese.

Fonte: Autor (2019).

A segunda hipótese levantada pelos grupos evidencia a mudança de cor do Sol em decorrência da diminuição de temperatura. Identificou-se que cada grupo tem uma resposta diferente, como se pode observar no Quadro 5.5. Consta-se que a hipótese levantada pelo grupo G2 é a mudança da cor do Sol para a cor azul. Para o grupo G4, o Sol ficará vermelho e, para o grupo G5, haverá alguma mudança na cor, mas eles não deixam claro qual seria.

Quadro 5.5 – Hipóteses relacionadas com a mudança de cor: transcrição das justificativas dos grupos

Grupo	Justificativa para a hipótese levantada
G2	Na cor ele ficará azul, a temperatura seria mais fria, a iluminação vai ser mais escura. Não haverá evaporação.
G4	Discutindo com o grupo, chegamos à seguinte conclusão: Observando o dia a dia, sabemos que o gás de cozinha está acabando quando a chama fica avermelhada, caso contrário ela fica azul. Na opinião do grupo, isso pode explicar o que acontece com o Sol. Quando o Sol esfriar, ele vai ficar vermelho, pois o gás no seu interior está acabando.
G5	O sol mudaria sua cor, perderia todo seu calor, causando grande devastação na Terra, pois congelaria o planeta. Pessoas morreriam rapidamente, não haveria mais fotossíntese prejudicando a vida de todos os seres vivos na Terra.

Fonte: Autor (2019).

Detectou-se, mais uma vez, a grande diferença existente na formulação das justificativas dos estudantes. Verificando-se a justificativa dada pelo grupo G4, esse fato fica mais evidente. O grupo formulou uma conclusão para o problema proposto, visto que discutiram entre eles, trazendo uma analogia com algo do cotidiano para justificar sua hipótese. Isso é muito interes-

sante, pois conseguimos identificar que o grupo consegue fazer uma conexão entre os assuntos de maneira bem articulada.

O grupo G1 (Quadro 5.6) apresentou, em sua resposta, uma hipótese que contempla as duas categorias. Para eles, o Sol vai ficar escuro, meio alaranjado para o vermelho. Identificou-se, na justificativa, a relação de intensidade, visto que o grupo faz uso das grandezas iluminação e calor. Além disso, fizeram uma analogia com o “Sol de inverno”. Evidenciamos mais um grupo que conseguiu relacionar os fenômenos do dia a dia para responder ao problema proposto.

Quadro 5.6 – Hipóteses relacionadas com a intensidade da luz emitida e com a mudança de cor da estrela

Grupo	Justificativa para a hipótese levantada
G1	O sol, na nossa opinião, vai ficar escuro. Ele ficaria parecido com o Sol de inverno, com pouca iluminação Não chegaria muito calor na Terra, logo, não será possível realizar fotossíntese. Assim, acreditamos que ele vai ficar escuro, meio alaranjado para o vermelho.

Fonte: Autor (2019).

O grupo G8 (Quadro 5.7) apresentou uma hipótese bem diferente da dos outros grupos. Para eles, não daria para saber como o sol vai ficar. Destaca-se, a seguir, a produção do grupo.

Quadro 5.7 – Hipótese evidenciada pelo grupo G8

Grupo	Justificativa para a hipótese levantada
G8	Concluimos que não daria para ver como o Sol vai ficar, pois se a temperatura esfriar, provavelmente os seres humanos serão extintos, pois, não terá vida na Terra, já que não tem luz e calor suficiente para fotossíntese acontecer.

Fonte: Autor (2019).

A justificativa dos estudantes para a hipótese levantada é coerente com a realidade. Os estudantes não estavam sendo irônicos com a situação. Quando questionados, identificou-se que eles eram céticos em relação a assuntos relacionados com a ciência.

A partir da análise dos quadros e da produção do G8, identifica-se que os grupos evidenciaram que haverá uma mudança na “aparência do Sol” em decorrência do seu esfriamento. Até o grupo G8, que não evidenciou de forma explícita essa característica, trouxe a hipótese de que a Terra não terá luz. Infere-se que eles perceberam que haverá uma mudança.

Para realizar a discussão das respostas ao problema, foi solicitado aos grupos que fizessem a leitura do material. Ao final da leitura, realizou-se uma discussão sobre os principais pontos e hipóteses levantados. Para gerar um ambiente de discussão, foram feitos questionamentos para os grupos, como, por exemplo: O que aconteceria com a Terra se o Sol começasse a esfriar e parasse de produzir energia?

Os estudantes responderam que, se o Sol esfriar, a Terra vai congelar, pois não vai chegar calor e energia o suficiente. Além disso, eles evidenciaram que toda forma de vida seria extinta, pois as plantas não seriam capazes de realizar o processo de fotossíntese.

Após a discussão com a turma, foi apresentado aos estudantes o ciclo de vida das estrelas. De modo expositivo e dialogado, foram descritas as principais fases da vida da estrela, evidenciando o ciclo de vida do Sol, mostrando todas as fases para retomar o problema aberto do início da aula. Durante a explicação, foram utilizadas algumas imagens que ilustram o ciclo evolutivo das estrelas, o diagrama H-R e a zona de habitabilidade. As imagens foram entregues aos grupos e também utilizou-se o quadro-negro para destacar alguns aspectos importantes. Posteriormente, retornou-se às hipóteses levantadas pelos grupos para esclarecer alguns pontos fundamentais sobre a fase das gigantes vermelhas e as consequências do esfriamento do Sol sobre a Terra.

Para evitar confusões conceituais em relação aos conceitos estudados na aula, foi deixado bem claro a explicação do problema e o que pode acontecer com a Terra durante o “esfriamento” do Sol, explicando aos estudantes que, na fase das gigantes vermelhas, o Sol vai se expandir. Nessa fase, o raio da estrela vai aumentar e a temperatura superficial irá diminuir. A radiação solar emitida para a Terra será muito alta, provocando um aquecimento intenso que pode secar os oceanos e acabar com a atmosfera terrestre. Isso está em oposição ao que eles responderam na discussão geral, contrariando o senso comum da turma. Esse fato foi bem proveitoso, pois foi possível discutir que a temperatura baixa de uma estrela ainda é muito alta, comparada aos parâmetros do dia a dia.

Foram levantadas muitas dúvidas e contribuições interessantes sobre este assunto. Os estudantes se lembraram dos conceitos do vídeo para fazer alguns questionamentos e afirmações, como, por exemplo, fez o estudante E39. O estudante lembrou-se do vídeo para explicar como a temperatura superficial é menor. Ele explicou que no Sol existem várias zonas e a temperatura diminui à medida que afasta do núcleo.

Na continuação, foi apresentado aos estudantes o tópico sobre a habitabilidade planetária e como isso afeta a Terra e os planetas do Sistema Solar. Nesse momento da aula, explicou-se como a fase das gigantes vermelhas afetaria a Terra. Em decorrência desta fase, a vida na Terra pode deixar de existir, visto que uma das características para habitabilidade planetária é ter água líquida. O Sol pode ficar bem próximo da Terra, o suficiente para evaporar a água. Com a explicação desenvolvida, muitas das características físicas e químicas do Sol ficaram evidentes, complementando a discussão ocorrida em aula, sobre as características do Sol. Desse modo, encerrou-se a aula 02.

5.2.1 Considerações sobre a aula

A segunda aula trouxe como temática o ciclo de vida das estrelas, dando ênfase à fase das gigantes vermelhas. A relação entre cor e temperatura foi explorada nesta aula, a partir do problema analisado pelos estudantes.

Abordou-se, na aula, um conteúdo específico de astrofísica estelar. Muitos estudantes não tinham ideia do ciclo evolutivo de uma estrela, mas tinham uma pequena noção de que uma estrela pode virar um buraco negro. Isso era esperado, pois é um assunto que está cada vez mais presente nos filmes e na mídia. O assunto despertou o interesse de muitos estudantes, provocando vários questionamentos e trazendo contribuições interessantes para a aula.

O uso do problema foi fundamental para o desenvolvimento da aula. Além do conteúdo diferenciado, explorou-se a atividade em grupos, para que os estudantes pudessem interagir. O uso desta dinâmica foi pensada a partir da perspectiva histórico-cultural vygotskyana e de suas atualizações, que engrandecem a importância do aprendizado a partir da ação e das interações com o meio sociocultural, possibilitando o desenvolvimento das pessoas e da própria atividade. Promover a troca de ideias e experiências entre os estudantes é fundamental, visto que contribui para o seu aprendizado.

Os grupos se envolveram bastante na atividade. Eles tentaram discutir e chegar a respostas com que todos concordassem, trabalhando de forma colaborativa. Os estudantes utilizaram do seu conhecimento prévio e de analogias com fenômenos do cotidiano para explicar as suas hipóteses. O conhecimento prévio dos alunos constitui um amplo esquema de ressignificação, devendo ser mobilizado durante todo o processo de ensino e aprendizagem, porque é a partir deles que o indivíduo interpreta o mundo. Esse fato é muito importante, pois auxilia na formação de conceitos e na reorientação dos conceitos mal interpretados ou fora de contexto. Os grupos

conseguiram levantar hipóteses e justificá-las. Algumas justificativas foram mais elaboradas que outras, como destacado anteriormente.

O problema não demandava nenhuma resolução matemática, tendo sido pensado para ser analisado de maneira qualitativa pelos estudantes. Isso exige que eles façam julgamentos sobre o problema, muitas vezes expressando opiniões ou crenças pessoais sobre a interpretação do problema.

Os estudantes foram postos a pensar em uma situação que ocorrerá no futuro. Para resolver o problema, eles deveriam usar a sua criatividade e experiências do cotidiano para a formulação das hipóteses e justificativas, como verificado nas análises dos quadros. Os estudantes não estão acostumados com esse tipo de atividade. Tirá-los de sua zona de conforto nos possibilita colocá-los como ativos no processo, contribuindo para diminuir as barreiras entre os conceitos científicos e as experiências da vida cotidiana. Isso foi fundamental para o aprendizado e possibilitou que os objetivos propostos fossem alcançados.

5.3 Descrição e análise da Aula 03

Nesta aula foi utilizado o laboratório de ciências da escola, que disponibiliza um espaço muito bom para a realização de atividades em grupo e experimentos. Iniciou-se a terceira aula recapitulando-se alguns elementos abordados nas aulas 1 e 2, como, por exemplo, que o Sol produz a energia no seu núcleo por meio da fusão do hidrogênio em hélio e que recebemos na Terra tanto uma parcela dessa energia como sua luz.

Após essa pequena introdução, foram feitos alguns questionamentos aos estudantes, como se recebemos do Sol luz e energia, como podemos verificar se isso é verdade? Se isso é verdade, como elas chegam aqui na Terra? Esses questionamentos apareceram no questionário para casa da aula 01. A intencionalidade desses questionamentos está em introduzir a discussão sobre a relação existente entre luz e energia a partir da radiação eletromagnética e suas características. Alguns grupos se manifestaram. Para os estudantes, recebemos as duas, mas cada uma tem uma utilidade. A maioria deles concebe a luz como a parte visível, que serve para a iluminação e para enxergar os objetos. Em relação à energia, eles indicam que pode ser percebida tanto como calor quanto no processo de fotossíntese. Segundo eles, as duas chegam à Terra pelos raios solares.

Em seguida, utilizou-se um experimento simples para investigar a relação existente entre luz e energia e para testar as hipóteses dos estudantes. O experimento que normalmente é

utilizado para discutir o corpo negro, além de introduzir alguns conceitos, teve o objetivo de levar os estudantes a investigar, de maneira colaborativa, os dados obtidos no experimento. Cada grupo realizou a medida separadamente, mas a investigação aconteceu em conjunto, intermediada pelo professor. Desse modo, todos participam de alguma forma e contribui para que os estudantes expressem suas ideias e auxiliem os colegas durante a investigação.

Cada grupo recebeu um kit de materiais contendo uma latinha de alumínio colorida (azul, branca, vermelha ou preta), termômetro, uma lâmpada incandescente de 60 W (com interruptor para ligar e desligar), além do material com as orientações de como realizar o experimento. Para a medida de tempo, foi autorizada a utilização do celular como cronômetro.

O experimento iniciou-se com os grupos realizando a medida da temperatura ambiente das latinhas. Houve um revezamento entre os membros do grupo para realizar a medida de temperatura, que foi feita a cada 1 minuto, a partir do momento em que a lâmpada foi ligada. As medidas realizadas foram anotadas em uma tabela. Com o experimento foi possível demonstrar que a luz emitida por uma fonte contém energia e que ela pode ser emitida, refletida e absorvida pela matéria. No entanto, não houve um aprofundamento na discussão sobre a interação entre matéria e energia, pelo caráter introdutório da unidade. O experimento foi realizado com os mesmos grupos, com as latinhas relacionadas no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 – Relação entre grupos e as cores das latinhas para o experimento

Grupo	Cor	T0	T1	T2	T3	T4	T5
G1	V	29	30	30	31	32	32
G2	B	29	29	30	30	30	31
G3	A	27	29	30	30	31	31
G4	P	28	29	30	31	32	33
G5	V	26	27	27	28	29	30
G6	B	27	28	28	29	29	30
G7	A	27	28	30	30	31	31
G8	P	27	28	29	30	31	32

Fonte: Autor (2019).

Com as medidas realizadas por cada grupo, montou-se o Quadro 5.8, com todos os dados aferidos. Em seguida, solicitou-se aos grupos que identificassem a relação de aquecimento das latinhas. Os grupos deveriam ordenar as latinhas, em ordem crescente de temperatura, identificando qual delas (cor) atingiu o maior aquecimento.

Foi dado um tempo aos grupos para que discutissem e montassem a lista. Alguns deles tiveram dificuldades em interpretar o quadro, questionando a diferença entre os dados de um grupo para o outro. Na oportunidade, foi explicado que isso é comum em um experimento e, por esse motivo, os cientistas fazem o experimento várias vezes.

Enquanto os grupos discutiam, o professor/pesquisador passava entre eles para tirar possíveis dúvidas e identificar as estratégias de análise. A metade dos grupos optou por calcular a variação de temperatura entre a medida inicial e a quinta medida ($T_5 - T_0$) e, depois, comparar os resultados. Os grupos G1 e G5 analisaram a média dos valores finais para cada cor. O grupo G2 optou por eleger o valor de maior temperatura final de cada cor. O grupo G3 não apresentou os cálculos utilizados ou alguma justificativa para montar a lista.

Com a lista de cada grupo pronta, um representante escreveu a lista no quadro. Após essa etapa, fez-se uma breve discussão sobre a ordem crescente de temperatura, em relação às cores, encontrada por eles, comparando com a teoria. Logo em seguida, foi retomado o questionamento inicial da aula para discutir os conceitos envolvidos no experimento. A ordem apresentada pelos grupos está indicada no Quadro 5.9.

Analisando-se o quadro, identifica-se que a escolha do tipo de análise foi crucial para obter o resultado correto. Os grupos G4, G6, G7 e G8 conseguiram obter o resultado esperado para a análise dos dados, pois utilizaram o conceito de variação de temperatura para chegar à resposta. Os grupos fizeram os cálculos e evidenciaram no material. Isso também aconteceu para os grupos G1 e G5, que optaram por fazer média dos valores finais. O grupo G2 não conseguiu identificar corretamente a ordem das cores vermelha e azul. Eles optaram, aparentemente, por verificar o maior valor de temperatura medido para cada cor. Analisando-se os dados concluíram que a cor vermelha tem a temperatura final maior que a azul. Eles não justificaram essa escolha no material. O grupo G3 também não fez a análise correta, no material apresentado, não foi possível identificar algo que evidenciasse o tipo de análise feita pelo grupo.

Quadro 5.9 – Relação entre as cores das latinhas e a temperatura máxima obtida para cada grupo

Grupo	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4
G1	Preto	Azul	Vermelho	Branco
G2	Preto	Vermelho	Azul	Branco
G3	Preto	Vermelho	Azul	Branco
G4	Preto	Azul	Vermelho	Branco
G5	Preto	Azul	Vermelho	Branco
G6	Preto	Azul	Vermelho	Branco
G7	Preto	Azul	Vermelho	Branco
G8	Preto	Azul	Vermelho	Branco

Fonte: Autor (2019).

Com a sistematização no Quadro 5.9, os grupos foram questionados sobre se eles conseguiram perceber alguma relação entre o aumento da temperatura e a cor. Em seguida, esta relação foi comparada com o questionamento inicial da aula. Os grupos estavam bem participativos nesta atividade. Foram levantadas algumas hipóteses, que foram anotadas no quadro-negro.

A maioria dos grupos relacionou o resultado com o conhecimento do cotidiano, afirmando, por exemplo, que preto não se deve usar no verão, pois absorve mais calor, logo, aquece mais e branco aquece menos.

Descrevendo de forma breve o experimento, explicou-se que a lâmpada era a fonte primária, fazendo o papel do Sol. Mesmo sem medir a variação de temperatura, foi possível sentir o aquecimento produzido pela lâmpada em sua proximidade (em forma de calor). Para comparar o aquecimento das latinhas de diferentes cores, as temperaturas foram medidas, ou seja, a variação de temperatura está relacionada com a energia absorvida. Pode-se diferenciar cada latinha pela cor, que é percebida visualmente por meio da reflexão da luz. A energia associada à diferença de temperatura é diferente para cada cor. Os estudantes foram lembrados de que essas explicações estavam relacionadas com as hipóteses levantadas por eles no início da aula. A partir do experimento, foi possível verificá-las e comprovar que luz e energia estão relacionadas. Para relacionar estas ideias, foi explicado, de forma básica, aos estudantes que ocorrem três processos principais neste experimento, que são emissão, reflexão e absorção de energia.

Não foi possível formalizar os conceitos nesse dia, pois a aula foi interrompida, e os estudantes liberados para uma atividade da escola. Desse modo, foi solicitado que eles buscassem nos livros ou na internet as definições desses processos para a próxima aula.

5.3.1 Considerações sobre a aula

Na literatura, são encontrados vários trabalhos que apontam a atividade experimental como um fator motivacional para o ensino de física. Para que essa atividade possa alcançar os objetivos propostos, o professor precisa ser o grande motivador e articulador de todo o processo de aprendizagem. Levar os estudantes à exposição de suas ideias e a interagir com os demais companheiros para construir coletivamente os conhecimentos foi o intuito da atividade desenvolvida.

Nesta aula, trabalhou-se somente com a primeira questão orientadora, que visa comprovar que recebemos luz e energia do Sol, fazendo uma analogia com o experimento desenvolvido. O segundo questionamento foi abordado na aula 04.

O desenvolvimento da atividade foi bem tranquilo e os estudantes não tiveram dificuldade em executá-lo. O revezamento durante a realização das medidas na atividade experimental foi fundamental para a participação de todos do grupo. Ocorreram algumas discrepâncias nos dados e os próprios estudantes relataram isso na discussão. Alguns grupos relataram que, no momento de fazer a leitura do termômetro, o brilho da lâmpada atrapalhava. O ideal para esta atividade é a sua realização em dia ensolarado. Tudo isso foi discutido com os estudantes, pois um experimento é algo para ser realizado várias vezes, observando-se todos os parâmetros e melhorando-o a cada teste.

O ponto principal de desenvolvimento da atividade foi a análise dos dados. A primeira etapa do experimento e como proceder na realização das medidas estavam descritos no roteiro de atividade, mas como analisar os dados deveria ser algo pensado pelos estudantes.

Esse é um momento fundamental, pois tira-se o estudante de sua “zona de conforto” e dá-se autonomia para que ele possa ser criativo na análise. Analisando-se a tabela com os dados de todos os grupos, os estudantes deveriam evidenciar qual das latinhas sofreu o maior aquecimento. Os grupos pensaram em três maneiras distintas de analisar os dados, sendo 1) calcular a variação da temperatura e comparar os resultados; 2) calcular a média aritmética dos valores de T5 para cada cor e 3) analisar o maior valor de temperatura para cada cor. Somente o grupo G3 não apresentou nenhuma indicação de como a análise foi realizada.

A atividade experimental traz no seu desenvolvimento habilidades que são comuns da alfabetização científica, como levantar hipóteses e analisar dados, por exemplo. Buscando responder à questão orientadora da aula, os estudantes levantaram hipóteses e, com o auxílio do experimento, fizeram um teste para essas hipóteses. A partir disso, mostraram justificativas

para suas afirmações, que permitiram a construção de uma explicação para o fenômeno observado. O raciocínio lógico foi o que conferiu estrutura a toda explanação, atribuindo coerência à argumentação, e o raciocínio proporcional, permitindo perceber a relação entre as variáveis analisadas durante o experimento. Pode-se notar que alguns indicadores da alfabetização científica foram utilizados pelos estudantes.

O uso da atividade experimental desenvolvida na aula contribuiu para aumentar a capacidade colaborativa dos estudantes. Eles se engajam e participam da atividade com dedicação e entusiasmo. A atividade não foi apenas manipulativa, mas resultou em uma ação mais reflexiva. Isso foi fundamental para que eles fizessem as conexões entre os conceitos estudados e o fenômeno observado.

5.4 Descrição e análise da Aula 04

Nesta aula o objetivo foi introduzir o conceito de radiação eletromagnética e explicar o processo de propagação de calor por radiação. A estratégia utilizada para aula foi uma discussão orientada por uma problematização inicial, aula expositiva dialogada e, em seguida, uma sistematização de informações pelos estudantes.

Iniciou-se a aula relembrando a atividade da aula 03, quando eles foram questionados sobre como a luz e a energia chegam aqui na Terra. Na ocasião, muitos deles responderam que era a partir dos raios solares. Para identificar o que os estudantes entendem por raios solares, eles foram questionados e muitos associaram os raios solares aos raios ultravioleta, mas não sabiam explicar exatamente a sua origem.

Para explicar o processo envolvendo a propagação de radiação eletromagnética desde o Sol até a Terra, a opção foi por uma aula expositiva dialogada. Durante a fala, vários conceitos estudados nas aulas anteriores foram relembrados.

A explicação teve início relembrando que a energia do Sol vem das reações termonucleares no núcleo da estrela e também que essa energia viaja através das camadas do Sol até chegar na Terra. Os conceitos novos introduzidos nesta aula foram onda eletromagnética, radiação e radiação eletromagnética. Foram utilizadas algumas imagens para contextualizar esses conceitos, explicando que a luz é um tipo de radiação eletromagnética e, por esse motivo, consegue se propagar no espaço e chegar na Terra. O que eles chamam de raios solares nada mais é que a radiação eletromagnética emitida pelo Sol.

Fazendo conexão com a aula anterior, na qual foi utilizado o experimento para comprovar que uma fonte luminosa libera luz e energia, foi destacado que a luz é um tipo de radiação eletromagnética que se propaga no espaço através de uma onda. O fato de uma onda ter como característica transportar a energia está de acordo com nossas conclusões do experimento.

Para contextualizar, os estudantes foram lembrados do vídeo da aula 01, cujo narrador relata que recebemos a radiação que vem do Sol em forma de luz e calor. Neste momento da aula, explicou-se o processo de propagação de calor por radiação, utilizando algumas imagens para explicar o processo. Além disso, foram apresentados os conceitos de emissão, reflexão e absorção da luz no processo de aquecimento da Terra. Esses conceitos foram contextualizados e aprofundados na aula 05.

Para finalizar e verificar se os estudantes compreenderam os conceitos apresentados na aula, foi solicitado que eles, individualmente, fizessem uma pequena produção, na qual deveriam sistematizar as informações apresentadas nas aulas 03 e 04. Além disso, eles deveriam apresentar uma relação entre o experimento e o processo de propagação de calor que ocorre entre o Sol e a Terra. Essa produção deveria ser entregue ao final da aula. Nos Quadros 5.10, 5.11 e 5.12 estão destacadas algumas das produções dos estudantes.

No Quadro 5.10 pode-se observar a produção do estudante E10, em cujo texto, pode-se identificar que ele conseguiu compreender de forma satisfatória os fenômenos de reflexão, absorção e emissão da luz.

Quadro 5.10 – Transcrição da síntese do estudante E10 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04

Estudante	Produção do estudante (Transcrição)
E10	Eu consegui absorver desta discussão algumas informações, entre elas eu pude entender que: o experimento da latinha, representou muito bem a transferência de energia que ocorre entre o Sol e a Terra. Foi possível compreender que a temperatura da latinha foi se elevando devido a propagação de calor recebida pela lâmpada, e através disso acontece 3 processos, a reflexão, a emissão e absorção. A temperatura se eleva por conta do calor absorvido, se tocarmos na latinha percebemos também que foi aquecida devido a emissão. É através da reflexão que percebemos a pigmento da latinha. Tudo é transmitido por radiação e ondas eletromagnéticas, assim funciona o processo pelo qual recebemos o calor, a luz e energia no dia a dia.

Fonte: Autor (2019).

No trecho ele identifica e exemplifica cada um dos fenômenos estudados. Além disso, evidencia, como mostramos no excerto, que calor, luz e energia são transmitidos a partir da radiação e de ondas eletromagnéticas.

A temperatura se eleva por conta do calor absorvido, se tocamos na latinha percebemos também que foi aquecida devido a emissão. É através da reflexão que percebemos a pigmento da latinha (Estudante E10, texto produzido em aula)

No Quadro 5.11 encontra-se a produção do estudante E39 que evidenciou, de forma clara, a relação entre o experimento e o processo de aquecimento da Terra. Ele também abordou, como o estudante E10, os processos de emissão, reflexão e absorção da luz, explicando as diferenças entre eles com clareza.

Quadro 5.11 – Transcrição da síntese do estudante E39 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04

Estudante	Produção do estudante (Transcrição)
E39	Com os conceitos estudados nas aulas pude compreender que a luz e energia estão relacionadas com a radiação eletromagnética. A luz pode ser considerada a parte que permite enxergar, isso acontece pelo processo de reflexão. Por isso, enxergamos cores diferentes nas latinhas e podemos ver os objetos. Nem toda a luz chega na Terra, uma parte é refletida para o espaço. A energia é percebida em forma de calor. O calor é absorvido pela Terra, assim como pelas latinhas, por isso elas esquentam. O Sol emite a radiação que chega até a Terra é e muito importante para manter tudo funcionando.

Fonte: Autor (2019).

É possível perceber que a maioria dos estudantes compreendeu os processos envolvidos na propagação de calor por radiação e o processo de aquecimento da Terra, fundamental para a manutenção da vida. A produção do estudante E13 se aproxima das respostas da maioria dos estudantes, como destacado no Quadro 5.12.

Quadro 5.12 – Transcrição da síntese do estudante E13 para os conceitos estudados nas aulas 03 e 04

Estudante	Produção do estudante (Transcrição)
E13	No experimento pude observar que a temperatura é diferente para cada cor de latinha. Entendi que a cor preta esquentou mais que todas e cor branca esquentou menos, ou seja, a lata de cor clara está mais fria, pois reflete mais a luz que chega. A lata de cor escura absorve mais a luz, por isso estavam mais quentes. O processo do experimento pode explicar o que acontece na Terra, que a luz é absorvida e aquece o planeta.

Fonte: Autor (2019).

Observa-se que os conceitos de reflexão e absorção são mais citados e explicados, enquanto a emissão de radiação foi pouco abordada nas produções. Destacam-se nos Quadros 5.10 e 5.11 as produções dos estudantes E10 e E39 pois eles explicitam os três processos de forma bem clara e sucinta. Essa é uma habilidade interessante que pode auxiliar no aprendizado, visto que possibilita o desenvolvimento da capacidade de sintetizar sem perder as informações importantes. Na produção, eles deveriam evidenciar o que entenderam dos conceitos estudados nas aulas 03 e 04, tendo a maioria conseguido descrever e justificar esses conceitos. Porém, poucos conseguiram desenvolver uma explicação ou estabelecer uma relação clara entre o experimento e o processo de propagação de calor. A maioria citou alguns pontos. Estão destacados acima aqueles que conseguiram se aproximar do objetivo proposto para a produção.

5.4.1 Considerações sobre a aula

Nesta aula foram introduzidos os conceitos de radiação, radiação eletromagnética, a luz como onda eletromagnética e propagação de calor por radiação. Para isso, foram utilizados os tópicos estudados nas aulas anteriores para contextualizar esses conceitos.

Para muitos estudantes, esse foi o primeiro contato com esses conceitos. Normalmente, eles são explicados em momentos separados do ano, cada um na sua área temática. Entretanto, foi uma abordagem interessante, pois os conceitos foram construídos ao longo das aulas para que os estudantes conseguissem estabelecer algumas relações entre eles o que, talvez em outro contexto, não ficaria tão evidente. Os conceitos envolvendo a radiação eletromagnética não são fáceis de abordar e, por esse motivo, foi utilizado o experimento na aula 03 e uso de aula expositiva dialogada para relembrar os tópicos estudados. Isso foi importante, pois permitiu perceber se eles estavam compreendendo o que estava sendo estudado.

Os conceitos estudados na aula foram construídos para explicar o questionamento inicial que norteia a aula. Esse questionamento foi introduzido na aula 01, no questionário para casa, mas poucos responderam a esta questão. Nesta aula, foi identificado um maior envolvimento dos estudantes para responder ao questionamento sobre como a luz e a energia do Sol chegam aqui na Terra.

Os estudantes receberam muitas informações nas primeiras aulas. Durante esta aula, foi solicitado que fizessem uma produção sobre os conceitos estudados. Individualmente, eles fizeram uma produção pequena, devido ao tempo proposto e ao propósito da atividade, que é a sistematização de informações. É importante que o estudante consiga se expressar de forma clara e sucinta, sem perder informação. A sistematização é uma técnica muito interessante a ser desenvolvida pelos estudantes, visto que, para realizar tal ação, eles devem fazer um esforço intelectual que propicia o desenvolvimento de outras habilidades. Pode-se citar, por exemplo, o uso do raciocínio lógico e habilidades de explicações e justificativas.

Nas aulas anteriores, os estudantes realizaram atividades em grupos, o que foi muito importante, pois eles conseguiram trabalhar de forma colaborativa. A interação tem papel fundamental no desenvolvimento e no aprendizado, Pois, nesse contexto, o conhecimento é construído de maneira coletiva. No entanto, durante o aprendizado, o professor precisa criar as possibilidades para que o estudante expresse suas individualidades. Isso pode ser verificado na fala ou na escrita. O conhecimento adquirido no trabalho em grupo foi a base para o processo de internalização, pois, como vimos no capítulo 2, para Vygotsky, o desenvolvimento do indivíduo se dá do nível social para o individual. A produção dos estudantes mostra um avanço em relação às explicações e às justificativas dadas por eles. O uso de termos científicos e as conexões estabelecidas entre os conceitos estudados revelam se os estudantes estão desenvolvendo habilidades da alfabetização científica ao longo das atividades. Pode-se perceber, analisando-se as produções dos estudantes, o uso frequente de sentenças *como pude compreender que...*, *a partir das discussões em sala, entendi que...*, entre outras, em que estão expressando suas opiniões sobre aquilo que aprenderam. Esse fato também foi percebido durante as discussões e os questionamentos realizados em sala. A maioria queria participar e opinar sobre o assunto, bem diferente da primeira aula, o que mostra um avanço no comportamento deles em relação às atividades, já que estavam mais ativos no processo.

O objetivo com esta aula era introduzir os conceitos de radiação eletromagnética e suas características principais. Além disso, a atividade de sistematização desenvolvida pelos estu-

dantes possibilitou identificar o uso das habilidades de explicação e justificativa para explicar os conceitos estudados nas aulas, promovendo o desenvolvimento e a evolução das habilidades fundamentais para o processo de alfabetização científica.

Os conceitos estudados até a aula 04 foram, em geral, explicados de maneira satisfatória pelos estudantes. Além disso, eles conseguiram estabelecer as relações entre os conceitos científicos e do cotidiano, interligando o experimento com os fenômenos que acontecem na Terra. Essas habilidades são fundamentais para o desenvolvimento do estudante e para o processo de ensino e aprendizagem e, por isso, considerou-se que os objetivos propostos para a aula foram alcançados.

5.5 Descrição e análise da Aula 05

Na quinta aula foram formalizados alguns conceitos discutidos nas aulas anteriores (absorção, emissão e reflexão da luz, relação entre cor e temperatura) e apresentado o estudo sobre o espectro eletromagnético e suas principais características, e a decomposição da luz branca.

A aula teve início com a introdução do conceito de espectro eletromagnético, em uma aula expositiva dialogada, para explicar as formas de radiação que chegam à Terra. Utilizou-se como ponto de partida a equação que relaciona velocidade da luz, frequência e comprimento de onda para definir o que seria o espectro (utilizando o tratamento ondulatório). Além disso, foram utilizadas algumas ilustrações, que foram entregues aos estudantes, que evidenciam as frequências presentes no espectro solar, no intuito de explicar que existem vários tipos de radiações e que parte da radiação chega em forma de calor. Mas que essa não é a única forma, pois parte da radiação chega na forma de luz visível.

Para formalizar os conceitos de absorção e reflexão da luz e a relação entre temperatura e cor, foi utilizado o experimento da aula 03. Durante a explicação, os estudantes foram questionados, novamente, sobre as cores e a relação que eles obtiveram no experimento da aula 03. Para explicar os processos de emissão, absorção e reflexão, foi retomada a discussão do conceito de onda e ondas eletromagnéticas. Utilizar o tratamento ondulatório foi fundamental, pois foi possível evidenciar, de forma clara, a relação entre luz e energia. A luz é um dos tipos de radiação eletromagnética e tem comportamento ondulatório. Uma das principais características de uma onda é que ela transporta energia. Essa energia é absorvida pela matéria, ocasionando um aumento de temperatura. A discussão com a turma foi bem ativa, visto que muito deles

conseguiram compreender de forma satisfatória esses processos, como se verificou na análise das produções da aula 04.

Depois de explicar os processos, era necessário explicar o que era cor e qual a relação que existe entre ela e a temperatura, principalmente nas estrelas. Para as cores branca e preta, os estudantes conseguiram estabelecer uma relação mais direta, pois utilizaram seus conhecimentos prévios para responder. Porém, para as cores vermelha e azul, eles ainda ficaram em dúvida e, por isso, foi utilizado o experimento para lembrar esse tópico. De modo a esclarecer esse tópico, foram retomados os conceitos apresentados na aula 02, sobre o ciclo de vida das estrelas. Nessa aula, foram apresentados os vários tipos de estrelas, por meio do estudo do diagrama H-R, dando ênfase às estrelas na fase gigante vermelha, mas também apresentando as estrelas azuis.

Os estudantes lembraram-se de que o Sol, na fase das gigantes, terá uma temperatura menor. Eles recordaram que, no experimento da aula 03, a latinha vermelha estava com temperatura mais baixa do que a azul. Logo, eles conseguiram concluir e lembrar que uma estrela azul teria uma temperatura muito mais elevada que o Sol, como exemplificado na aula 02. Partindo da explicação de que a cor das estrelas, percebida por nós, é decorrente da sua temperatura superficial, os conceitos de calor e temperatura foram evidenciados nas discussões, para que pudessem compreender a diferença entre eles.

Para finalizar a aula, os estudantes, individualmente, deveriam explicar os conceitos estudados, estabelecendo uma relação entre eles. O material foi disponibilizado para os estudantes e este deveria ser entregue no final da aula. O material continha duas questões que eram as seguintes: 1) Definir e/ou explicar os conceitos de calor, temperatura, radiação eletromagnética, propagação de calor por radiação e espectro eletromagnético e 2) utilizando o experimento e os conceitos estudados em sala, tente explicar e estabelecer uma relação entre luz, energia e temperatura.

5.5.1 Análise da questão 1

Na primeira questão, os estudantes explicaram os conceitos de calor, temperatura, radiação eletromagnética, propagação de calor por radiação e espectro eletromagnético.

5.5.1.1 Análise do conceito de Calor

Identificou-se, na produção dos estudantes, que eles relacionaram o conceito de calor com a energia emitida por um objeto. Para a maioria dos estudantes, calor é um tipo de energia que pode ser “sentida”, principalmente se o corpo estiver aquecido ou quente. As explicações para esse conceito foram bem similares e sucintas, no entanto, algumas foram mais elaboradas, como as dos estudantes E15, E29 e E39, transcritas no Quadro 5.13.

Quadro 5.13 – Explicação dos estudantes para o conceito de calor

Estudante	Transcrição para o conceito de calor
E15	Calor é um tipo de energia que depende da energia térmica de um objeto. O calor é transmitido pelos raios infravermelhos, por isso não enxergamos, mas podemos senti-lo.
E29	Entendi que o calor é uma das formas de transferir energia. Nesse caso, a energia térmica navega pelos raios infravermelhos que vem do sol ou de objetos aquecidos.
E39	Pela discussão em sala, compreendi que o conceito de calor é diferente de temperatura. O calor está associado à energia térmica de um objeto. Essa energia vem das ondas, como é o caso do infravermelho, que percebemos como calor. O calor só existe se o corpo tiver temperatura diferente do ambiente.

Fonte: Autor (2019).

Analisando-se a explicação dos estudantes, no Quadro 5.13, é possível identificar que eles associam o calor com a energia, como a maioria, mas evidenciam o tipo de energia como sendo térmica, e a relação com os raios infravermelhos. Dos três estudantes, somente o E39 evidenciou de forma satisfatória a condição básica para que o processo ocorra. Ele enfatizou que o calor só pode existir se o corpo tiver temperatura diferente da do ambiente, o que está de acordo com a literatura.

Foi identificado um erro conceitual que ocorre com frequência quando o estudante ou as pessoas, em geral, explicam o que é o calor, como, por exemplo, fez o estudante E1.

O calor é um tipo de energia que o corpo possui e percebemos quando está quente (Estudante E1, texto produzido em aula).

No dia a dia, é bem comum escutar a frase “estou com calor”. O senso comum nos leva a pensar que o corpo possui calor, mas isto não é verdade. A relação entre calor e a energia foi bem explicada, mas o processo envolvido foi citado por poucos estudantes.

5.5.1.2 Análise do conceito de Temperatura

Analisando-se a produção escrita, identificou-se que o conceito de temperatura foi definido de forma direta pelos estudantes. Durante as discussões na aula, principalmente na explicação envolvendo o experimento, foi mencionado que a temperatura é uma grandeza física associada à energia cinética das partículas. Esta afirmação surgiu em quase todas as definições dos estudantes. Destacam-se, no Quadro 5.14, algumas definições que foram consideradas interessantes.

Quadro 5.14 – Explicação dos estudantes para o conceito de temperatura

Estudante	Transcrição para o conceito de Temperatura
E3	É a medida da energia de movimento das moléculas quando um objeto está quente. Pode ser medida com um termômetro.
E15	A temperatura mede a energia resultante da agitação das partículas. Quanto mais agitadas, maior é a temperatura do objeto e vice-versa.
E34	Entendi que o conceito de temperatura depende da energia cinética das partículas de um corpo. Pelo experimento, percebi que medimos a temperatura pelo termômetro, pois ela absorve a energia e essa faz com que ela aqueça.

Fonte: Autor (2019).

O conceito de energia cinética é estudado no primeiro ano do ensino médio e eles se lembraram disso, o que, talvez, tenha facilitado o entendimento do conceito de temperatura. O estudante E34 utilizou o experimento para completar a explicação do conceito, evidenciando que a medida realizada no termômetro é resultado do aquecimento da latinha, pois ela absorve energia. Analisando-se o excerto do estudante E3, “*É a medida da energia de movimento das moléculas quando um objeto está quente*”, percebe-se que a conexão estabelecida indica que a temperatura está associada com um objeto que está quente. Os conceitos de temperatura, calor e os estados térmicos (quente e frio) são utilizados como sinônimos, no dia a dia. Quando esses conceitos são trabalhados em sala, percebe-se este fato com frequência na fala dos estudantes. Não se deve tratar esse fato como empecilho, visto que se pode utilizá-lo para reconstruir o conceito a partir do conhecimento prévio do estudante.

5.5.1.3 Análise do conceito de radiação eletromagnética

O conceito de radiação eletromagnética foi apresentado aos estudantes na aula 04. Na aula, foi utilizada a forma de geração de energia do Sol, fusão nuclear, para contextualizar o conceito de radiação eletromagnética. Não houve um aprofundamento na discussão sobre o conceito de fusão, porém, foi explicado, de forma básica, o processo, para que os estudantes pudessem compreender como é gerada a energia solar e o processo de propagação de calor, utilizando uma abordagem ondulatória. Além disso, no vídeo da aula 01, é abordado o conceito de fusão e o narrador cita que algumas radiações chegam até a Terra. Utilizando esses elementos foi explicado o conceito de radiação eletromagnética, utilizando várias imagens para explicar esses conceitos, o que auxiliou na compreensão.

Esse não é um conceito fácil de explicar e de ser entendido. Alguns estudantes não o explicaram, deixando a resposta em branco. Aqueles que conseguiram explicar foram bem sucintos. Analisando as definições, constata-se que os estudantes definem a radiação eletromagnética como uma onda que consegue viajar pelo espaço e que existem vários tipos de radiação. No Quadro 5.15 destacam-se algumas destas definições.

Quadro 5.15 – Explicação dos estudantes para o conceito de radiação eletromagnética

Estudante	Transcrição para o conceito de radiação eletromagnética
E10	A radiação eletromagnética é o nome dado às ondas que são criadas dentro do Sol e chegam até a Terra em forma de calor e outras radiações. Existem vários tipos de radiação, como o infravermelho, o wi-fi, o microondas, etc.
E39	A radiação eletromagnética é uma onda eletromagnética, por isso pode navegar pelo espaço e carregar a energia que chega até a Terra. Ela é gerada no interior do Sol no processo de fusão nuclear.

Fonte: Autor (2019).

5.5.1.4 Análise do conceito de propagação de calor por radiação

O processo de propagação de calor foi definido, pela maioria dos estudantes, de maneira bem clara. A maioria foi bem sucinta. Para eles, a propagação de calor é o processo pelo qual a energia solar chega até a Terra e ela chega em forma de calor, mantendo a Terra aquecida. Foi o caso do estudante E1, destacado Quadro 5.16. Alguns estudantes utilizaram as discussões

realizadas nas aulas anteriores para definir o conceito, como, por exemplo, os estudantes E13 e E40.

Quadro 5.16 – Explicação dos estudantes para o conceito de propagação de calor por radiação

Estudante	Transcrição para o conceito de propagação de calor
E1	É o processo que possibilita a energia solar chegar até a Terra e com isso o calor, que aquece o planeta.
E13	É uma forma de transferência de energia que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Nesse processo surge o calor, que é um tipo de energia. É a forma com a Terra se mantém aquecida.
E40	Propagação de calor por radiação é o processo que ocorre entre o Sol e Terra, a partir das ondas eletromagnéticas, que carregam energia. Essa energia chega a Terra em forma de calor, pelos raios infravermelhos. No experimento ele foi o responsável pelo aquecimento da latinha, assim como para o planeta Terra.

Fonte: Autor (2019).

A maioria dos estudantes explicou este conceito de forma bem similar ao feito pelo estudante E1. Os estudantes E13 e E40 (Quadro 5.16) explicaram o conceito utilizando os termos científicos relacionados ao fenômeno, como, por exemplo, onda eletromagnética e raios infravermelhos. Além disso, o estudante E40 associou o processo com o experimento, evidenciando que ele conseguiu estabelecer as relações entre os conceitos estudados. Na explicação do conceito também detectou-se que os estudantes compreenderam uma das características importantes de uma onda, que é transportar energia.

5.5.1.5 Análise do conceito de espectro eletromagnético

O conceito de espectro eletromagnético foi apresentado para os estudantes nesta aula e, por esse motivo, a definição dos estudantes estava semelhante à explicação dada. Poucos estudantes não mencionaram a frequência e o comprimento de onda para definir espectro, como é o caso do estudante E4. No entanto, a grande maioria se aproximou das definições dadas pelo estudante E20. Destaca-se, no Quadro 5.17, a definição do estudante E39, pois ele apresentou uma característica importante para compreender o conceito de espectro, que é a diferenciação das radiações a partir do comprimento de onda.

Quadro 5.17 – Explicação dos estudantes para o conceito de espectro eletromagnético

Estudante	Transcrição para o conceito de espectro eletromagnético
E4	São vários tipos de ondas que vem da radiação eletromagnética, como a luz, ultravioleta, o infravermelho, o wi-fi, rádio, por exemplo.
E20	O espectro eletromagnético é a composição dos vários tipos de radiação e somente uma parte é visível que é a luz. Depende da frequência e do comprimento da onda.
E39	O espectro é a combinação de vários tipos de frequências que formam a radiação. A luz é uma delas, assim como, os raios X, gama, micro-ondas, ultravioleta e infravermelho. Cada uma tem um comprimento diferente, por isso, sabemos a diferença entre elas.

Fonte: Autor (2019).

5.5.2 Análise da questão 2

Para a segunda questão, os estudantes escreveram um pequeno texto para tentar relacionar os conceitos estudados ao longo das aulas. Notou-se que eles estabeleceram a radiação eletromagnética como a relação existente entre a luz, energia, cor e temperatura. Alguns deixaram esse fato bem claro na sua produção, como é o caso dos estudantes E39 e E40, destacados no Quadro 5.18. O estudante E39 evidenciou de forma bem clara as características da radiação eletromagnética e exemplificou sua aplicação, tomando os conceitos estudados em sala.

Quadro 5.18 – Síntese apresentada pelos estudantes para relacionar os conceitos estudados

Estudante	Transcrição das respostas para a questão 2
E39	A relação que eu compreendi é que todos os conceitos estudados dependem da radiação eletromagnética. Como por exemplo, suas características permitem que a energia viaje pelo espaço, pois é uma onda. Também percebemos as cores, porque existe a luz que reflete nos objetos e ela é um tipo de radiação. A temperatura e o calor estão relacionados com a radiação, por causa da absorção da energia térmica. Também vimos no experimento que a cor tem relação com a temperatura, porque ela foi diferente para cada uma delas.
E40	No experimento a temperatura estava relacionada com a cor da latinha. Vimos na aula, que temperatura muda a cor de uma estrela. A vermelha é mais fria e a azul é a mais quente, mas acho que não é tão quente como um buraco negro, pois ele é preto e no experimento o preto aqueceu mais. Uma estrela emite luz e energia e agora sei que é por causa da fusão nuclear e da radiação eletromagnética.

Fonte: Autor (2019).

Os estudantes também fizeram a conexão com o experimento nas suas produções, principalmente o estudante E40, que evidenciou um fato bem interessante relacionado à cor e temperatura. No trecho - *“A vermelha é mais fria e a azul é a mais quente, mas acho que não é tão quente como um buraco negro, pois ele é preto e no experimento o preto aqueceu mais”*, o estudante dá a sua opinião sobre o fato de o buraco negro ser mais quente, fazendo um comparativo com o experimento.

5.5.3 Considerações sobre aula

A principal discussão desta aula gira em torno da apresentação do espectro visível (luz visível) e sua relação com a temperatura. O conceito foi introduzido a partir da equação de velocidade para uma onda. Explorou-se a relação entre comprimento de onda e frequência para definir o conceito de espectro.

Foram utilizadas figuras ilustrativas do espectro eletromagnético para apresentar as faixas de frequências e os vários tipos de radiação existentes. Durante a explicação, ênfase foi dada ao espectro da luz visível, visto que foi abordada a relação entre cor e temperatura. Nesse contexto, surgiu a possibilidade de retomar a discussão envolvendo o experimento e o ciclo de vida de uma estrela. O momento expositivo foi fundamental para retomar e estabelecer as relações entre os conceitos estudados.

De modo a explorar a produção escrita dos estudantes foi desenvolvida uma atividade com duas questões que possibilitaram explorar as habilidades de síntese, explicação, justificativa, uso de conceitos e termos científicos, entre outros. Essa abordagem possibilitou que os estudantes pudessem rever e reavaliar os conceitos estudados e estabelecer novas relações entre eles. O uso das questões para a formalização dos conceitos foi fundamental para que isso pudesse ser explorado. Desse modo, foi possível identificar a evolução e a formação dos conceitos, bem como a significação que o estudante dá a eles.

Os estudantes conseguiram cumprir de maneira satisfatória a atividade proposta, Com exceção do conceito de radiação eletromagnética, todos os conceitos estudados foram definidos, mas poucos definiram com clareza o conceito de radiação eletromagnética. Entretanto, detectou-se que os estudantes evidenciam tal conceito como o mais importante ou relevante, pois é a partir dele que se estabelecem as relações com os outros conceitos estudados.

Das produções analisadas, percebeu-se que os conceitos espontâneos/prévios começaram a dar lugar aos conhecimentos científicos estudados em sala. A utilização dos termos científicos e a explicação dos mesmos foram frequentes nas produções dos estudantes.

Os conceitos de calor e temperatura foram apresentados na aula 04. Alguns estudantes ainda utilizam os conceitos espontâneos para definir o conceito de calor e fazer a distinção entre esses conceitos se faz necessário, pois possibilita que eles possam assimilar e diferenciar as duas grandezas. Isso é fundamental, visto que auxilia o processo de formação desses conceitos, ficando evidente quando os estudantes conseguiram compreender que calor e temperatura são diferentes.

Um elemento importante de ser destacado é a produção escrita para a questão 02. Os estudantes conseguiram estabelecer as conexões entre os conceitos de maneira consistente e articulada, explorando os conceitos estudados ao longo de várias aulas da unidade, alcançando um dos objetivos da atividade. Além disso, percebeu-se que as explicações dadas por eles estavam mais expressivas em relação às primeiras atividades produzidas. O desenvolvimento da explicação e as conexões estabelecidas foram fundamentais para analisar o processo estabelecido pelos estudantes para os conceitos estudados. Eles foram capazes de estabelecer relações entre vários conceitos, que perpassam entre os conceitos espontâneos, adquiridos da experiência, e os científicos, adquiridos ao longo do desenvolvimento das aulas.

Esse é um processo complexo e fundamental para que o estudante se desenvolva. Além disso, esse contexto é necessário para proporcionar o processo de internalização e formação de conceitos, proposto por Vygotsky e, com isso, desenvolver habilidades inerentes à alfabetização científica e primordiais para o processo de ensino e aprendizagem.

5.6 Descrição e análise da Aula 06

Nesta aula, o objetivo foi estudar as informações sobre os corpos celestes, obtidas a partir da radiação eletromagnética. Por meio da luz emitida pelas estrelas, pode-se determinar suas principais propriedades. A aula teve início com a seguinte problematização: que informações podemos obter sobre uma estrela a partir da emissão da radiação eletromagnética? Com os conceitos estudados até a quinta aula, os estudantes devem ser capazes de identificar algumas características das estrelas que estão relacionadas com a radiação eletromagnética. Quando questionados, a maioria identificou que a cor, a temperatura e o brilho da estrela são características da radiação eletromagnética emitida por ela. Em seguida, os estudantes desenvolveram

uma atividade em grupo para verificar essas informações e suas hipóteses iniciais. Cada grupo recebeu um material contendo os principais tipos de estrelas, de acordo com a classificação espectral, para analisar e identificar as características da estrela. Apresentam-se no quadro Quadro 5.19, as estrelas analisadas pelos estudantes.

Quadro 5.19 – Tipos de estrelas analisados pelos estudantes na atividade em grupos

Coloração	Exemplo de estrela	Descrição
Azul	Alnitaka	Uma das estrelas do conhecido cinturão de Órion, conhecido popularmente como as “Três Marias”.
Branco-azulado	Rigel	É a estrela mais brilhante da constelação de Órion.
Branco	Sírius	É a estrela mais brilhante do céu noturno, facilmente observada no verão.
Branco-amarelado	Canopus	É a segunda estrela mais brilhante do céu noturno.
Amarelo	Sol	É a estrela mais próxima da Terra.
Alaranjado	Aldebarã	É a estrela mais brilhante da constelação de touro.
Vermelho	Antares	É uma das estrelas da constelação de escorpião.

Fonte: Autor (2019).

O material entregue aos grupos continha imagens que representavam as estrelas e as orientações para a atividade. A classificação das estrelas pela cor é realizada pela análise do seu espectro eletromagnético. O conceito de espectro eletromagnético foi estudado nas aulas anteriores e, sendo assim, os grupos deveriam identificar e justificar as informações ou as características das estrelas analisadas.

Foi dado um tempo para que os grupos discutissem e realizassem a atividade. Posteriormente, realizou-se uma pequena discussão sobre as informações levantadas por eles. No quadro-negro, foram escritos o nome das estrelas e sua coloração, analisando-se uma cor por vez e discutindo-se as informações elencadas. Um quadro final foi construído com as informações que os grupos acreditavam representar melhor a estrela. No Quadro 5.20 apresentam-se as informações que foram consenso entre grupos durante a discussão da atividade. Essas informações, segundo os estudantes, podem descrever bem as estrelas observando-se somente sua cor.

Quadro 5.20 – Informações elencadas pelos grupos sobre as estrelas após a discussão da atividade

	Coloração da estrela	Informação das estrelas que os grupos evidenciam como importantes
1	Azul	Possuem as maiores massas, temperaturas mais elevadas e têm brilho intenso. Não têm possibilidade de ter vida no seu entorno e vivem menos que as outras.
2	Branco-azulado	Possuem massas, temperaturas e brilho intenso, mas em menor escala que a azul. Não tem possibilidade de ter vida no seu entorno.
3	Branco	São estrelas mais comuns, podem estar entre as mais brilhantes. Temperatura e massa são menores que as anteriores. Sem vida no seu entorno.
4	Branco-amarelado	Possuem massa, temperatura e brilho maiores que o Sol, mas pode ter a possibilidade de vida no seu entorno. Depende da distância do planeta até a estrela.
5	Amarelo	Possuem massa, temperatura e brilhos ideais, são usadas como referência. São parecidas com o Sol, então têm hidrogênio e hélio e têm grandes chances de vida ao ser redor.
6	Alaranjado	Possuem temperaturas mais baixas que o Sol, mas têm tamanho maior e estão em um estágio avançado da vida.
7	Vermelho	Possuem as temperaturas mais baixas em relação às outras estrelas, pois seu tamanho é muito maior. Provavelmente, é uma gigante vermelha e tem brilho intenso.

Fonte: Autor (2019).

Durante a discussão e analisando a produção dos estudantes, constatou-se que eles excluíram algumas informações, por exemplo, o fato da estrela se tornar um buraco negro. Alguns grupos (G1, G5 e G8) colocaram como hipótese que uma estrela de coloração azul poderia virar um buraco negro. Destaca-se essa informação, pois os estudos sobre os buracos negros estavam e ainda estão em alta. Desse modo, surgiu a discussão sobre a quantidade de massa que deveria ter uma estrela para ela virar um buraco negro. Segundo os estudantes, esse fato está mais relacionado com a massa do que com a cor. Por esse motivo essa informação foi retirada, mas ainda mantiveram a de que esse tipo de estrela vive bem menos, pois se lembraram dos conceitos estudados na aula 02, sobre o ciclo de vida das estrelas. A possibilidade de não ter vida no entorno de uma estrela foi uma das informações com que os grupos concordaram bastante. Quando questionados, eles argumentaram que, se a temperatura é muito elevada, não há a possibilidade de existir água no estado líquido e, por isso, não pode ter vida. Entretanto,

isso não é uma verdade absoluta, existem organismos que sobrevivem sem a presença de água líquida.

A discussão sobre as estrelas de coloração vermelha teve uma participação bem mais ativa por partes do grupo. Acredita-se que eles conseguiram captar a essência desse tipo de estrela ao longo das aulas. Houve uma discussão importante em relação à massa e ao tamanho da estrela, pois, em relação à temperatura, o argumento é o mesmo para todos. Os estudantes estavam com dificuldades de compreender que o tamanho da estrela aumenta, pois aumenta o seu raio. Foi necessário retomar essa discussão para não ficarem dúvidas.

Para finalizar a discussão e para verificar as informações levantadas a priori pelos estudantes, optou-se por uma aula expositiva dialogada para explicar como são classificadas as estrelas e quais as principais informações que se podem obter a partir da radiação eletromagnética e da análise do seu espectro. Foi utilizado o quadro-negro e foram entregues aos grupos imagens que continham um aglomerado de estrelas com diversas colorações e a classificação espectral, evidenciando o espectro da estrela e a relação entre cor e temperatura. Além da classificação espectral, apresentou-se a classificação de luminosidade e retomou-se a discussão do diagrama H-R, para finalizar e concluir os tópicos estudados. Para finalizar a aula, foi retomado o Quadro 6.20, para que os estudantes pudessem verificar suas hipóteses e discutir as principais características de uma estrela.

Durante a discussão final, os grupos G5 e G8 evidenciaram a relação entre cor e temperatura, lembrando o experimento. Isso foi muito importante, pois chamou a atenção dos outros grupos. Com isso, a discussão realizada foi bem produtiva, culminando no entendimento dos estudantes sobre a relação entre a cor e a temperatura de uma estrela e os conceitos relacionados, como luz e energia, mas, principalmente, que a característica principal de uma estrela é a radiação eletromagnética emitida por ela.

5.6.1 Considerações sobre a aula

Na aula 06 foram finalizados os assuntos discutidos durante as aulas. Ressaltou-se, nesta aula, um dos conteúdos fundamentais da unidade didática, que foi a radiação eletromagnética. Toda a informação que temos das estrelas é obtida por meio da luz que recebemos delas. Coletando e analisando o espectro das estrelas, podemos conhecer suas propriedades mais básicas, como brilho e cor, mas também sua composição química, sua temperatura, sua densidade e sua estrutura interna, por exemplo. Foi escolhida, para esta aula, uma atividade que pudesse

propiciar o fechamento da discussão teórica da unidade iniciada na aula 01. A unidade foi iniciada com um questionamento sobre as características de uma estrela; construiu-se sua base durante as aulas e finalizou-se a discussão com a possibilidade de ampliação dos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento da unidade didática.

No desenvolvimento da atividade e analisando-se a produção dos estudantes, verificou-se que eles utilizam conhecimentos adquiridos durante as aulas para justificar suas respostas. Além disso, a interação dos grupos e o comportamento deles durante a atividade tiveram uma melhora, principalmente durante as discussões.

Durante o momento de exposição, foi feito um resumo das principais informações que se podem obter, como a temperatura, os elementos químicos e a habitabilidade planetária no entorno da estrela. Além disso, foram apresentadas informações novas, como as classes de luminosidade, para que os estudantes pudessem ter um panorama mais completo sobre as estrelas.

Promover a argumentação, a investigação e a colaboração entre os estudantes foi um dos objetivos desta aula. O comportamento dos estudantes mudou muito ao longo das aulas. Eles desenvolveram e aprimoraram várias habilidades que são fundamentais para a formação deles e para o processo de alfabetização científica.

Desenvolver a atividade antes da explicação teórica foi fundamental para que os estudantes pudessem confrontar suas hipóteses. O fato de os grupos conseguirem levantar as hipóteses e explicar corretamente foi motivo de vibração. Para eles, foi como um atestado de que estavam entendendo o que foi estudado e isso foi relatado pelos estudantes. O uso de grupos no desenvolvimento da atividade foi muito importante, pois conseguiram trabalhar de forma colaborativa e estavam dispostos a realizar a atividade de forma correta. Durante a aula com a formação dos grupos, passando por eles e observando as ações que desenvolviam, esse fato foi percebido; a maioria queria chegar a um consenso para responder à atividade. Desse modo, eles tiveram que discutir e refletir sobre os conceitos estudados para chegar a uma resposta comum. Esse fato, segundo Vygotsky, é primordial para que o indivíduo se desenvolva e, conseqüentemente, seu aprendizado ocorra.

5.7 Descrição geral da Aula 07 - atividade de finalização: o Sol, a nossa estrela.

De modo a fazer a retomada da questão orientadora da aula 01: Que características tornam o Sol tão importante?, foi proposta como atividade final a construção de um esquema, em grupos, abordando as características que tornam o Sol importante. Partindo do Sol como ponto

inicial, os estudantes escolheram as características que eles consideram importantes, explicando o Sol e suas características, utilizando os conceitos estudados na unidade. As etapas da atividades envolviam: listar as características, ordenar e estabelecer relações entre elas conectar e organizar em um esquema, como um mapa mental.

A ministração da atividade foi desenvolvida pela professora responsável pela turma. A professora se voluntariou a desenvolver a atividade final com os estudantes, garantindo a finalização da unidade no espaço escolar. Como ela acompanhou o desenvolvimento da unidade desde o começo, isto não seria um problema.

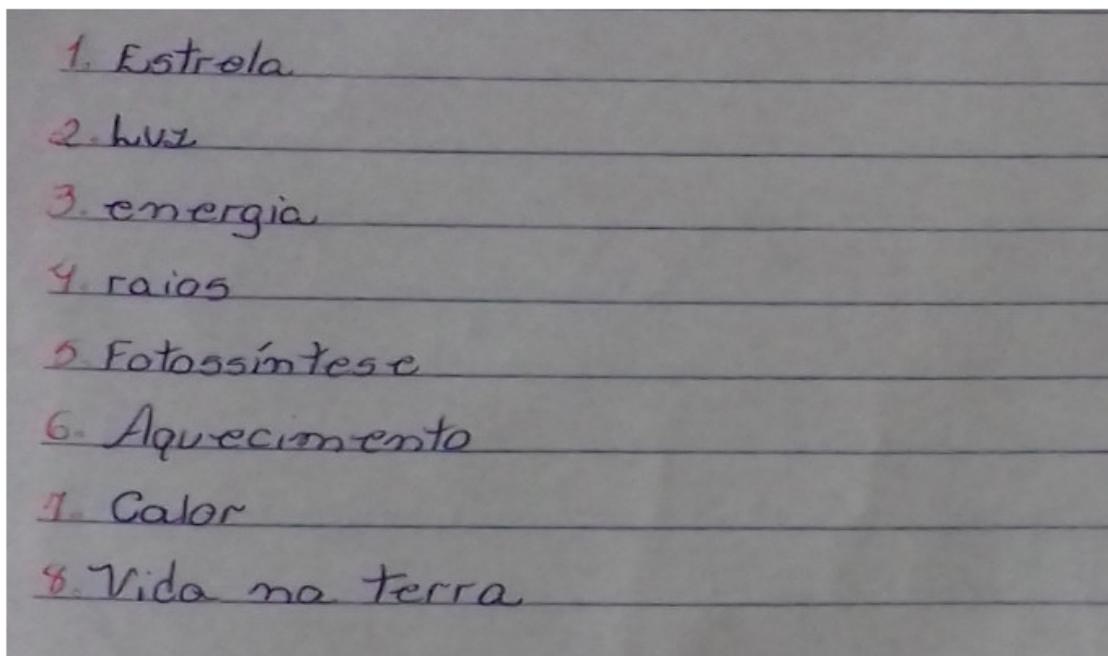
A professora passou um breve relato do desenvolvimento da atividade, o qual destacamos abaixo:

*Iniciamos a atividade reunindo os grupos formados nas atividades anteriores. Foi explicado o procedimento da atividade e entregue o material para que os estudantes pudessem se orientar. Em grupos, os alunos discutiram sobre o assunto e foi solicitado que eles escrevessem o esquema proposto. A atividade foi desenvolvida no pátio da escola. Os estudantes participaram bastante e percebi que eles lembraram de muitos conceitos estudados durante as atividades. Ao final da aula eles entregaram os esquemas e fizemos uma pequena discussão com eles. Acredito que os estudantes captaram bem as características do Sol e as relações entre os conceitos estudados em sala de aula (**Relato da professora**).*

O material produzido pelos estudantes não será analisado neste trabalho porque muitos estudantes não estavam presentes na atividade. Os grupos não estavam completos e os grupos G4 e G9 não tiveram nenhum representante nesta aula. Além disso, identificou-se na produção dos estudantes a cópia e dados de pesquisa em internet. Devido a proposta da atividade, não consideramos essas produções como parte dos resultados. Infelizmente, por motivos de greves e reformulações das atividades da escola, não foi possível o desenvolvimento da aula 07 com a minha presença. Retornei à escola, posteriormente, para agradecer aos estudantes e dar um feedback sobre a participação deles no trabalho. Como não desenvolvemos a atividade, não identificamos se o problema nas produções estava relacionado aos procedimentos da atividade. Os conceitos principais foram trabalhados até a aula 06 e pelos resultados das produções anteriores, os estudantes seriam capazes de realizar a atividade sem maiores problemas. O interessante desta aula seria as discussões desenvolvidas pelos grupos e a discussão geral com a turma. Orientamos no produto educacional sobre como conduzir a discussão, de modo a captar na fala dos estudantes, a linha de pensamento desenvolvido por eles.

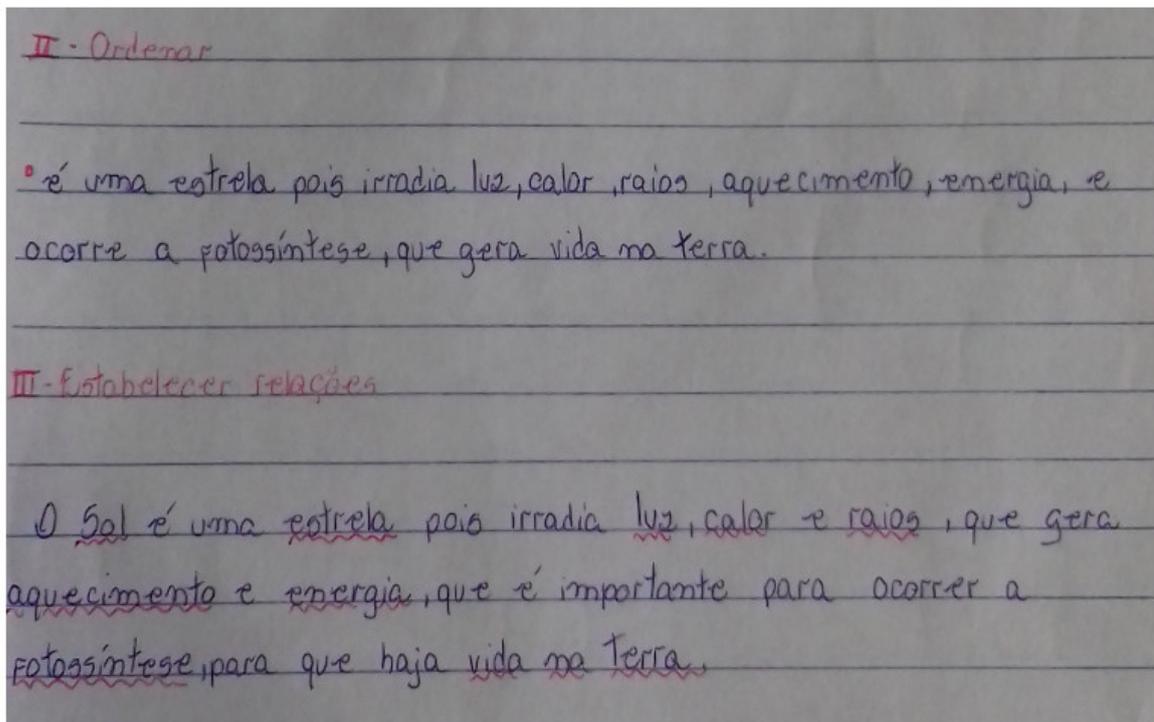
No entanto, das produções, destacamos aquela que mais se aproximou do propósito da atividade, produzida pelos estudantes do grupo G5 (Figuras 5.4, 5.5 e 6.6). Observando a figura, identificamos algumas características estudadas ao longo da unidade didática.

Figura 5.4 – Lista das características elencadas pelo grupo G5



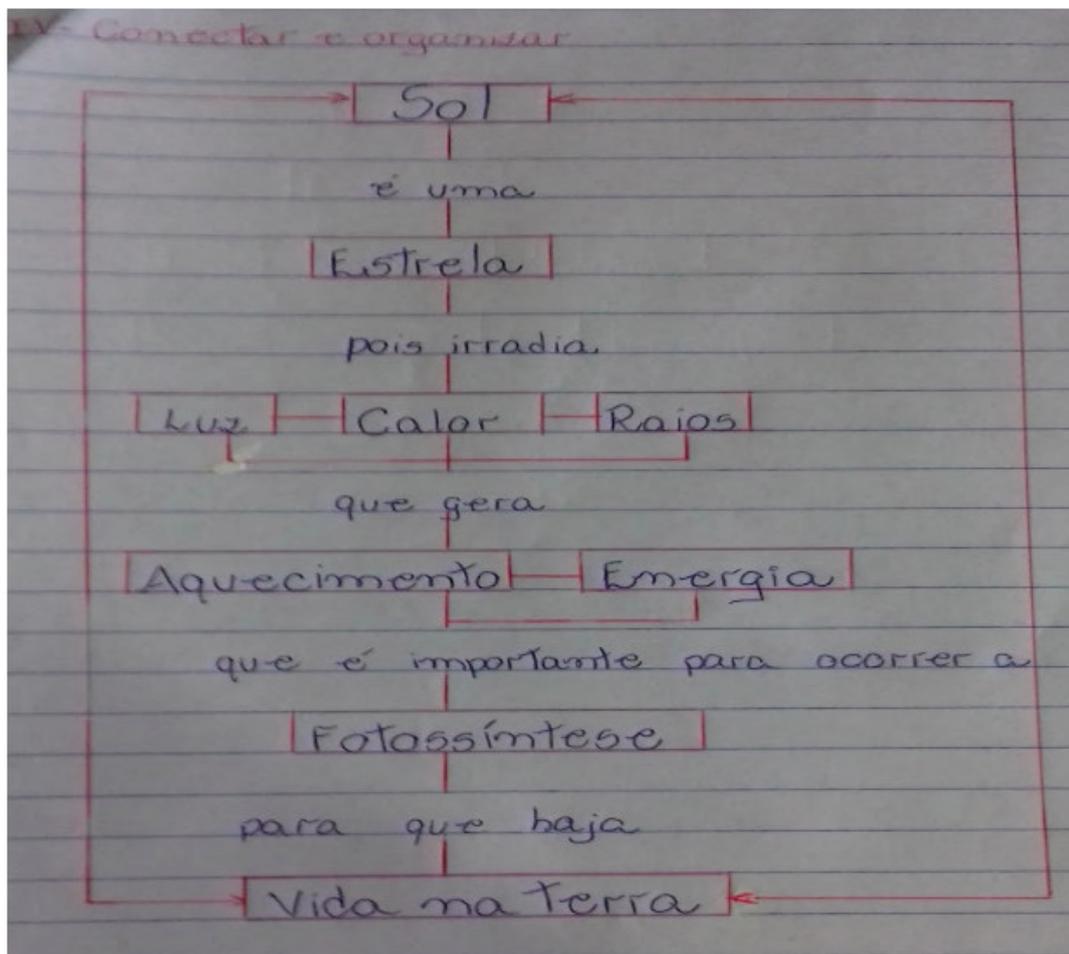
Fonte: Autor (2019)

Figura 5.5 – Relações estabelecidas pelo grupo G5



Fonte: Autor (2019)

Figura 5.6 – Esquema produzido pelo grupo G5



Fonte: Autor (2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino e aprendizagem é extremamente complexo. As ações e interações dos indivíduos presentes no processo de “ensinar” e “aprender” são múltiplas e cada uma delas acarreta um resultado diferente. A interação entre professor e estudante dentro do ambiente escolar é o cerne deste processo, entretanto, existem ações que antecedem este momento e que são fundamentais para compreender o processo e os resultados decorrentes das ações desenvolvidas ao longo dele.

Compreender e identificar o que é importante para a formação de um indivíduo não é uma tarefa fácil. No entanto, existem habilidades que podem ser adquiridas que são fundamentais para a formação intelectual e cidadã desse sujeito. Está cada vez mais evidente que o papel da escola vai além de formar um indivíduo munido de habilidades intelectuais, técnicas e científicas, mas também, um cidadão consciente, reflexivo, que participa de forma ativa na sociedade em que está inserido.

Os documentos oficiais que guiam as orientações educacionais no Brasil, trazem essas reflexões em seus argumentos. Desenvolver essas habilidades e atitudes são pertinentes a todas as áreas do conhecimento, incluindo o ensino de física. Para isso, a sala de aula precisa se tornar um ambiente de múltiplas ações e, não somente, um espaço de memorização e realização de provas. Nesse contexto, o diálogo entre os indivíduos deve ser estimulado para que essas habilidades possam ser colocadas em prática. Carvalho e Sasseron (2018) salientam que

Nos últimos anos, a pesquisa em ensino de Ciências em todo o mundo tem se preocupado em apontar o papel da linguagem no ensino e na aprendizagem, destacando a importância de que interações discursivas entre professor e alunos podem ser um caminho por meio do qual os conhecimentos científicos são debatidos e compreendidos em sala de aula (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 44).

Nesse sentido, pensando no processo de ensino e aprendizagem no ensino de física e no contexto escolar de desenvolvimento desta área do conhecimento, no ensino público, nos deparamos com a seguinte problemática: como atender as exigências do ensino de Física na educação básica, contemplando a apropriação dos conteúdos programáticos específicos, tanto os conceituais quanto os procedimentais, a significação desses conteúdos, a identificação da ciência para o desenvolvimento da humanidade e a formação de estudantes reflexivos e críticos, alfabetizados cientificamente, tudo isso dentro de uma carga horária de aulas limitada?

Na época do surgimento desta problemática, o nosso trabalho estava no início e com todas as mudanças em torno da educação, compreendê-lo torna-se cada vez mais pertinente. Para

isso, trilhamos um percurso que permitiu investigar ações que pudessem trazer contribuições e a possibilidade de compreender o enredo que é o processo de ensino e aprendizagem.

Nos capítulos anteriores, dissertamos sobre o construto teórico do trabalho, suas contribuições para a construção da metodologia de ensino, as análises e os resultados das aplicações embasadas nesses construtos. Todo esse processo foi necessário, visto que o trabalho teve o intuito de investigar se o desenvolvimento de uma unidade didática fundamentada na perspectiva do processo de alfabetização científica pode propiciar o desenvolvimento de habilidades, atitudes críticas, reflexivas e ativas em estudantes do ensino médio frente a construção do conhecimento.

O uso da unidade didática como estrutura organizacional e metodológica, revelou-se como funcional e dinâmico. Além de auxiliar na otimização do tempo de aula, sua estrutura de desenvolvimento conferiu a aula um caráter mais fluido. A unidade didática foi confeccionada utilizando como base os elementos descritos no trabalho de Damis (2006). A utilização de um tema universal ou eixo estruturante é uma das características principais evidenciadas pela autora. A utilização desse elemento, além de possibilitar o trabalho de um tema interdisciplinar, traz como estratégia, a valorização e o uso dos conhecimentos prévios ou espontâneos dos estudantes. Esse fato foi muito importante, visto que com a evidenciação dos conhecimentos prévios ou espontâneos, na teoria de Vygotsky, foi possível privilegiar a construção e a reconstrução do conhecimento pelos estudantes. Vários elementos conferiram a eficiência do uso da unidade didática, um deles, foi a escolha temática para o eixo estruturante.

O eixo estruturante estudado na unidade didática, Sol, fonte de luz e energia, faz parte dos estudos da astrofísica estelar, nas palavras de Peixoto e Kleinke (2016), astrofísica interdisciplinar. Uma das vertentes dos estudos relacionados à astronomia.

A abordagem introdutória escolhida para a unidade, possibilitou articular de forma bem evidente os conteúdos da astrofísica e os do segundo ano do ensino médio. O caráter interdisciplinar conferido ao tema trouxe contribuições e reflexões importantes para o processo de ensino em ciências. Muitas vezes, nós professores, não fazemos as conexões entre os conceitos, mas os estudantes sim. Identificamos inúmeras vezes, que os estudantes sempre buscavam conceitos estudados em biologia, geografia para explicar e justificar o fenômeno físico estudado. Verificamos que o tema dá essa abertura, mas é algo que deve e pode ser explorado em qualquer tema, visto que a construção dos conhecimentos científicos nem sempre está presa a uma área somente, mas a várias.

O estudo dos conceitos presentes na unidade, além de permitir a articulação entre os conceitos estudados na educação básica, possibilitou o envolvimento dos estudantes com assuntos de divulgação científica. Isso foi muito importante, pois detectamos uma crescente participação nas aulas a medida que os conteúdos ficavam cada vez mais científicos, principalmente, em discussões, como a da aula 02, que envolvia o estudo do ciclo de vida das estrelas. Assuntos relacionados, com buracos negros, viagens espaciais, explosões de supernovas estão sempre na mídia e os estudantes trouxeram estes conhecimentos para discussões dentro da sala de aula. Ao longo do desenvolvimento da unidade esses conhecimentos foram ganhando significado e foram reconstruídos pelos estudantes, seja pelo uso do conceito científico ao invés do espontâneo ou pelas conexões que eles fizeram para compreendê-los.

O processo desenvolvido pelos estudantes requer o uso de várias habilidades, como organização, classificação, seriação de informações, levantamento de hipóteses, o raciocínio lógico, além de habilidades de explicações e justificativas, escritas e faladas. Portanto, a escolha de um tema e os conteúdos, que parece ser algo tão natural do processo, impacta e tem consequência na dinâmica da aula e nas interações entre professor e estudante e entre os próprios estudantes. O uso deste eixo estruturante como o tema central da unidade mostrou-se fundamental para o processo de ensino e aprendizagem, visto que evidenciou elementos que contribuem para o desenvolvimento deste processo, como destacado no capítulo 3, na descrição do trabalho de Langhi e Nardi (2014). Segundo os autores, temas relacionados com a astronomia, quando desenvolvidos em sala, geram várias contribuições para o processo e com isso, eles listam algumas justificativas para a inserção dos temas nas salas de aula. Identificamos que no desenvolvimento deste trabalho, além da interdisciplinaridade, o fator motivacional conferido ao tema contribuiu de forma significativa para os processos de interação em sala de aula.

A interação configura-se um fator primordial para o desenvolvimento do indivíduo e, conseqüentemente, seu aprendizado. Essa é uma das principais características da teoria histórico-cultural, proposta por Vygotsky. O tema foi importante para despertar o interesse dos estudantes e proporcionar um ambiente de diálogos. A interação entre os estudantes foi crescendo durante o desenvolvimento da unidade e com isso suas atitudes no desenvolvimento das atividades. Eles começaram bem acanhados e com dificuldades em expressar suas opiniões, quando questionados, mas esse comportamento foi se modificando a cada atividade. Utilizar os conceitos prévios/espontâneos e trabalhar na perspectiva, de que “erro” é algo natural na construção da ciência, revelou-se um elemento que interfere no comportamento do estudante de maneira po-

sitiva. Nesse contexto, teve-se a possibilidade de trabalhar a ciência como uma construção humana e evidenciar para os estudantes que o conhecimento não é algo pronto, mas se desenvolve constantemente.

A escolha do tema foi um fator importante para o planejamento da unidade, mas não o único que trouxe contribuições para o processo. Na construção de uma unidade didática, segundo Damis (2006), deve-se deixar bem claro as escolhas metodológicas e epistemológicas que fundamentam sua prática, as estratégias e abordagens, bem como, os recursos didáticos utilizados. Esses elementos foram evidenciados, por nós, como ações pedagógicas. Buscando atingir o objetivo proposto para o trabalho, embasamos a construção das atividades nos eixos e indicadores do processo de alfabetização científica e nas contribuições da teoria histórico-cultural para o processo de ensino e aprendizagem.

No capítulo 4, discorremos sobre a metodologia de ensino e as atividades propostas para o desenvolvimento da unidade didática. A partir das análises do capítulo 6, identificaram-se alguns fatores, decorrentes, dessas ações, que contribuíram para o aprendizado dos estudantes:

- O uso de questões orientadoras e perguntas durante as aulas geraram um ambiente propício para discussões. Além disso, gerou um engajamento e um ambiente interativo, que foi fundamental para o aprendizado, pois as perguntas auxiliavam nas retomadas de conceitos.
- O uso do problema aberto possibilitou que os estudantes utilizassem sua criatividade e as habilidades de levantamento de hipótese, explicação e justificativa. Permitindo que os estudantes buscassem nas suas experiências, conceitos que pudessem explicar o fenômeno investigado.
- A atividade experimental possibilitou a construção do conhecimento de maneira coletiva pelos estudantes. Além disso, identificamos que algumas das habilidades da alfabetização científica foram postas em prática pelos estudantes.
- As atividades em grupos resultaram em uma dinâmica de aula interativa e colaborativa por parte dos estudantes e do professor, visto que facilitou o processo de mediação e intervenção do professor e dos próprios colegas. Resultando em uma atitude mais ativa do estudante durante a realização das atividades.
- Nas atividades individuais identificou-se uma melhora na produção dos estudantes, principalmente, na maneira em que os estudantes fazem as conexões entre os conceitos espon-

tâneos e científicos. Para isso, o estudante precisa fazer um esforço mental para relembrar dos conceitos estudados, o que propicia o processo de formação de conceitos e internalização, proposto por Vygotsky.

- A produção escrita e as atividades de discussão possibilitaram o desenvolvimento e aprimoramento de habilidades fundamentais para o processo de alfabetização científica e para o processo de ensino e aprendizagem.
- O uso dos recursos didáticos como vídeo e imagens ilustrativas mostraram-se grandes aliados no aprendizado dos estudantes, visto que eles sempre recorriam a estes elementos para explicar os conceitos estudados.

Analisando sob a ótica do processo de alfabetização científica e da teoria histórico-cultural, os estudantes colocaram em prática várias habilidades que favorecem a construção e apropriação do conhecimento científico. Essas habilidades são denominadas de indicadores da alfabetização científica, por Sasseron e Carvalho (2008). Como dito anteriormente, as atividades da unidade didática foram confeccionadas embasadas nos indicadores e, estes foram utilizados pelos estudantes durante as aulas. Os indicadores que surgiram com maior frequência foram: a seriação, classificação e organização de informações, levantamento de hipóteses, justificativa e explicação. Na aula 01, por exemplo, os estudantes fizeram uso desses indicadores para identificar as características importantes do Sol. Além disso, os estudantes demonstraram outras habilidades importantes, como, por exemplo, relacionar e utilizar os dados e informações para criar argumentos e, posteriormente, uma conclusão para o problema estudado.

As atividades desenvolvidas, em grupos e individualmente, contribuíram com a formação e compreensão de vários conceitos de física de uma maneira contextualizada e interdisciplinar. Isso pode ser percebido através das produções dos estudantes e das relações conceituais estabelecidas com o cotidiano. O processo de escrever, sistematizar e/ou sintetizar informações exige do estudante o uso de habilidades que auxiliam no seu aprendizado, visto que é necessário estabelecer relações de forma lógica e coerente. Para isso, o estudante precisa ser reflexivo para compreender o que foi estudado, ou seja, a ação da escrita não será dada de forma mecânica e direta. O processo de criação textual demanda que o estudante assuma um ponto de vista sobre seu pensamento. Deste modo, a produção escrita, através da qual os estudantes formulam, esquematizam e sistematizam suas ideias, revelou-se viável para o professor acompanhar a

aprendizagem, principalmente no ensino de física, o qual acreditamos que atividades de escrita e leitura são pouco explorados.

A articulação proposta entre os conteúdos da astrofísica estelar e os conteúdos estudados no segundo ano foi estabelecida e introduzida de forma gradual durante as aulas, proporcionando o entendimento de forma satisfatória pelos estudantes. O uso desta abordagem não prejudicou o andamento do ano escolar, e segundo, relato da professora responsável pela turma, auxiliou na construção de outros conceitos estudados durante o ano.

A mudança de comportamento dos estudantes frente às atividades desenvolvidas contribuiu significativamente para o seu desenvolvimento e aprendizado. Explorar atividades individuais e em grupos permitiu que o conhecimento fosse construído e reconstruído coletivamente e, posteriormente, internalizado pelos estudantes. Segundo Vygotsky, esse processo viabiliza a formação dos conceitos e a construção do conhecimento pelos estudantes.

As considerações acima nos permitiram compreender um pouco mais sobre o processo de ensino e aprendizagem, principalmente das relações entre professor e estudante. Entretanto, pensando na problemática sobre o ensino de física, no ensino público, percebemos e vivemos a experiência de que o problema vai muito além da reestruturação do processo, da inserção de conteúdo e da mudança de comportamento de indivíduos.

Como egressa de escola pública e com experiências em estágios e no programa institucional de bolsas de iniciação à docência (PIBID) em escolas estaduais, um fato que sempre nos chamou atenção era a falta de recursos das escolas. Para resolver o problema da falta de equipamento, como data show, por exemplo, utilizávamos o cedido pela universidade. Atuando, hoje, como professora, entendo que a prática docente também envolve ter condições de realização de seu trabalho. Isso não desmotiva somente o professor, mas também o estudante que está imerso naquele espaço.

O desenvolvimento deste trabalho se deu de maneira atípica. No entanto, isso não foi um entrave, os estudantes receberam a proposta de atividade super bem e a desenvolveram com grande empenho, mesmo nas condições e nas adversidades que surgiram no caminho. Não foi possível a realização de gravações, por isso, analisamos a produção escrita dos estudantes, visto que o processo de internalização não se dá somente pela fala, mas pela escrita.

Alguns imprevistos que poderiam ter atrapalhado o andamento das aulas foram pensados por nós durante a escolha das atividades. A utilização do data show, por exemplo, poderia ser um problema, visto que a escola poderia não ter o equipamento ou outro professor poderia

estar utilizando. Pensando nisso, levamos um data show reserva e a impressão das imagens dos Slides para as aulas. No entanto, não esperávamos que as salas não estivessem em condições de usar equipamentos elétricos. Com isso, utilizamos as imagens nos grupos e o quadro para desenvolver as atividades que requeriam algumas explicações formais. O uso das imagens e a explicação dos conceitos, da maneira que foi realizada, tornou as aulas bem mais produtivas, pois a interação foi mais efetiva. A explicação foi mais fluida e dialogada, exigindo um contato mais direto entre professor e estudante e isso refletiu nas produções dos estudantes.

As atividades propostas para a unidade didática também sofreram algumas reduções, pois o tempo de desenvolvimento foi reduzido. Apesar desses entraves, conseguimos desenvolver o trabalho e alcançar os objetivos propostos. A mudança de comportamento e o crescimento significativo da interação entre os estudantes, como resultado do desenvolvimento da unidade, corrobora com essa afirmação.

No entanto, como uma desvantagem da unidade didática, identificou-se que o tempo de desenvolvimento das atividades, precisa ser revisto, pois os estudantes estarão mais ativos no processo. Deste modo, recomendamos que, se necessário, disponibilizar mais tempo para as discussões com a turma. Acreditamos que isso irá contribuir ainda mais para o bom resultado e desenvolvimentos dos indivíduos presentes no processo.

Em síntese, para o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação do indivíduo e para o aprendizado dos conteúdos científicos, na perspectiva do processo de alfabetização científica, temos que reconhecer a importância do conhecimento prévio/espontâneo e o processo de mediação, internalização e formação de conceitos, visto que possibilitou estabelecer as relações entre os conhecimentos adquiridos no cotidiano e os conceitos científicos. Diante do exposto acima, identificamos que a unidade didática contribuiu para o processo de alfabetização científica dos estudantes. Vale ressaltar que, este não é um processo simples e não se desenvolve de forma rápida, porém, os indícios de seu desenvolvimento e aprimoramento podem ser identificados, principalmente, pelos usos dos indicadores pelos estudantes. Além disso, evidenciamos o progresso e a mudança de comportamento desses indivíduos no decorrer das aulas. Isso, na nossa concepção, são evidências de um processo que aconteceu de forma satisfatória.

Nesse cenário, cabe ao professor, a tarefa de pensar em ações que permitam a construção do conhecimento pelos estudantes, além de mediar as situações em sala de aula, que visem o desenvolvimento de atitudes críticas, reflexivas e ativas do estudante. O professor tem um pa-

pel primordial, pois ele é o agente mediador das relações de interação no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, mediar não é somente interagir com estudantes, mas ser o intermediário entre o conhecimento e o indivíduo que busca o conhecimento. Em tempos de constantes mudanças e de tanta diversidade dentro de sala de aula, professor e estudante assumem papéis cada vez mais dinâmicos e adaptáveis, pois cada situação exige uma atitude diferenciada, de modo a progredir nesse processo complexo, mas essencial, que é o ensinar e o aprender.

7 REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula.** Joinville, SC: UNIVILLE, 2009.

BOCK, Ana Mercês Bahia, GONÇALVES, Maria da Graça Marchina., FURTADO, Odair. (2002). **Psicologia sócio-histórica: uma perspectiva crítica em psicologia.** 2ª Edição. São Paulo: Ed.Cortez.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores.** Estud. av., São Paulo , v. 32, n. 94, p. 43-55, Dez. 2018.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **Resolução de Problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa.** Experiências em Ensino de Ciências, Ufrgs, v. 7, n. 2, p.98-116, 2012.

DAMIS, Olga Teixeira. **Unidade Didática: uma técnica para organização do ensino e da aprendizagem.** In: (ORG), Ilma Passos Alencastro Veiga. Técnicas de Ensino: Novos Tempos, Novas Configurações. Campinas: Papyrus, 2006. Cap. 5. p. 105-135. Disponível em: <<https://gen2011urc.files.wordpress.com/2012/03/unidade-didc3a1tica.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DIAS, Cláudio André; RITA, Josué R. Santa. **Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio.** Revista Latino-americana de Educação em Astronomia - Relea, São Carlos, v. 6, p.55-65, 2008. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DOMINICI, Tânia Pereira.; OLIVEIRA, Ednilson; SARRAF, Viviane; Del GUERRA, Fernanda. **Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual.** Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 30, n. 4, p. 4501.1-4501.8, Dez. 2008 .

FRÓES, André Luís Delvas. **Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio.**

Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 36, n. 3, p. 1-15, Set. 2014 .

GALBIATTI, Douglas Augusto. **A interação entre os alunos em atividades de demonstração experimental aberta num curso de licenciatura em física: um estudo do desenvolvimento conceitual sob a perspectiva histórico-cultural.** 2014. 150 f. Dissertação

(mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/110896?show=full>>. Acesso em: 15 set. 2019.

LEAL, Karel Pontes. **História da ciência, religião e interculturalidade no ensino de física.**

Por que não?. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

doi:10.11606/D.81.2018.tde-10072018-154306. Acesso em: 15 set. 2019.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que**

dizem os pesquisadores brasileiros?. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 3, p.41-59, set. 2014. Disponível em:

<<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2496/1896>>. Acesso em: 15 set. 2019.

MARRONE JÚNIOR, Jayme; TREVISAN, Rute Helena. **Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências.** Caderno

Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 26, n. 3, p. 547-574, nov. 2009. ISSN 2175-7941. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n3p547>>. Acesso em: 15 set. 2019.

MARTINS, André Ferrer Pinto. **Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.

32, n. 3, p. 703-737, maio 2015. ISSN 2175-7941. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p703>>. Acesso em: 15 set. 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.**

Petrópolis, Vozes, 2002.

MOURA, Breno Arsioli. **O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?**. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.32-46, jun. 2014.

OLIVEIRA, Vagner; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 39, n. 3, e3402, 2017.

PEIXOTO, Denis Eduardo; KLEINKE, Maurício Urban. **Expectativas de estudantes sobre a astronomia no ensino médio**. Revista Latino-americana de Educação em Astronomia - Relea, n. 22, p.21-34, 2016. Disponível em:
<<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/245/330>>. Acesso em: 15 set. 2019.

REGO, Tereza Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico- cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **A teoria histórico-cultural e o ensino da física**. Revista Iberoamericana de Educación. v. 34, n. 3, 2004. Disponível em:<<https://rieoei.org/RIE/article/view/3029/3920>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; MULLER, Alexei Machado; VEIT, Eliane Angela. **Fundamentos de astronomia e astrofísica na modalidade a distância: uma disciplina para alunos de graduação em física**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 37, n. 3, p. 3504-1-3504-20, Set. 2015 .

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura dos indicadores do processo**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p.333-352, jul. 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica**. Revista Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p.59-77, maio 2011. Disponível em:
<<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica: Relações entre ciências da natureza e escola**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte), [s.l.], v. 17, n. ,

p.49-67, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017. 112 p. (Professor Inovador). Coordenação: Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira.

SOLER, Daniel Rutkowski ; LEITE, Cristina **Importância e Justificativas para o Ensino de Astronomia: um olhar para as pesquisas da área**. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2, 2012, São Paulo. Caderno de Resumos. São Paulo: USP, 2012.

SOUZA, César Alencar de. **Astronomia como Tema Estruturante de uma Unidade Didática**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich.; LURIA, Alexander Romanovich.; LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 10^a ed. São Paulo: Ícone, 2006.

VYGOTSKY, Lev. S. **Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar**. In: Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Vygostky, L. Luria, A. Leontiev, A.N. 11^a. Edição. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-116.

A APÊNDICE A**Transcrição da produção escrita - Questão Norteadora da Aula 01.**

E1 - Composição química e tamanho.

E2 - A luz, a vitamina D que é obtida através do Sol e o calor e o efeito da fotossíntese que é liberado através do Sol.

E3 - A luz, a vitamina e a cor

E4 - É uma estrela, a luz, calor e a fotossíntese.

E5 - Produzir luz e produz energia.

E6 - O calor, a luz, a fotossíntese, ser uma estrela.

E7 - A luz, a vitamina D do Sol e o calor do Sol.

E8 - A luz e o calor que ele transmite para que aconteça a fotossíntese.

E9 - Calor, porque sem o aquecimento do Sol podemos morrer congelados.

E10 - O Sol é importante para ter a luz do dia, ele nos fornece vitamina D para o corpo e fornece a luz solar para as plantas.

E11 - A luz e o calor, pois sem eles não existiria vida na Terra.

E12 - A luz, a energia, o calor, vitaminas, energia térmica, distância e luminosidade.

E13 - A energia que o Sol emite através da luz é muito importante para o crescimento das plantas e na produção de alimento. Ajuda muito, pois tem vitamina que favorece a pele humana.

E14 - Além de aquecer o planeta, o sol é também uma energia para os seres vivos, ajuda na fotossíntese das plantas, iluminação, etc.

E15 - Na minha opinião, as coisas boas que o sol dá para a gente são: luz, se não a terra seria gelo, raios ultravioletas para a energia solar e o calor, para deixar o clima bom para a humanidade.

E16 - 1 - a sua luminosidade que faz praticamente tudo funcionar. 2 - ele dá energia para sermos bem dispostos. 3 - ele aquece a Terra para não congelar tudo e todos.

E17 - A luz e o tanto que ele aquece acho bem importante.

E18 - Para gerar algumas fontes de energia, luz, aquecimento, energia, calor evaporação, vida, fotossíntese.

E19 - Os raios solares.

E20 - Energia e o calor do sol, que faz com que água evapore para ocorrer chuva e ajuda no crescimento das plantas, que necessitam do sol para ocorrer o processo de fotossíntese.

E21 - A cor alaranjada e a luz, que ajuda no aquecimento da Terra e na sobrevivência dos animais e plantas.

E22 - A sua energia térmica que emana e aquece os planetas ao redor, e a energia solar que pode ser captada por meio de painéis solares, entre outros.

E23 - Vitamina D, luz, fotossíntese, energia, calor e luminosidade.

E24 - A luz que ele emite, o calor, a fotossíntese realizada nas plantas.

E25 - A importância do Sol é sua ultravioleta que além da sua luz que clareia o universo, também é importante para as plantas para a realização da fotossíntese.

E26 - Sem o sol o planeta terra ficará escuro e o sol é muito importante para os animais, as plantas e as pessoas. Sem o sol nosso mundo seria totalmente frio e morreremos ...

E27 - Porque sem o aquecimento solar iríamos morrer congelados, as plantas e animais também e ficaríamos sem alimento.

E28 - 1 - o calor, para que a Terra armazena parte do calor durante a noite para aquecer o planeta. 2 - A luz, onde se pode obter energia e claridade.

E29 - A energia que ele transmite pelo calor e pela luz que ajuda na fotossíntese dos vegetais e na sobrevivência tanto do homem quanto do animal.

E30 - Ajuda na fotossíntese, influência no crescimento das plantas, ajuda a secar roupa no varal, assim como ajuda com a chuva, para ajudar no crescimento de frutas verduras e legumes e o sol pode ser a estrela maior no universo.

E31 - Porque ele pode gerar energia e gera o calor, além de auxiliar no processo de fotossíntese.

E32 - Fornece luz e energia, ajuda no desenvolvimento dos vegetais, aquece como também ajuda a secar roupas, etc, ajuda na temperatura corporal.

E33 - O aquecimento, a claridade para o dia a dia, gerar vitamina e minerais para as plantas.

E34 - A Luz do Sol, a temperatura, ou seja, o calor, porque eles auxiliam nos processos de aquecimento, evaporação e fotossíntese, importantes para a vida na Terra.

E35 - A Luz solar, pois auxilia no aquecimento da Terra, para iluminar o nosso dia, na evaporação da água para formar chuva e é muito importante para a sobrevivência dos animais, plantas e todos os seres vivos.

E36 - O brilho dele ilumina a Terra e o calor que vem dele ajuda a aquecer o planeta e é muito importante, já que mantém os seres vivos.

E37 - O sol é importante, pois tem vitamina D para o corpo. A luz do Sol é importante para o ser humano e ajuda a economizar energia durante o dia.

E38 - A luz do sol faz muito bem para as plantas e seres vivos, por causa da energia que o sol traz, mas também deve tomar muito cuidado para não tomar muito sol, porque pode dar câncer na pele.

E39 - A luz: porque ilumina nosso mundo e nos permite ver a lua por que a luz do sol reflete na mesma. A energia: que as plantas utilizam para fazer a fotossíntese. O calor: que aquece o nosso planeta e não nos deixa congelar. A distância: porque se fosse muito perto morreríamos.

E40 - Ele que faz o calor necessário para o sobrevivência humana. É importante na agricultura. Necessário na fotossíntese. Sem o Sol toda água do planeta estaria congelada.