



**JEFFERSON ADRIANO NEVES**

**ENSINANDO A FÍSICA DO EFEITO ESTUFA  
NO 9º ANO: UMA ABORDAGEM BASEADA  
NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**JEFFERSON ADRIANO NEVES**

**ENSINANDO A FÍSICA DO EFEITO ESTUFA NO 9º ANO: UMA  
ABORDAGEM BASEADA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração Física na Educação Básica, para a obtenção do título de Mestre.

Universidade Federal de Lavras – UFLA

Departamento de Ciência Exatas

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Orientadora: Dra. Iraziet da Cunha Charret

Co-orientador: Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da  
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Neves, Jefferson Adriano.

Ensinando a Física do Efeito Estufa no 9º ano : Uma abordagem baseada na Aprendizagem Significativa / Jefferson Adriano Neves. – Lavras : UFLA, 2015.

106 p.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Iraziet da Cunha Charret.

Bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Ensino Fundamental. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Plano de Ensino. 5. Efeito Estufa. I. Charret, Iraziet da Cunha. II. Título. III. Série.

**JEFFERSON ADRIANO NEVES**

**ENSINANDO A FÍSICA DO EFEITO ESTUFA NO 9º ANO: UMA  
ABORDAGEM BASEADA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração Física na Educação Básica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de Agosto de 2015.

Dra. Eliane Ângela Veit – UFGRS

Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel – UFLA

Dr. Rosana Maria Mendes – UFLA

Orientadora: Dra. Iraziet da Cunha Charret

Co-orientador: Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva

**LAVRAS – MG**

**2015**

## **DEDICATÓRIA**

"Um professor afeta a eternidade; é impossível dizer até onde vai sua influência." (Henry Adams).

Sabemos da importância dos professores na formação de seus alunos, seja na construção de conteúdos e/ou social. No passado, fui e, ainda sou, aluno e tive a oportunidade de compartilhar saberes com diversos professores com os quais pude aprender conteúdos e a ser um bom cidadão.

Dedico este trabalho a todos os meus professores que direta ou indiretamente me permitiram atingir meus objetivos e me ensinaram a nunca desistir. De todos esses professores, gostaria de agradecer ao professor Gilberto Lage por todo auxílio e atenção prestados durante os mais de seis anos na Universidade Federal de Lavras, que moldou de forma significativa a minha vida.

A todos os professores: **MUITO OBRIGADO!!!**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos os professores do grupo de Ensino de Física da Universidade Federal de Lavras, que sempre me apoiaram e contribuíram para minha formação e realização deste trabalho. Em especial, aos professores: Iraziet Charret, minha querida orientadora, Ulisses Azevedo Leitão, Helena Libardi, Antonio dos Anjos, Antônio Marcelo e José Antônio.

Como esquecer os caros colegas de estudos, que, durante esses dois anos, me ensinaram tantas coisas, tornando-me uma pessoa melhor? Os mais sinceros agradecimentos e muito obrigado a meus eternos amigos: Célio Vicente (paizão), Joseil Freire, Luiz da Silva, Jederson Willian, César Alencar, Márcio Martins, Luciano Arantes, Maria do Carmo, Hudson Andrade, José Amilton e Júlio Cabral.

Agradeço a SBF e a CAPES pela oportunidade proporcionada.

## RESUMO

Diversos conceitos de Física devem ser construídos durante o Ensino Fundamental e é com esse objetivo que foi realizado o trabalho aqui apresentado. Com ele, pretendia-se desenvolver um ambiente de ensino e aprendizagem baseado em problemas vivenciados pela sociedade nos dias atuais para construir, de forma significativa, a Física do Efeito estufa no nono ano do ensino fundamental. A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de apresentar uma unidade didática que possibilite o desenvolvimento de um ambiente construtivista, promovendo uma releitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (PCNEF) de Ciências, para ensinar a Física do Efeito Estufa no nono ano do Ensino Fundamental. Com esse objetivo, ocorreu a construção de uma unidade didática, construída tendo como embasamento teórico os estudos de Ausubel e Novak sobre aprendizagem significativa. Após a consolidação dessa unidade didática, analisou-se a unidade para inferir se ocorreu aprendizagem e se a mesma pôde ser considerada significativa. Nessa análise, foi utilizado o Método de Análise de Conteúdo, com o objetivo de compreender os significados trocados entre estudantes e professores. A primeira versão das unidades didáticas, que contemplam o plano de ensino, foram utilizadas no ano de 2014 com duas turmas do nono ano de um colégio da rede privada, que está localizado na cidade de Lavras.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Ensino Fundamental, Aprendizagem Significativa, Unidade Didática e Efeito Estufa.

## **ABSTRACT**

Several concepts of physics must be constructed during the elementary school and it is with this objective that we performed the work presented here. With it was intended to develop a teaching and learning environment based on problems experienced by society these days to build, significantly, the Greenhouse effect Physics in the ninth year of elementary school. The research was developed in order to present a teaching unit that allows the development of a constructivist environment, promoting a reinterpretation of the National Curriculum Parameters of Basic Education (NCPBE) of Sciences, to teach Greenhouse Physics in the ninth year of elementary school . To this end, there was the construction of a teaching unit, built with theoretical foundation studies of Ausubel and Novak on meaningful learning. After the consolidation of this teaching unit, the unit analyzed to infer whether learning occurred and whether it could be considered significant. In this analysis, the content analysis method was used in order to understand the meanings exchanged between students and teachers. The first version of the didactic units that comprise the syllabus, were used in 2014 with two classes of the ninth year of a college's private network, which is located in the city of Lavras.

**Keywords:** Physics Education, Elementary Education, Meaningful Learning, Teaching Unit and greenhouse effect



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Descrição dos livros didáticos analisados.....	10
Tabela 2: Organização do primeiro trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.....	37
Tabela 3: Organização do segundo trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.....	38
Tabela 4: Organização do terceiro trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.....	39
Tabela 5: Códigos de identificação dos estudantes participantes e das aulas analisadas.....	43
Tabela 6: Categorias associadas a questão 1 - compreensão inicial do efeito estufa – acompanhadas de algumas falas dos estudantes, justificando as respostas.....	46
Tabela 7: Categorias associadas a questão 2 - concepções utilizadas pelos estudantes para explicar e avaliar o efeito estufa e suas consequências para a vida – acompanhadas de algumas falas dos estudantes justificando as respostas.....	48
Tabela 8: Categorias associadas a questão 3 - compreendendo as concepções utilizadas pelos estudantes para explicar e avaliar o efeito estufa e suas consequências para a vida – acompanhadas de algumas respostas características dos estudantes.....	49
Tabela 9: Categorias obtidas com a construção de um modelo teórico para explicar o efeito estufa. Na tabela são apresentadas, em itálico, algumas respostas características dos estudantes.....	51
Tabela 10: Categorias associadas as respostas que os estudantes apresentaram a questão 7, evidenciando como eles compreenderam a interação dos fótons infravermelho com as camadas de gases na atmosfera.....	52
Tabela 11: Categorias obtidas com a análise das respostas que os estudantes apresentaram a nona questão - como eles explicam a relação entre as camadas de vidro, as camadas de gases e as suas interações com os fótons infravermelhos.....	53
Tabela 12: Categorias obtidas com a análise dos textos produzidos pelos estudantes relacionadas a compreensão sobre o efeito estufa.....	55
Tabela 13: Categorias obtidas com a análise dos textos produzidos pelos estudantes relacionadas a importância do efeito estufa para a manutenção da vida na Terra.....	56
Tabela 14: Categorias reunidas para apresentar a evolução dos conceitos apresentados pelos estudantes ao utilizar a Unidade Didática – O Planeta em Ação.....	58

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 DO PROBLEMA À REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>5</b>
1.1 Os documentos que regulamentam o Ensino de Ciências.....	5
1.2 O planejamento educacional e os materiais educacionais.....	7
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO - COMPREENDENDO E</b>	
<b>“TENTANDO” SOLUCIONAR O PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Teorias de aprendizagem e o processo de construção do conhecimento	15
3.1.1 Facilitadores e avaliação de uma Aprendizagem Significativa.....	18
3.1.1 Facilitadores e avaliação de uma Aprendizagem Significativa.....	18
3.1.2 A Teoria de Educação de Novak e o Modelo de Ensino de Gowin....	19
3.2 Ensino de física no nono ano e o efeito estufa.....	21
3.3 Unidades Didáticas: organizando os materiais educacionais.....	25
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
4.1 Construção da Unidade Didática.....	27
4.2 Metodologia de Análise da Unidade Didática.....	28
4.3 Análise de Conteúdo: compreendendo os dados.....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
5.1 Descrição do contexto educacional: a unidade didática no plano de ensino.....	35
5.1.1 Unidade Didática e a sua utilização.....	40
5.1.1 Unidade Didática e a sua utilização.....	40
5.2 Compreendendo a mensagem trocada.....	43
5.3 Discussão e análise da mensagem trocada.....	45
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>7 PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>66</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>9 ANEXOS I: Detalhamento das Aulas.....</b>	<b>71</b>
9.1 Aula 1 – Investigando as Concepções Prévias.....	71
9.2 Material AI01: Investigando o Efeito Estufa.....	71
9.3 Aula 2 – Construindo o modelo: Estudando uma Estufa.....	73
9.3.1 Material A02: PC01: Introdução ao Efeito Estufa.....	73
9.4 Aula 3 – Aplicando o modelo: Estudando os gases na atmosfera.....	77
9.4.1 Material A03: PC02: Compreendendo o Efeito Estufa na Terra.....	77
9.4.1 Material A03: PC02: Compreendendo o Efeito Estufa na Terra.....	77
9.5 Aula 4 – O Efeito Estufa.....	79
9.5.1 Material A04: O Efeito Estufa.....	79
9.5.1 Material A04: O Efeito Estufa.....	79
9.6 ANEXO 2 - DIMENSÕES PARA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS.....	82
9.7 ANEXO 3 – Resultados da análise dos LD's.....	87

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, ocorreram diversas mudanças que impactaram diretamente o processo de ensino e aprendizagem, como, por exemplo, o surgimento de novas tecnologias e a inserção de novas concepções sobre o desenvolvimento do conhecimento. Hoje, espera-se que o Ensino de Ciências, especificamente o Ensino de Física, ocorra de forma contextualizada e com significado para o estudante, ou seja, o Ensino de Física passou a ser encarado como indispensável na formação de um cidadão cientificamente letrado.

“A formação do estudante deve visar à aquisição de conhecimentos básicos, à preparação científica e à capacidade para usar as diferentes tecnologias relativas à área de atuação.” (BRASIL, 2000, p. 5)

O Ensino de Ciências, a Física aí incluída, tem como expectativa que os estudantes: (i) questionem e reflitam sobre diversos aspectos, sejam humanistas ou naturais, através de questões do tipo: De onde viemos? Para onde vamos? Mesmo que algumas dessas questões não possuam respostas, eles poderão especular acerca delas; (ii) interajam com a natureza, pois o objetivo básico das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da natureza; e (iii) sejam cidadãos do mundo, compreendendo os fenômenos da globalização, do funcionamento dos aparelhos eletrônicos e de todos os recursos tecnológicos a sua disposição, avaliando como estes interferem na sociedade atual.

Em meio a essa discussão sobre a importância do Ensino de Física, é relevante compreender um pouco sobre a atual estrutura escolar vigente no País, delineada a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394-96), que alterou a organização do sistema escolar, que agora se reduz a dois níveis: o da educação básica (composta por educação infantil, ensino fundamental e médio), e a educação superior. Com a LDBEN 9394-

96, o ensino fundamental é apenas mais uma etapa da educação básica, diferente das leis anteriores, em que etapa era apresentada como a última etapa da educação básica (composta por educação infantil e ensino fundamental).

Preocupados em regulamentar e orientar o ensino, tanto o Governo Federal quanto os Governos Estaduais desenvolveram programas curriculares e também um conjunto de diretrizes básicas que norteiam o ensino regular. Encontram-se em vigor os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN<sup>1</sup> (BRASIL, 1998), que *“têm por objetivo auxiliar os educadores na reflexão sobre a prática diária em sala de aula e servir de apoio ao planejamento de aulas e ao desenvolvimento do currículo da escola”*, conjunto de diretrizes que regulamentam o ensino em âmbito nacional. E o Conteúdo Básico Comum – CBC (MINAS GERAIS, 2013), que contém as diretrizes específicas que norteiam a educação no Estado de Minas Gerais. Nesses documentos, são reforçados os pontos supracitados para o Ensino de Ciências, apontando a necessidade de o ensino ocorrer de forma contextualizada e atualizada e admitindo, ainda, a importância da presença das atividades experimentais, pois a Física é uma Ciência Experimental, e a importância da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação – as TIC's.

É evidente que possuímos diversas ferramentas metodológicas, diretrizes educacionais e estudos, que podem tornar o ensino e a aprendizagem em Física mais eficientes e atraentes. Porém, sabemos que *“Ensinar e aprender Física não é uma tarefa fácil”*. Essa afirmativa fica evidente na literatura e pode ser comprovada com o contato direto com a sala de aula, ainda mais quando muitos estudantes apresentam uma grande rejeição ao estudo de Ciências, em especial ao de Física. Compreender essa Ciência também não é fácil, pois os estudantes devem encará-la como sendo

---

1 Disponível em: <[http://www.educacional.com.br/legislacao/leg\\_vi.asp](http://www.educacional.com.br/legislacao/leg_vi.asp)>, acessado em 15 de janeiro de 2014.

uma atividade humana de construção do conhecimento científico, diferenciada do conhecimento do senso comum, principalmente por ser mais sistematizado (PASQUALETTO, 2007).

Além das diretrizes educacionais, é importante compreender o próprio processo cognitivo, o processo de construção do conhecimento. Para Vygostsky (MOREIRA, 1999), o desenvolvimento cognitivo ocorre com a internalização de instrumentos e de sistemas de signos, produzidos culturalmente, em que os conceitos aparecem em dois planos distintos: primeiro interpessoal e depois intrapessoal. Assim, a interação social, mediada por meio da fala, mais especificamente da linguagem, é o veículo de transmissão dinâmica que ocorre de fora para dentro.

Esse processo deve ser encarado como uma constante troca de signos e significados que ocorre por meio das interações sociais. “...Não é por meio do cognitivo que o indivíduo se torna capaz de se socializar, é na socialização que se dá o desenvolvimento do cognitivo (DRISCOLL, 1995, p. 229, apud MOREIRA, 1999)”.

A importância do ensino de Física é indiscutível para a formação crítica dos indivíduos. Mas, efetivamente, qual é o primeiro contato que os indivíduos têm com a Física? Na literatura, é possível verificar a existência de muitos estudos que apresentam possibilidades para o Ensino de Física, em sua maioria, voltadas para o Ensino Médio (EM). Ao analisar os documentos que regulamentam o Ensino Fundamental (EF), constata-se a presença de diversos conceitos de Física. Porém, a forma como esses conceitos são trabalhados nesse nível de ensino, ainda é uma questão pouco investigada.

Durante o EM, em muitos casos, esse primeiro contato com a Física no EF é negligenciado, e esses conceitos são apresentados como novidades, ignorando-se completamente os conhecimentos anteriores dos estudantes. Nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998), documento que regulamenta o ensino de Ciências no EF, verifica-se a

presença de conceitos, tais como, por exemplo, Força, Calor e Ondas Eletromagnéticas, conceitos estes presentes no Ensino de Física apresentado no ensino médio.

A presente pesquisa foi realizada com a finalidade de buscar resposta à seguinte questão: **Como desenvolver um ambiente construtivista para ensinar a Física do Efeito estufa no nono ano do Ensino Fundamental?**

O trabalho está estruturado da seguinte forma: no primeiro capítulo, é apresentada uma reflexão sobre o problema de pesquisa que culminou na realização da mesma. No segundo, são apresentados os objetivos da pesquisa. No terceiro, é abordado o referencial teórico, estruturado nas seguintes seções: 1) Teorias de aprendizagem e o processo de construção do conhecimento, 2) O Ensino de Física do nono ano e o Efeito Estufa e 3) Unidades didáticas: organizando os materiais educacionais. No quarto capítulo, é apresentada a metodologia, estruturada nas seguintes seções: 1) Metodologia de Construção e Análise das Unidades Didáticas, 2) Para Compreender os Materiais Educacionais. No quinto capítulo, são apresentados os resultados e discussões obtidos com a pesquisa realizada, estruturados nas seguintes seções: 1) Descrição do contexto educacional: a unidade didática no plano de ensino, 2) Unidade Didática e a sua utilização, 3) Compreendendo a mensagem trocada; e 4) Discussão e análise da mensagem trocada. Por fim, nos capítulos 6 e 7, são apresentadas as conclusões da pesquisa e algumas perspectivas futuras e, ao final, estão as referências bibliográficas utilizadas.

## **1 DO PROBLEMA À REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Para concretizar a pesquisa, foi de suma importância compreender o contexto educacional no qual a proposta foi inserida. Na primeira seção, são apresentados os documentos que regulamentam o Ensino de Ciências para conhecermos os objetivos de tal segmento de ensino. Já na segunda seção, é apresentada uma visão do livro didático utilizada em tal segmento de ensino.

### **1.1 Os documentos que regulamentam o Ensino de Ciências**

Diferente de outros momentos na história da educação brasileira, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 - LDBEN 9394/96 - o Ensino Fundamental passa a ser encarado como sendo um segmento que faz parte da educação básica, composta pela educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio. No art. 22 da LDBEN 9391/96 encontramos que “... *A educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores*”.

Com a LDBEN 9394/96, foram desenvolvidos os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental - PCNEF (BRASIL, 1998), documento regulador do Ensino de Ciências. Nesse documento, é apresentada a necessidade de criação de um ambiente construtivista, em que os estudantes necessitam compreender as informações obtidas e relacioná-las para explicar e resolver os mais variados problemas práticos da vida cotidiana. Conforme fragmento do PCNEF:

“A educação em Ciências Naturais é um componente fundamental na formação do cidadão contemporâneo, pois vivemos em um mundo onde o conhecimento científico e a tecnologia que ele possibilita estão presentes em quase todas as atividades cotidianas,

influenciando nosso estilo de vida e nossas possibilidades de participação. Atualmente, um cidadão que não tenha uma cultura científica bem desenvolvida terá muitas dificuldades em construir uma proposta autônoma de sobrevivência, compreendendo o mundo em que vive para inserir-se nas atividades sociais com independência e espírito cooperativo (BRASIL, 1998, p. 57)”.

De acordo com o PCNEF, o ensino de Ciências está organizado em ciclos, o quarto ciclo correspondendo ao nono ano do ensino fundamental e nele é proposto o estudo em quatro eixos temáticos, sendo eles: (i) Vida e Ambiente, (ii) Ser Humano e Saúde, (iii) Tecnologia e Sociedade e (iv) Terra e Universo. Os eixos temáticos foram elaborados para ampliar as possibilidades de uso em diferentes sequências de execução em sala de aula.

Baseado no PCNEF, desenvolveu-se o Conteúdo Básico Comum (CBC) de Ciências (MINAS GERAIS, 2013), documento que regulamenta o ensino público no Estado de Minas Gerais. Esses pressupostos são reforçados nas estratégias propostas para o processo de ensino e aprendizagem, dos quais destacamos os seguintes pontos:

- Reconhecer a importância do conhecimento prévio dos estudantes como elemento fundamental a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem.
- Transformar os contextos de vivência, os problemas da contemporaneidade e da prática social dos sujeitos do processo escolar em objetos de estudo, investigação e intervenção.
- Promover maior comunicação entre os saberes das várias disciplinas que compõem a área das ciências naturais ao tratar dos temas ligados à vivência dos estudantes.
- Escolher e privilegiar certos conceitos centrais e ideias-chave que estruturam o saber das ciências naturais e promover, de modo progressivo e recursivo, oportunidades para que os estudantes possam compreendê-los e se apropriar deles.



- Explorar os conceitos e discutir os procedimentos e atitudes sempre a partir de contextos escolhidos estrategicamente por apresentarem um potencial para o desenvolvimento das competências e habilidades que se desejam formar nos estudantes.
- Promover reflexões sobre a natureza das ciências e suas relações com a tecnologia e a sociedade contemporânea.
- Desenvolver estratégias diversificadas de ensino sempre considerando os aspectos éticos, sociais, econômicos, históricos, políticos e culturais das construções humanas.

Levando em conta as considerações contidas nos documentos que regulam o ensino de ciências, acima mencionadas, verifica-se que o estudante deve ser considerado o “centro” do processo de ensino e aprendizagem, objetivando o desenvolvimento de uma aprendizagem que seja significativa e que privilegie o pensar, o relacionar e o fazer.

Todos esses pontos necessitam estar presentes ao se realizar um planejamento educacional, permitindo a construção dos saberes, não podendo-se esquecer de apresentar a “Ciência e sua natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra” (BRASIL, 1998, p.27). Buscando-se realizar o ensino por meio de metodologias construtivistas, é reforçado nos PCNEF, que:

“Pressupõem-se que o aprendizado se dá pela interação professor/estudantes/conhecimento, ao se estabelecer um diálogo entre as ideias prévias dos estudantes e a visão científica atual, com a mediação do professor, entendendo que o estudante reelabora sua percepção anterior de mundo ao entrar em contato com a visão trazida pelo conhecimento científico.” (BRASIL, 1998, p.21).

## **1.2 O planejamento educacional e os materiais educacionais**

O livro didático é uma das peças mais importantes para a construção do conhecimento, sendo, muitas vezes, a principal referência para os

professores sobre os conteúdos que serão estudados em sala de aula. Porém, ele não deve ser visto como o único material educacional que pode ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem. A importância dos materiais educacionais é apresentada nos estudos de Ausubel, Novak e Gowin. Ausubel, por exemplo, apresenta o material educacional, potencialmente significativo para os estudantes, como essencial na construção de uma aprendizagem significativa.

Devido a sua importância e com o objetivo de distribuir livros didáticos de melhor qualidade, o Governo Federal desenvolveu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), para garantir a qualidade dos livros didáticos que serão distribuídos nas escolas públicas. A partir da vigência do programa, observou-se uma melhora significativa nos livros didáticos produzidos no país. No início, a avaliação dos livros didáticos, candidatos a serem distribuídos no PNLD, ocorria com o objetivo de verificar a qualidade das informações e de identificar erros conceituais contidos nos livros. Hoje, a avaliação reside na questão metodológica, que analisa com atenção e rigor se a proposta pedagógica contempla um ensino investigativo e experimental, além de observar a presença obrigatória de um conjunto de orientações que tende a auxiliar o professor dentro de sala de aula. (PNLD, 2014)

Neves (2004) descreve o Livro Didático (LD) como o principal mediador na sala de aula e que, muitas vezes “*dita o curriculum de ciências a que são submetidos os estudantes [...] torna-se a principal fonte de conhecimento*” (NEVES, 2004). Na verdade, o LD é o material educacional ao qual os estudantes e os professores possuem maior acesso. Logo, deve-se esperar que esse material seja *potencialmente significativo*, lembrando que a potencialidade do material está relacionada com a estrutura cognitiva do estudante. (NEVES, 2004).

Neves (2004) realizou um estudo cujo objetivo era verificar se os livros didáticos poderiam ser considerados como materiais potencialmente

significativos para a construção de uma aprendizagem significativa. A justificativa para a análise dos livros didáticos ocorreu baseada em abordagens construtivistas, tendo foco maior na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak. Do estudo, a autora chegou a um conjunto de quatro dimensões relevantes que os livros didáticos devem abordar para facilitar a construção da aprendizagem. São elas: i) História da Ciência; ii) Concepções de Aprendizagem; iii) Formas de Comunicação e Linguagem na Educação Científica e iv) Estrutura ou Organização.

Com o objetivo de conhecer alguns dos livros didáticos, foi realizada uma análise de quatro livros didáticos comumente utilizados no ensino de ciências do nono ano. Devido ao alinhamento teórico e metodológico, optou-se por utilizar as dimensões desenvolvidas por Neves (2004), acrescentando-se a dimensão “Abordagem do Método Científico”, fundamentado também nos estudos de Neves (2004), para analisar como os livros didáticos abordam o Método Científico. Essa dimensão foi criada, pois o Método Científico corresponde à forma de pensar e fazer ciências, indispensável para compreender a importância da Ciência para a sociedade. Presente no anexo 2.

A análise dessas dimensões é apresentada no Anexo 3, e ocorreu por meio de uma abordagem qualitativa dos livros didáticos, com leituras minuciosas e com o preenchimento dos quadros de análise associados às dimensões utilizadas.

Fazendo uso das cinco dimensões, foram analisados quatro livros de Ciências que são utilizados como referência principal ou como material de apoio pelos professores do nono ano do ensino fundamental. Os resultados dessa análise estão apresentados em conjunto, uma vez que vários fatores em comum foram encontrados.

Dos livros analisados, dois estavam dentro do PNLD 2014 e dois são comercializados para serem utilizados em instituições particulares. No

Anexo 3, é apresentado o quadro de análise de cada livro separadamente. Deve-se salientar que livros que não abordassem alguma das dimensões escolhidas para a análise foram excluídos da investigação. Os livros didáticos que foram analisados estão apresentados no Quadro 1:

**Tabela 1:** Descrição dos livros didáticos analisados.

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano</b>
Projeto Teláris: 9º ano - Matéria e Energia.	Fernando Gewandsznajder	Ática	2013
Projeto Athos: Ciências 9º Ano	José Trivellato, Silvia Trivellato, Carlos Kantor, Júlio Foschini Lisboa, Marcelo Motokane	FTD	2014
Ciências - Entendendo a Natureza - 9º Ano	César da Silva Júnior; Paulo Sérgio Bedaque Sanches; Sezar Sasson	Saraiva	2013
Ciências para o nosso tempo - 9º Ano	Washington Carvalho, Laercio Caetano, Joao Alves	Positivo	2011

A seguir são apresentados os resultados obtidos com a análise das cinco dimensões.

#### DIMENSÃO 1 – FORMAS DE COMUNICAÇÃO

Todos os livros que foram analisados apresentaram coerência em relação às imagens e textos. As imagens se encontram próximas ao texto e, quase sempre, relacionando um fato observado no dia a dia. Em relação à linguagem utilizada, constatou-se que ela era clara e objetiva, com os novos conceitos sendo destacados algumas vezes.

#### DIMENSÃO 2 – ESTRUTURA

Com a análise, foi possível verificar que os livros não apresentam índice remissivo para facilitar as buscas e o acesso aos assuntos abordados ao longo do texto; no início do capítulo e/ou unidade, os livros não apresentam quais são os objetivos educacionais nem os pré-requisitos; a

presença desses pré-requisitos pode favorecer a identificação dos subsunçores pelo professor. Os livros apresentam bons textos que motivam e justificam o estudo dos conceitos e, algumas vezes, os novos conceitos são destacados. De modo geral, falta deixar claro para os estudantes o que se espera deles naquele momento, ou seja, falta explicitar os objetivos de aprendizagem.

### DIMENSÃO 3 - CONCEPÇÕES DE APRENDIZAGEM

Em todos os livros didáticos, os autores raramente buscam compreender as concepções iniciais dos estudantes, dando a entender que todo conhecimento foi construído como correto desde o início. Em poucos momentos, os estudantes podem apresentar suas concepções prévias sobre o tema estudado e os livros não privilegiam sua emergência. Sentiu-se falta de atividades que permitissem aos estudantes apresentar e modificar e, em alguns casos, ultrapassar as suas concepções alternativas.

### DIMENSÃO 4 – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

Os livros didáticos, quando fazem referência à história da ciência, apresentam leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes ao longo dos temas estudados. Nesses textos, poucas vezes é evidenciado o papel da comunidade científica e da sociedade para o desenvolvimento da ciência.

### DIMENSÃO 5 – ABORDAGEM DO MÉTODO CIENTÍFICO

Dos livros analisados, apenas os “Projeto Teláris” e o “Projeto Athos” abordam o estudo do Método Científico. No “Projeto Teláris”, esse estudo é proposto no final do livro, na forma de um anexo, não abordando o conceito de modelo científico. Já o “Projeto Athos” apresenta o método científico em uma unidade específica, mencionando explicitamente a ideia de modelo científico e tal abordagem ocorre com o estudo dos modelos atômicos. Os demais livros não justificam o estudo da Física, Química e Biologia como parte integrada da Ciência e responsáveis por analisar

fenômenos em diferentes perspectivas. Muitas vezes, os livros dão a entender que a Ciência é um corpo de conhecimento pronto e que não sofreu alterações ao longo dos séculos.

No documento do PNLD de 2014 apresenta-se que:

“Ensinar ciência fazendo ciência tem sido apropriado cada vez mais pelos autores, que têm proposto experimentos interessantes, de final aberto, que levam a um tipo de investigação característica de uma verdadeira pesquisa científica, à semelhança do que ocorre nos laboratórios das universidades e centros de pesquisa” (PNLD, 2014, p.7).

Com todos esses investimentos e novos materiais, em apenas um livro didático ocorre o estudo do Método Científico, logo, a necessidade de construir modelos para fazer Ciências é pouco trabalhada nos LD's analisados. Outro ponto que merece destaque nos LD's é a grande quantidade de conteúdo, o que reforça a necessidade do professor fazer um planejamento detalhado das aulas, estabelecendo prioridades entre os conteúdos a serem trabalhados ao longo do ano letivo.

Com a análise das cinco dimensões, foi possível verificar que os livros didáticos devem ser encarados como, apenas, mais um material educacional dentre os diversos existentes, que podem auxiliar ou não o professor na mediação do processo de construção do conhecimento. No entanto, o professor é peça fundamental, e deve ser encarado como mediador do processo de ensino e aprendizagem, não apenas um reprodutor do livro didático.

A importância do material educacional potencialmente significativo para o estudante é apresentado por Ausubel, como sendo uma das condições necessárias para a construção de uma aprendizagem que seja significativa. Assim, um dos papéis do professor é transformar, não apenas o livro didático, mas todos os diversos materiais educacionais, em potencialmente significativos para a construção do conhecimento.

O protagonismo do professor é essencial, pois é ele quem pode desenvolver um conjunto de atividades para enriquecer os LD's e o sucesso do processo de ensino e aprendizagem passa por uma boa interação do professor com os materiais educacionais, dos estudantes com os materiais educacionais e do professor com os estudantes, compartilhando os mesmos significados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Buscando responder a questão problema, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de apresentar uma unidade didática que possibilite o desenvolvimento de um ambiente construtivista, promovendo uma releitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (PCNEF) de Ciências, para ensinar a Física do Efeito Estufa no nono ano do Ensino Fundamental.

A proposição desse objetivo teve o intuito de atender ao foco central do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), que consiste na realização de uma pesquisa que tenha impacto direto na atuação profissional, gerando um “produto educacional” que possa também ser usado por outros professores em diferentes contextos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Para concretizar o objetivo é preciso consolidar os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar uma proposta para o ensino da Física do efeito estufa no nono ano, baseada em pressupostos construtivistas.
- Analisar o impacto no processo de ensino e aprendizagem, da proposta didática, verificando mudanças conceituais na compreensão dos estudantes quando comparadas com suas concepções iniciais, através da avaliação da linguagem utilizada pelos estudantes no decorrer das atividades e do grau de compreensão dos conceitos.



### **3 REFERENCIAL TEÓRICO - COMPREENDENDO E “TENTANDO” SOLUCIONAR O PROBLEMA DE PESQUISA**

Neste capítulo, será apresentada a fundamentação teórica do trabalho. Na primeira seção, apresenta-se o processo de construção do conhecimento, buscando-se destacar estratégias que facilitem o seu desenvolvimento. Na seção seguinte, são apresentadas algumas pesquisas sobre o ensino de física no nono ano e o efeito estufa. Por fim, na terceira seção, descreve-se a importância, o papel e a organização das unidades didáticas dentro desse processo.

#### **3.1 Teorias de aprendizagem e o processo de construção do conhecimento**

Compreender o processo de construção do conhecimento, ou seja, o desenvolvimento cognitivo, é importante, pois permite considerar tais construções durante o processo de ensino e aprendizagem. Diversos teóricos apresentaram contribuições sobre o desenvolvimento cognitivo, destacando-se, nesse trabalho, Ausubel (MOREIRA, 2011), Novak (1996) e Vygostsky (MOREIRA, 2011). Desses teóricos, optou-se por fundamentar a pesquisa nos estudos desenvolvidos por David Ausubel e seus seguidores, como Joseph Donald Novak, devido ao alinhamento metodológico existente entre os autores do trabalho e a linha teórica ausubeliana.

Atualmente, existe certo consenso entre os pesquisadores da área de educação acerca da existência de três tipos de aprendizagem: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. O objeto de estudo de David Ausubel e Joseph Novak foi a aprendizagem cognitiva, que eles classificaram em dois tipos: (i) a aprendizagem significativa, processo no qual as novas ideias e informações a serem apreendidas e retidas, são ancoradas em conceitos existentes na

estrutura cognitiva do indivíduo; e (ii) a aprendizagem mecânica, processo pelo qual os conceitos são absorvidos sem serem ancorados a nenhum conceito existente na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, os conceitos não interagem significativamente com a estrutura cognitiva preexistente. (MOREIRA, 2012).

É preciso ressaltar que a *Aprendizagem Significativa* e a *Aprendizagem Mecânica* não são antagônicas e nem formam uma dicotomia, mas formam um processo que pode ser incorporado para a formação de novos subsunçores, resultando numa interação, integração e refinamento desse *subsunçor* cada vez que ele é utilizado, podendo o conceito apreendido se transformar em um conceito com significado, ou seja, a aprendizagem pode ser significativa mesmo se o conceito for ensinado de forma mecânica (MOREIRA, 1999, 2008, 2011).

Esses conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva são denominados de *subsunçores*, e são eles que permitem ao indivíduo dar significado aos novos conceitos. A estrutura cognitiva é, então, um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados (Moreira, 2012).

Moreira (2012) apresenta a Aprendizagem Significativa de Ausubel como um processo de interação cognitiva, no qual os novos conceitos e os prévios interagem significativamente e de forma não arbitrária, modificando os conceitos prévios. Para Ausubel, a aprendizagem será significativa quando um novo conceito ou informação é relacionado aos conceitos prévios já existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Com o objetivo de proporcionar a construção de uma aprendizagem significativa, Ausubel apresenta duas condições: (i) o *material educacional* necessita ser relacionável à estrutura cognitiva do estudante de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, o material deve ser *potencialmente*

*significativo* para o indivíduo; e a (ii) necessidade de uma *pré-disposição para aprender* - o material pode ser o mais significativo possível porém, sem a vontade do indivíduo, a aprendizagem não ocorrerá. Essas condições são necessárias, mas não suficientes, para que ocorra a aprendizagem e para que ela seja significativa.

Se, porventura, o indivíduo não possuir os subsunçores que lhe permitam dar significados ao material educacional, Ausubel apresenta os *organizadores prévios* como uma possibilidade de solução para a construção de uma aprendizagem significativa. Esses *organizadores prévios* são materiais introdutórios que poderão servir de ponte entre o que o estudante já sabe e aquilo que deveria saber para o material ser apreendido de forma significativa, ou seja, eles necessitam fornecer a “ideia âncora” para tornar o material potencialmente significativo para o indivíduo.

Moreira (2012) apresenta que os organizadores prévios devem: (i) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; (ii) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; e (iii) prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque, o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto educacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Em resumo, de acordo com a teoria de Ausubel, é evidente a necessidade de se obter os *subsunçores* para a construção de novos conceitos. Esse construtivismo consiste na mudança do status do indivíduo durante o processo de ensino e aprendizagem, saindo da situação de passivo para a de ativo na criação de seu próprio processo de aprendizagem. Isso pode se dar por meio de materiais que encorajem os estudantes a pensar criticamente e a aprender, em que o professor atue como mentor e facilitador

durante todo o processo.

Assim, ainda de acordo com Ausubel, “... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe: descubra isso e ensine-o de acordo” (MOREIRA, 2011). Um exemplo de um processo de construção de um evento educacional pode ser resumido em 4 etapas que consistem em: (i) identificar os conceitos e princípios unificadores do conteúdo; (ii) identificar quais os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, (iii) diagnosticar aquilo que o estudante já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva desse estudante; (iv) ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

### **3.1.1 Facilitadores e avaliação de uma Aprendizagem Significativa**

Conforme apresentado anteriormente “... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe: descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 2000 *apud* MOREIRA, 2011). Esse é, sem dúvida, o ponto chave da Teoria de Aprendizagem Significativa, ou seja, o processo de ensino e aprendizagem necessita partir daquilo que o estudante já sabe.

A fim de facilitar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, Moreira (2012, p. 45) apresenta a necessidade de o aprendiz ter uma visão inicial do todo, do que é importante para, então, diferenciar e reconciliar significados, critérios, propriedades, categorias.

Outros fatores que podem facilitar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dentro de um contexto educacional são: (i) o conteúdo curricular, sendo mapeado, identificando, o que é mais importante, o que seria secundário e aquilo que poderia ser considerado supérfluo no

conteúdo curricular; (ii) o evento educacional, começando com os aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores do conteúdo e, então progressivamente, serem diferenciados.

Além de buscar ferramentas que facilitem o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, é importante buscar mecanismos para avaliar o desenvolvimento dessa aprendizagem. Para Moreira (2012), “a avaliação da aprendizagem significativa implica a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento à situações não conhecidas, rotineiras”. Durante esse processo, é de extrema importância permitir que o estudante refaça seu percurso, buscando externar os significados captados, explicando-os e justificando-os.

### **3.1.2 A Teoria de Educação de Novak e o Modelo de Ensino de Gowin**

Outro teórico que contribuiu para o desenvolvimento da teoria de Aprendizagem Significativa foi Joseph Donald Novak. Novak desenvolveu sua Teoria de Educação, que relaciona as experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras com o desenvolvimento cognitivo, ou seja, com a aprendizagem.

Novak e Ausubel foram colaboradores e a Teoria de Educação deu um caráter mais humanista para a Teoria de Aprendizagem Significativa, proposta inicialmente por Ausubel. Para Novak, os eventos educativos são ações para trocar significados (pensar) e sentimentos entre professor e estudante, pois ele considera que todos os seres humanos pensam, sentem e agem (inter-agem) (NOVAK e GOWIN, 1996). Essa troca de sentimentos está diretamente relacionada com a predisposição para aprender, sendo ela uma das condições apresentadas por Ausubel para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa. Assim, quanto mais aprendem significativamente, mais predispostos a aprender os estudantes se tornam.

Muitas das considerações apresentadas por Novak foram retiradas

das ideias de Schwab (Novak, 1996), que apresenta o aprendiz (aprendizagem), o professor (ensino), a matéria de ensino (currículo) e a matriz social (meio, contexto) como elementos que interagem para que ocorra a aprendizagem. Esses elementos são conhecidos como os *lugares comuns*. Novak acrescenta aos *lugares comuns* a *avaliação* como um quinto elemento. Ao todo, o evento educativo envolveria cinco elementos - aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação (MOREIRA, 1999, 2008, 2011), que interagem para que o desenvolvimento de uma aprendizagem seja significativa.

Outro teórico importante, que apresentou diversas considerações para o desenvolvimento da aprendizagem foi Bob Gowin. Ele desenvolveu o chamado “Modelo de Ensino de Gowin”, esquematizado na Figura 1, que consiste em apresentar um evento educacional como sendo constituído por quatro elementos: estudante, professor, materiais educacionais e contexto educacional. Dessa forma, para que possa ocorrer a aprendizagem, todos devem compartilhar significados harmoniosamente.

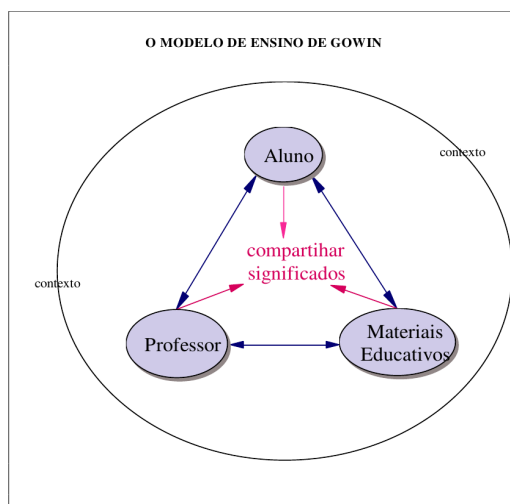


Figura 1: O modelo triádico de Gowin (1981), em que todas as partes compartilham os mesmos significados. Para ocorrer a aprendizagem, o estudante deve apresentar os significados contidos nos materiais para o professor.

Fonte: Moreira, M. A. "Negociação de significados e aprendizagem significativa." *Ensino, Saúde e Ambiente* 1.2 (2008).

No modelo de ensino proposto por Gowin, a aprendizagem ocorre quando estudantes e professores compartilham significados, por meio de materiais, buscando a congruência. Dessa forma, o professor insere significados ao material e o estudante, predisposto a aprender, se manifesta intencionalmente para captar tais significados, devendo devolver ao professor o significado captado. A aprendizagem ocorre quando o significado do material que o estudante adquire é o mesmo que o professor aplicou ao material, cabendo ao estudante apresentar esse significado ao professor.

O modelo de ensino proposto por Gowin prevê ainda a interação dual entre os elementos que compõem o modelo, sendo essas interações: professor-estudante, estudante-estudante e estudante-material didático, todas ocorrendo dentro de um mesmo contexto educacional.

### **3.2 Ensino de física no nono ano e o efeito estufa**

Atualmente, é consenso entre os estudiosos da Educação que o Ensino de Ciências deve ocorrer de forma contextualizada e com significado para o estudante (BRASIL, 1998), sendo ele indispensável à formação de um cidadão cientificamente letrado. Nas diretrizes educacionais nacionais e do Estado de Minas Gerais (BRASIL, 1998; MINAS GERAIS, 2007), são apresentadas orientações que incentivam a criação e utilização de um ambiente construtivista que possibilite aos alunos a compreensão dos assuntos estudados para que possam utilizá-los a fim de explicar e resolver os mais variados problemas práticos da vida cotidiana. Com a falta desse ensino estimulante, os alunos, que são naturalmente curiosos, vão perdendo o interesse pela Ciência no decorrer de sua vida escolar (PASQUALETTO, 2011).

Dentro do ensino de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental, ocorre o estudo de diversos conceitos que são abordados pela

Física, Química e Biologia. No entanto, os conceitos da Física e da Química, muitas vezes, são estudados apenas no nono ano e, nos anos anteriores, percebe-se uma grande concentração na abordagem de conceitos apenas da Biologia (PASQUALETTO, 2011).

O ensino de Física no nono ano abrange diversos conceitos, quase sempre, desconexos com a realidade e sem significado para os estudantes, contrariando as diretrizes educacionais e os resultados obtidos com as pesquisas no ensino de Física para esse nível. Essa abordagem não permite apresentar a importância da Física no desenvolvimento da humanidade e, pior, cria nos alunos um grande receio e falta de motivação para o seu estudo. Em muitos casos, essa falta de motivação é irreversível (PASQUALETTO, 2011).

Pasqualetto (2011) argumenta que a falta de interesse ao estudar Física está relacionada com a metodologia utilizada durante as aulas. Já Moretzsohn (2003) analisa o currículo e o descreve como sendo demasiadamente extenso, com conceitos que exigem dos alunos uma enorme abstração e com um formalismo matemático pesado. Esses fatores, segundo ele, podem contribuir para a não motivação dos alunos, levando-os a acreditarem que a Física é uma disciplina difícil, para malucos, sem utilidade no dia-a-dia, composta por um amontoado de fórmulas (BONADIMAN, 2007).

Os problemas de aprendizagem em Física não se encontram na Física em si, mas sim nas ferramentas para a sua compreensão e nas metodologias utilizadas durante o processo de ensino e aprendizagem (BONADIMAN, 2007).

Nesse sentido, Moretzsohn (2003) também afirma que o ensino de Física no nono ano deve ocorrer de maneira mais conceitual, não abrindo mão, no entanto, das relações matemáticas quando elas forem necessárias. Nesse nível de ensino, deve-se buscar o planejamento de atividades que



valorizem o desenvolvimento de um raciocínio científico, essencial para a compreensão dos fenômenos naturais abordados na Física. Além disso, tais atividades devem ser capazes de realizar uma mudança no papel desempenhado pelo aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que ele saia da situação passiva para uma situação ativa na criação de seu próprio processo de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de habilidades necessárias para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

A importância dessa mudança metodológica correlacionada com os conteúdos é observada nos trabalhos de Mees (2004), que realizou um estudo da Astronomia no nono ano e, tendo esse tema como central, abordou o estudo com luz, calor e movimento, motivando os alunos para o estudo da Física; Andrade (2005) utilizou como tema central os conceitos de luz e cores para ensinar Física no nono ano; e Calloni (2011) abordou, no nono ano, o estudo de movimento por meio do software tracker e de filmagens para analisar situações cotidianas com os alunos. Em todos esses estudos, os resultados foram considerados satisfatórios pelos autores.

O único trabalho encontrado que aborda a Física do Efeito Estufa no nono ano foi realizado por Libanore (2007). Nessa pesquisa, a autora identifica e analisa as concepções alternativas de alunos do nono ano (antiga oitava série) do Ensino Fundamental e de suas professoras sobre o tema Efeito Estufa. Com a pesquisa, ela constatou que os alunos apresentam uma confusão conceitual entre aquecimento global, destruição da camada de ozônio, raios ultravioletas e efeito estufa, e muito alunos apresentam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido aos buracos na camada de ozônio, frutos da poluição humana, que permitem a passagem dos raios solares ultravioletas, os quais, por serem muito “intensos”, estão ocasionando o aquecimento da Terra. Em relação ao aquecimento global, muitos alunos o consideram como muito prejudicial aos seres vivos, pois

causa câncer de pele e faz as geleiras derreterem, comprometendo o meio ambiente. Vários alunos acreditam que o efeito estufa pode ser interrompido se o homem parar de poluir e destruir a natureza.

Para a autora, as concepções alternativas dos alunos sobre o efeito estufa não surgiram por acaso, nem são frutos de suas imaginações, mas, pelo contrário, possuem suas raízes no próprio processo de aprendizagem em sala de aula e no seu convívio social. Da análise de conteúdo realizada pela autora, foram obtidas as seguintes categorias:

1. A poluição atmosférica gera o efeito estufa (75%).
2. Os buracos na camada de ozônio são responsáveis pelo efeito estufa (82,5%).
3. O efeito estufa acontece devido ao aprisionamento dos raios ultravioletas na Terra (55%).
4. Efeito Estufa é sinônimo de aquecimento global (62,5%).
5. O Efeito Estufa acontece em consequência da ação humana na natureza (40%).
6. O fenômeno provoca câncer de pele nos seres humanos (37,5%).
7. O efeito estufa ocasiona o derretimento das geleiras, comprometendo o meio ambiente (40%).
8. A preocupação com o efeito estufa levou as nações a elaborarem o Tratado de Kyoto (20%).

Com os resultados obtidos, a autora acredita em indícios de que as concepções alternativas dos alunos são similares às encontradas nos professores, ou seja, em ambos prevaleceram o conhecimento do dia-a-dia sobre o Efeito Estufa, com respostas embasadas nos conteúdos transmitidos pelos veículos de comunicação. Assim, a autora apresenta a necessidade de melhoras na preparação científica dos professores, para melhor filtrar as informações obtidas através de revistas não científicas e por outros meios de comunicação.

### **3.3 Unidades Didáticas: organizando os materiais educacionais**

Considerando os estudos dos teóricos que embasam este trabalho, fica evidente a importância do material educacional, que deve ser potencialmente significativo, para o sucesso no desenvolvimento de uma aprendizagem também significativa. Visando construir tais materiais, que contemplem as teorias de aprendizagem, optou-se pela produção de Unidades Didáticas que, segundo Libâneo (2014), são um conjunto estruturado de atividades de ensino e aprendizagem, organizados numa sequência lógica, visando à consecução de objetivos de aprendizagem pré-estabelecidos.

A Unidade Didática, de forma simplificada, é uma forma de organizar e planejar um evento educacional e, como evento educacional, deve apresentar respostas às seguintes perguntas (PAIS, 2011): o que ensinar? (objetivos e conteúdos); como ensinar? (atividades, organização temporal e espacial, materiais e recursos); e quando ensinar? (duração temporal, sequência de atividades e conteúdos). Além de apresentar respostas aos questionamentos anteriores, as Unidades Didáticas devem privilegiar as seguintes características, apresentadas por Maestro (2009 *apud* CARMONA, 2012) e Carmona (2012): admitir a diversidade de atividades e metodologias; promover o interesse e a motivação dos estudantes; incentivar a aprendizagem em grupo; beneficiar as aprendizagens significativas; privilegiar a contextualização e a utilidade das aprendizagens; facilitar a interdisciplinaridade; serem reais, práticas e úteis; ser flexível, permitindo a revisão permanente; serem adequadas a um contexto sociocultural e pedagógico específico; serem avaliáveis, permitindo a adequação permanente às reais necessidades dos implicados.

No trabalho desenvolvido por Ostermann e Cavalcanti (2010), é apresentada uma orientação para elaboração de uma unidade didática. A

unidade didática apresentada na pesquisa foi desenvolvida de acordo essas orientações.

## **4 METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada com o objetivo de desenvolver e analisar uma unidade didática voltada para o ensino da Física do Efeito Estufa no nono ano do Ensino Fundamental. Na primeira seção deste capítulo, será apresentada a metodologia de construção e, na segunda, o processo de análise da unidade didática.

### **4.1 Construção da Unidade Didática**

Na construção da unidade didática, os estudantes foram considerados como o principal elemento no processo de ensino e aprendizagem, objetivando o desenvolvimento de uma aprendizagem que fosse significativa, sempre privilegiando o pensar, o relacionar e o fazer, estando de acordo com as estratégias apresentadas no referencial teórico. A unidade didática foi desenvolvida de acordo como os PCNEF, que destaca:

“...o aprendizado se dá pela interação professor/estudantes/conhecimento, ao se estabelecer um diálogo entre as ideias prévias dos estudantes e a visão científica atual, com a mediação do professor, entendendo que o estudante reelabora sua percepção anterior de mundo ao entrar em contato com a visão trazida pelo conhecimento científico.” (BRASIL, 1998, p.21)

A escolha do tema para a unidade didática obedeceu aos seguintes critérios: (i) relevância do tema para as discussões realizadas dentro da sociedade; (ii) interdisciplinaridade do tema e (iii) capacidade para responder aos anseios dos estudantes em relação ao estudo de Física e que permitisse compreender o fazer, o realizar e o compreender as Ciências.

A confecção da unidade didática ocorreu baseada nas seguintes etapas:

1. Análise dos conceitos a serem estudados na unidade didática - construção de um mapa conceitual de todos os conceitos que serão

estudados na unidade didática, selecionando os conceitos mais abrangentes para buscar os conceitos estruturantes.

2. Busca dos subsunçores – realização de teste ou atividade para identificar as concepções iniciais dos estudantes em relação aos conceitos básicos que serão estudados e a verificação dos conceitos que foram considerados como âncoras centrais.
3. Desenvolvimento da Unidade Didática – considerando os conceitos prévios dos estudantes, foi desenvolvida a unidade didática para construir/reconstruir os conceitos listados na etapa 1, fazendo uso de diversos mecanismos de avaliação.
4. Avaliação da Unidade Didática – construção e adequação de instrumentos avaliativos que permitissem verificar o grau de consolidação dos conceitos estudados, avaliando se os objetivos educacionais foram atingidos.

#### **4.2 Metodologia de Análise da Unidade Didática**

Para conseguir alcançar o objetivo do trabalho, é de extrema importância compreender o contexto educacional no qual os dados foram obtidos e onde os estudantes estão inseridos. Assim, a metodologia de pesquisa mais adequada para a consolidação do trabalho proposto é a pesquisa qualitativa. Segundo Moreira (2012), a pesquisa qualitativa consiste em um estudo realizado no ambiente natural, através de uma descrição densa das observações e com coletas de dados diretas, tendo como características, ainda de acordo com Moreira (2002, *apud* OLIVEIRA 2008): i) o foco da pesquisa está na interpretação; ii) a ênfase da pesquisa está na subjetividade; iii) o estudo é conduzido com bastante flexibilidade; iv) o interesse está mais no processo do que no resultado; v) o contexto é visto como tendo importância fundamental, intimamente ligado ao comportamento das pessoas na formação da experiência; vi) existe um reconhecimento de que há uma

influência da pesquisa sobre a própria situação pesquisada.

Os estudos qualitativos são muito difundidos nas ciências sociais, e na educação não é diferente. Dentre as diversas formas de realizar uma pesquisa qualitativa, as mais utilizadas em pesquisas educacionais são: a pesquisa etnográfica e o estudo de caso (OLIVEIRA, 2008). Dentre essas, optou-se por realizar um estudo de caso.

O estudo de caso, segundo Ludke e André (1986, *apud* OLIVEIRA, 2008 p. 17) e YIN (2005 *apud* DE DEUS, 2010), é uma pesquisa que estuda uma situação particular, que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados e análise dos mesmos. O conhecimento obtido com sua realização é mais concreto, pois está baseado em um ambiente único de estudo. (MERRIAN, 1988, *apud* OLIVEIRA, 2008).

Ainda de acordo com André (2005, *apud* OLIVEIRA, 2008), os estudos de caso apresentam quatro características essenciais, sendo elas: i) Particularidade – consiste no estudo particular de um caso único; ii) Descrição - consiste na descrição completa e detalhada da situação investigada; iii) Heurística – compreensão sobre o fenômeno estudado; iv) Indução - consiste em considerar o particular a fim de atingir o todo.

Oliveira (2008) apresenta o papel do pesquisador como sendo de extrema importância para a concretização de uma pesquisa qualitativa, uma vez que é ele quem delimita ‘o quê’ e ‘o como’ observar e também define o objeto e o foco da investigação. De acordo com a coleta de dados e o envolvimento na pesquisa, o pesquisador pode ser classificado como: a) participante completo; b) participante como observador; c) observador como participante e d) observador total ou completo (OLIVEIRA, 2008).

No trabalho, foi feita a opção pela atuação do pesquisador *participante como observador*, atuando com o consentimento prévio por parte da comunidade a ser observada, ou seja, todos os envolvidos conheciam o caráter científico do estudo. No entanto, somente parte do seu

interesse foi revelado para não inibir os participantes a darem apenas as respostas esperadas por parte da pesquisa. A importância desse acordo é comprovado no estudo de Moreira (2002, p. 53 *apud* OLIVEIRA, 2008), que diz que: “um bom acordo pode significar o sucesso ou fracasso da pesquisa, podendo atrapalhar o estudo e a qualidade dos dados coletados”.

Para evidenciar a evolução dos conceitos construídos e as concepções dos estudantes, foi feita uma descrição do contexto e da realidade de forma completa e profunda. Com o objetivo de apresentar resultados confiáveis, foram utilizadas diferentes formas de coleta de dados, que foram analisados separadamente para verificar se havia ou não uma convergência dos resultados.

Os dados foram coletados por meio da descrição detalhada de todos os eventos educacionais, dos resultados expostos na forma de textos pelos estudantes, da realização de testes e experimentos laboratoriais. Ressalta-se que esses dados foram coletados respeitando-se a integridade física e moral de cada participante da pesquisa.

Em síntese, os dados foram obtidos por meio da descrição dos eventos educacionais, análise da linguagem apresentada pelos estudantes e da concretização dos objetivos educacionais. Dessa forma, os dados foram coletados através dos seguintes instrumentos:

- Diário de Campo - no diário de campo, foi registrado o envolvimento, os questionamentos, as percepções dos estudantes sobre as sequências de ensino e a descrição de cada evento educacional.
- Caderno de Plano de Aula – ocorreu o registro de todos os planos de aulas desenvolvidos, facilitando a criação do material final.
- Análise da Unidade Didática - ao concretizar a unidade didática, foram produzidos diversos materiais escritos que possibilitaram a verificação dos objetivos educacionais expostos pelos estudantes.



Em outras palavras, foi possível verificar se os significados compartilhados pelos estudantes eram os mesmos pretendidos previamente.

- Estudo conceitual – Avaliação Formativa

Foi realizada uma avaliação, ao final da Unidade Didática, com o objetivo de verificar a consolidação dos conceitos adquiridos pelos estudantes e suas possíveis falhas conceituais.

Com os dados coletados, foi utilizado o Método de Análise de Conteúdo com o objetivo de verificar a evolução da linguagem apresentada pelos estudantes ao explicar os fenômenos físicos, o grau de compreensão dos conceitos estudados e o seu envolvimento na realização das atividades. Assim, buscou-se verificar nos documentos quais foram as mensagens que os estudantes queriam transmitir ao apresentarem aquelas respostas aos questionamentos realizados.

Em todos os instrumentos de avaliação, verificou-se como os estudantes compreendiam: (i) a importância da Ciência e da Física para a vida do homem e da sociedade moderna; (ii) a Ciência como atividade humana; (iii) e como utilizavam os conceitos dentro da unidade didática, explicando fenômenos importantes para a sociedade moderna.

### **4.3 Análise de Conteúdo: compreendendo os dados**

Em diversas situações na sala de aula, é necessário compreender o real sentido expresso em uma *mensagem*, seja na forma oral ou manuscrita. Em pesquisas qualitativas e para tentar verificar a construção de uma aprendizagem significativa, isso é fundamental.

Numa pesquisa qualitativa, os dados são coletados de maneira direta, em pleno contato com o objeto de pesquisa, realizando densas descrições dos fenômenos observados. Todos os dados desse tipo de pesquisa, além da descrição, são obtidos por meio de protocolos orais, questionários

estruturados ou não e, em sua maioria, por meio de materiais escritos pelos membros da população de estudo.

Com tantos dados obtidos por meio de registros e transcrições, como proceder para verificá-los e analisá-los com o intuito de garantir um estudo de qualidade, que possibilite a realização de inferências que possam convergir para a constatação dos objetivos propostos pela pesquisa?

Devido às características peculiares da pesquisa qualitativa, uma das metodologias de análise mais indicada na literatura é o Método de Análise de Conteúdo, que é constituído por um conjunto de técnicas (utilizadas tanto em dados qualitativos quanto em dados quantitativos) que buscam analisar e verificar os sentidos expressos em documentos e protocolos orais e manuscritos, tentando compreender o "*real*" sentido incorporado a uma mensagem. (BARDIN, 1997), (MORAES, 1999) e (FRANCO, 2008). A partir dessas análises, é possível a realização de inferências acerca dos conhecimentos apresentados nessas mensagens, que podem ser na forma “verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada”. (FRANCO, 2008, p.12)

O crucial na Análise de Conteúdo é a mensagem e o contexto no qual essa mensagem foi produzida, possibilitando a realização de inferência sobre as características do texto, as causas e os efeitos impressos pelo autor da mensagem.

Diversos autores apresentam propostas para a realização da Análise de Conteúdo, porém ao analisar-se essas propostas, constatou-se que elas apresentam, a grosso modo, nomes diferentes para as mesmas etapas. Assim, devido à simplicidade e à clareza, optou-se pelas cinco etapas apresentadas por Moraes (1999).

Moraes (1999) apresenta a realização do Método de Análise de Conteúdo como sendo constituído por cinco etapas, ressaltando que essas etapas são direcionadas para o estudo qualitativo:

1. Preparação das informações – com os dados coletados é preciso:
  - a) Identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas.
  - b) Ler todos os materiais, verificando quais deles estão de acordo com os objetivos da pesquisa.
  - c) Iniciar o processo de codificação dos materiais, estabelecendo um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra que será analisado.
2. Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades – consiste em:
  - a) Rer ler cuidadosamente os materiais com a finalidade de definir a unidade de análise (temas).
  - b) Rer ler todos os materiais e identificar neles as unidades de análise.
  - c) Isolar cada uma das unidades de análise.
  - d) Definir as unidades de contexto.
3. Categorização ou classificação das unidades em categorias - A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles, buscando sintetizar os aspectos mais importantes. Assim, a categorização é uma operação de classificação dos elementos seguindo determinados critérios. Essa categorização deve ser válida, exaustiva e homogênea. A classificação de qualquer elemento do conteúdo deve obedecer mutuamente:
  - a) Regra da exaustividade: “uma vez definido o campo do corpus [...] é preciso ter-se em conta todos os elementos desse corpus” (BARDIN, 1997, p.97).
  - b) Regra da representatividade: “a análise pode efetuar-se numa amostra, desde que o material a isso se preste. A amostragem

diz-se rigorosa, se a amostra for uma parte representativa do universo inicial” (BARDIN, 1997, p.97 ).

c) Regra da homogeneidade: “os documentos retidos devem ser homogêneos, quer dizer, devem obedecer a critérios precisos de escolha e não representar demasiada singularidade fora destes critérios de escolha” (BARDIN, 1997, p.98 ).

d) Regra de pertinência: “os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise” (BARDIN, 1997, p.97 ).

4. Descrição - A quarta etapa é o processo de comunicar o resultado desse trabalho, seja por meio de texto ou tabelas.
5. Interpretação - Com a compreensão profunda do conteúdo das mensagens é necessário realizar inferência e interpretação dos resultados descritos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos com a realização da pesquisa. Na primeira seção, é apresentada a descrição do contexto educacional no qual a unidade didática estava inserida e foi realizada. Na segunda seção, são abordados os processos e mecanismos que foram realizados para compreender as mensagens trocadas. E, por fim, na terceira seção, são apresentados os resultados obtidos com a análise da unidade didática, buscando compreender o processo de construção do conhecimento para verificar se ocorreu uma aprendizagem que possa ser considerada como significativa.

### **5.1 Descrição do contexto educacional: a unidade didática no plano de ensino**

A unidade didática desenvolvida estava inserida dentro de um plano de ensino que se constitui em uma releitura do PCNEF de Ciência e, para contemplá-lo, foram desenvolvidas nove unidades didáticas, todas tendo como fundamentação teórica os estudos de Ausubel e Novak sobre Aprendizagem Significativa.

Todas as atividades propostas nas unidades buscavam privilegiar a construção do conhecimento pelos estudantes e os métodos usados nesta construção, buscando encorajá-los a pensar criticamente e a aprender, com o professor desempenhando o papel de mentor e facilitador, e ainda reforçando a necessidade da presença de uma diversidade metodológica que dê conta da diversidade presente em sala de aula.

Os conteúdos que contemplaram o plano de ensino foram escolhidos para: (i) favorecer a construção de uma visão de mundo como um todo, formado por elementos inter-relacionados, entre os quais o ser humano,

agente de transformação e (ii) ser relevante do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo ao estudante compreender, em seu cotidiano, as relações entre o ser humano e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. Tais critérios são apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências para o Ensino Fundamental PCNEF.

Nessas unidades, foram abordados os conceitos de Força, Energia, Calor e Ondas por meio de problemas evidenciados pela sociedade, utilizando uma pluralidade metodológica para construir uma aprendizagem significativa e científica dos conceitos estudados. Foram organizadas em três trimestres, sendo que essa divisão ocorreu para seguir a organização da instituição de ensino onde foi desenvolvido o plano de ensino.

A organização de cada trimestre ocorreu com a escolha de temas que buscam responder a um conjunto de questões norteadoras, que são construídas e respondidas ao longo do estudo da unidade didática. Na tabela 2, é apresentado o primeiro trimestre denominado de “A concepção de ciência e o estudo das leis do movimento”, junto com o tema e as questões norteadoras.

**Tabela 2:** Organização do primeiro trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.

<b>1º Trimestre: A concepção de ciência e o estudo das leis do movimento</b>		
<b>Tema</b>	<b>Questão Norteadora</b>	<b>Unidade didática</b>
Construindo Ciência	Passamos todos esses anos estudando Ciências, porém qual é a diferença entre Ciência e o Senso Comum? Tudo é Ciência ou existe alguma regra para caracterizá-la?  Quando começamos a fazer ciência e qual foi o grande marco dessa evolução?	UD01 – ESTUDAR CIÊNCIA É COMPREENDER A NATUREZA
	Vivemos imersos em diversas unidades mas, qual a real necessidade de utilizá-las?	UD02 - A BUSCA POR UM SISTEMA UNIVERSAL
Força e Movimento	Como podemos definir se um corpo esta parado ou em movimento? Qual o animal mais rápido do mundo? E o homem mais rápido do mundo?	UD03 - O MUNDO EM MOVIMENTO
	Até o presente momento não explicamos por que os corpos se movem. Apenas observamos vários corpos em movimento mas, por que isso ocorre?	UD04 - EU SOU A FORÇA!!!
	Hoje todos sabem que a Terra se movimenta ao redor do Sol, porém como explicar tal fato?	UD05 - COMPREENDENDO O MOVIMENTO

No primeiro trimestre, optou-se por iniciar o estudo com uma apresentação do Método Científico e a importância dos modelos para o desenvolvimento da Ciência. Dessa discussão inicial, apresentou-se a Física como um dos diversos ramos da Ciência, mostrando uma linha do tempo que representa sua evolução até os dias de hoje. Na sequência, optou-se pelo estudo do movimento e, nesse momento, foi realizado um estudo de caráter mais conceitual, sem esquecer, no entanto, da

matematização, quando a mesma se tornou necessária. Esse estudo teve início com a construção do conceito de velocidade. Posteriormente, abordaram-se as Leis de Newton para o movimento e o estudo da aceleração, chegando, por fim, à discussão da Lei da Gravitação Universal de Newton. Em cada unidade, é apresentado um conjunto de situações problema para consolidar os conceitos construídos.

Na tabela 3, é apresentada a organização do segundo trimestre, denominado de “Energia e suas implicações para a sociedade moderna”, juntamente com o tema e as questões norteadoras.

**Tabela 3:** Organização do segundo trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.

<b>2º Trimestre: Energia e suas implicações para a sociedade moderna</b>		
<b>Tema</b>	<b>Questão Norteadora</b>	<b>Unidade didática</b>
Energia é Vida	O funcionamento da sociedade moderna esta baseado nas transformações de energia. O que é energia e que transformações são essas?	UD06 - O HOMEM DOMINANDO A NATUREZA, OU NÃO?
Energia Térmica	Quem nunca usou o termo “Hoje está um Calor!!!”, porém cientificamente falando, o que seria o Calor? Calor e temperatura são conceitos iguais?	UD07 - ESTUDO DO CALOR
	O que é o efeito estufa e como ele afeta a temperatura do Planeta?	UD07 - ESTUDO DO CALOR UD 08 - EFEITO ESTUFA – O PLANETA EM AÇÃO

No segundo trimestre, optou-se por abordar o conceito de Energia, dando maior ênfase ao estudo da Energia Térmica - o Calor. Iniciou-se apresentando a importância das fontes de energia para a evolução do homem, correlacionando os períodos que caracterizam essa



evolução com as descobertas de novas fontes de energia. Posteriormente, foi apresentado o conceito de calor e de temperatura e suas interações com a matéria, dando-se sequência com o estudo das formas de propagação de calor. Ao término do trimestre, abordamos o estudo do Efeito Estufa.

Na tabela 4, é apresentada a organização do terceiro trimestre, denominado de “ENERGIA SE PROPAGANDO”, juntamente com o tema e as questões norteadoras.

**Tabela 4:** Organização do terceiro trimestre contendo algumas questões norteadoras que são respondidas nas unidades didáticas e o tema que as contemplam.

<b>3º Trimestre: Energia se propagando</b>		
<b>Tema</b>	<b>Questão Norteadora</b>	<b>Unidade didática</b>
ONDA É ENERGIA	<p>Não há quem não goste de música. Entretanto, como o som é percebido por nossos ouvidos? O que o som tem para nos ensinar?</p> <p>O que nos permite diferenciar o som produzido por dois instrumentos musicais na mesma frequência?</p>	UD09: ONDA – A ENERGIA SE PROPAGANDO

No terceiro trimestre, o foco do estudo foi o conceito de ondas, dando continuidade ao estudo de energia, com o objetivo principal de mostrar como ocorre a sua propagação. Com esse estudo, pretende-se construir os conceitos de ondas, apresentando situações observadas no dia a dia. A unidade inicia com a classificação das ondas quanto a sua natureza. Para motivar o estudo, foram apresentados alguns vídeos e diversas questões-problema para os alunos. Posteriormente, foi apresentado o conceito de período, frequência, amplitude e comprimento de onda, possibilitando a construção do conceito de velocidade de propagação que posteriormente foi aplicado a diversas situações. O estudo do som ocorre em seguida, partindo da diferença da velocidade de

propagação do som em diversos meios. Com as demais aulas, abordamos o estudo das ondas sonoras e as características fisiológicas das ondas sonoras culminando com o estudo do eco e sua aplicação na determinação de distâncias.

Todas as unidades didáticas foram desenvolvidas durante o ano letivo de 2014 com duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental, que totalizaram 56 estudantes, de um colégio particular, localizado na cidade de Lavras, no sul do estado de Minas Gerais. A instituição conta com: salas de informática, com computadores disponíveis para cada estudante e técnicos de apoio e laboratórios didáticos para as disciplinas de física, química e biologia, com suporte técnico específico.

### **5.1.1 Unidade Didática e a sua utilização**

Antes de utilizar a Unidade Didática: Efeito Estufa – O Planeta em Ação, o conceito de Calor e os mecanismos de transferências de Calor foram construídos como os alunos. Esses conceitos foram trabalhados em duas práticas laboratoriais e através da discussão de alguns problemas conceituais.

A Unidade Didática: Efeito Estufa – O Planeta em Ação, apresentada no anexo 3, aborda o estudo do efeito estufa, que muitas vezes é relacionado ao aquecimento global, um dos temas mais discutidos na mídia nos últimos anos. Compreender o efeito estufa no nono ano possibilita o desenvolvimento de situações que permitem relacionar diversos conceitos estudados em sala de aula, tais como o processo de transferência de calor por radiação, os efeitos do fornecimento de energia (calor) que resultam na variação da temperatura e, o principal, relacionar os conceitos científicos para compreender problemas vivenciados pela sociedade.

A Unidade Didática foi planejada e desenvolvida utilizando quatro aulas de cinquenta minutos, em que cada aula foi proposta com objetivos educacionais específicos. A utilização da UD ocorreu após a construção dos

conceitos de calor, de temperatura e dos processos de transferência de calor por condução, convecção e irradiação. Tais conceitos supracitados foram os pré-requisitos para a consolidação da unidade.

Na primeira aula, buscou-se investigar como os estudantes compreendem e explicam o efeito estufa. De acordo com Ausubel (MOREIRA, 2011), essas concepções prévias influenciam de maneira substancial o modo como eles interagem com o material educacional. Foi entregue aos estudantes uma folha contendo questões para analisar suas concepções prévias sobre o assunto que seria estudado. As respostas foram individuais e entregues ao final da aula. Nos vinte minutos finais da aula, foi apresentada a página da web do PhET<sup>2</sup>, mais especificamente, o simulador “Efeito Estufa” que seria utilizado nas aulas seguintes. O PhET é um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado, idealizado por Carl Wieman, vencedor do prêmio Nobel de 2001, que, além de desenvolver as simulações, as testa em diversas situações, para posteriormente disponibilizá-las na internet. Em anexo I (seção 9.1) é apresentado um breve detalhamento da aula.

A segunda aula foi desenvolvida com o objetivo de construir um modelo que permitisse compreender o Efeito Estufa e a sua relação com o clima do planeta. Nessa aula, pretendia-se compreender a interação da radiação infravermelha com uma camada de vidro e como essa interação influencia na temperatura. Para cumprir tal objetivo, os estudantes utilizaram um roteiro associado à simulação contida na segunda janela do simulador PhET, denominada de “Camadas de Vidro”, que consistia basicamente em analisar a interação entre os fótons de luz solar e de infravermelho com as superfícies de vidro. Para concretizá-la, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática onde responderam ao roteiro, em dupla, e discutiram sobre as divergências encontradas durante a atividade. Em anexo

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/greenhouse> Acesso em 10 de junho de 2015.

I (seção 9.2) é apresentado um breve detalhamento da aula.

A terceira aula foi desenvolvida com o objetivo de utilizar o modelo construído na aula anterior, para explicar o Efeito Estufa e suas consequências para o clima do planeta, ou seja, espera-se que os alunos realizem a transposição dos conceitos observados na aula anterior. Para cumprir tal objetivo, os estudantes utilizaram um roteiro associado à simulação contida na primeira janela do simulador PhET, denominada de “Efeito Estufa”. Essa janela permite, ainda, simular os gases do efeito estufa para diferentes épocas cronológicas do planeta, associando essas épocas a diferentes percentuais de composição desses gases presentes na atmosfera terrestre. Ao longo das atividades, destacou-se também a composição dos gases do efeito estufa, bem como a descrição da interação desses gases com a radiação emitida pelo Sol e com a radiação emitida pela Terra, na forma de radiação infravermelha. Para concretizá-la, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática onde responderam ao roteiro, em dupla, e discutiram as possíveis divergências encontradas. Em anexo I (seção 9.3) é apresentado um breve detalhamento da aula.

A última aula foi realizada com o objetivo de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes sobre o efeito estufa. Essa avaliação ocorreu por meio da análise de um texto produzido pelos estudantes explicando o que seria o efeito estufa e como ele influencia a temperatura do planeta. Para concretizá-la, os alunos, após a leitura de um texto de apoio, produziram um texto para explicar o efeito estufa. Em anexo I (seção 9.4) é apresentado um breve detalhamento da aula.

Durante o desenvolvimento da unidade, foram estabelecidos diversos diálogos com o objetivo de direcionar as dúvidas sem, no entanto, apresentar as respostas imediatamente para os estudantes. Muitas vezes, esses diálogos propiciam a oportunidade de discussão, potencializando a compreensão dos conceitos envolvidos (DORNELES, 2012). Tais diálogos

ocorreram para evitar a frustração dos estudantes na realização da unidade, para evitar que eles desistissem ao encontrar alguma dificuldade na compreensão e na consolidação dos conceitos estudados.

Todas as atividades que compõem a unidade foram realizadas com as duas turmas do nono ano. Como o objetivo do estudo é descrever e apresentar o processo de construção do conhecimento utilizando a unidade, realizou-se um sorteio para selecionar qual das duas turmas seria analisada. Para manter a integridade dos estudantes e preservar suas identidades, seus nomes foram codificados e, para preservar a integridade da pesquisa, apenas os estudantes que participaram de todas as atividades da unidade foram analisados. Na Tabela 05, apresentam-se os códigos estabelecidos para cada estudante participante e também os códigos das atividades que serão analisadas.

**Tabela 5:** Códigos de identificação dos estudantes participantes e das aulas analisadas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
AULAS																													
AT1																													
AT2																													
AT3																													
AT4																													

Na elaboração da Tabela 05, constatou-se que quatro dos vinte e oito estudantes não participaram de todas as aulas que contemplaram a UD. Por esse motivo, os estudantes 06, 08, 15 e 28 foram excluídos das análises que foram realizadas para verificar a efetividade da UD. Deve-se ressaltar que essa decisão foi tomada para não poluir o dados e os resultados que serão apresentados posteriormente e que a avaliação do desempenho escolar desses estudantes não foi comprometida em nenhum momento.

## 5.2 Compreendendo a mensagem trocada

A unidade didática foi desenvolvida tendo bem definidos os objetivos educacionais. Dessa forma, o processo de análise de conteúdo foi

desenvolvido com o intuito de mapear a evolução do conceito que cada estudante apresentou.

O principal objetivo de uma unidade didática é a concretização do processo de ensino e aprendizagem, como o próprio nome evidencia. É necessário, então, que ocorra ensino e aprendizagem, não menosprezando a importância de cada indivíduo nesse processo de construção, e sempre refletindo sobre a contribuição dos indivíduos envolvidos para o sucesso ou insucesso em cada etapa do evento.

Com o objetivo de tentar verificar a aprendizagem por parte dos estudantes, conhecendo o processo (metodologia) utilizado, é necessário que se faça a análise das mensagens (respostas) emitidas por eles nos materiais escritos e também durante a realização dos eventos educacionais.

Para compreender as mensagens expressas pelos estudantes em cada atividade, na forma oral ou escrita, foi feita uma análise de conteúdo, seguindo as etapas propostas por Moraes (1999).

Na primeira etapa, denominada de preparação das informações, identificou-se, em meio aos dados coletados, as diferentes amostras de informação que seriam analisadas. Realizando densa leitura de todos os materiais, foi possível verificar quais deles estavam de acordo com os objetivos da pesquisa. Feito isso, iniciou-se o processo de codificação dos materiais, estabelecendo-se um código que possibilitasse identificar rapidamente cada elemento da amostra a ser analisado.

Para tentar compreender a construção de uma aprendizagem, que seja significativa, e analisar a evolução dos conceitos físicos, optou-se por estudar e analisar todas as aulas realizadas dentro da UD: EFEITO ESTUFA – O PLANETA EM AÇÃO, apresentadas no anexo 3.

Na segunda etapa, denominada de unitarização, ocorreu a transformação do conteúdo em unidades de análise. Para realizar essa transformação, releu-se cuidadosamente os materiais com a finalidade de

definir a unidade de análise e de contexto. Posteriormente, elas foram isoladas e analisadas separadamente para verificar a unicidade de cada unidade análise.

A terceira etapa, denominada de categorização, consistiu em classificar as unidades de análise em categorias. A categorização é um procedimento de agrupamento de dados, considerando a parte comum existente entre eles e buscando sintetizar os aspectos mais importantes. A categorização pode ser vista como uma operação de classificação dos elementos, seguindo determinados critérios que devem ser válidos, exaustivos, representativos e homogêneos. Com o critério de exaustividade, buscou-se considerar todos os elementos do material. Com o da representatividade, selecionou-se uma, pois acreditamos que ela possa representar todo o universo de estudo e, por fim, com os critérios da homogeneidade e pertinência, buscou-se garantir que todos os materiais analisados são homogêneos e adequados de acordo com os objetivos da pesquisa (BARDIN, 1997).

A quarta etapa, denominada de descrição, consistiu num processo de comunicar o resultado na forma de tabelas. Por fim, na quinta etapa, denominada de interpretação, foi realizado um trabalho de compreensão do conteúdo das mensagens, buscando realizar alguma inferência e interpretar os resultados descritos.

As categorias obtidas com a realização das etapas 3 e 4 estão apresentadas no capítulo de resultados.

### **5.3 Discussão e análise da mensagem trocada**

Em todas as atividades realizadas pelos estudantes, aplicou-se o Método de Análise de Conteúdo para tentar compreender o processo de construção do conhecimento e verificar se ocorreu aprendizagem, e se ela poderia ser considerada como significativa.

Na primeira aula, foi realizada uma atividade investigativa com o objetivo de compreender como os estudantes explicavam o Efeito Estufa e a sua influência na variação da temperatura do planeta. Nessa aula, pretendia-se diagnosticar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema que seria estudado, através da análise das seguintes questões: (i) O que é o Efeito Estufa?; (ii) Como os gases do Efeito Estufa afetam o clima?; e se (iii) o Efeito Estufa só apresenta caráter maléfico?

Após leituras e releituras, idas e vindas nos materiais coletados, foi possível construir diversas categorias para agrupar as respostas dos estudantes, tentando assim compreender suas concepções iniciais. Essas categorias foram associadas aos conhecimentos prévios que os estudantes apresentavam no início do desenvolvimento da UD e, a partir dessas concepções, foram desenvolvidas as demais aulas que compõem essa unidade. A seguir, são apresentadas nas Tabelas 06, 07 e 08, as categorias que foram criadas para cada uma das questões.

Foi utilizada a seguinte codificação: Q0i-J representa o questionário J identificado para a questão i, onde  $J \in \{I, II, III, IV\}$  e  $i \in \{1, 2, 3\}$ . A letra S foi utilizada para nos remeter à palavra Subsunçor.

**Tabela 6:** Categorias associadas a questão 1 - compreensão inicial do efeito estufa – acompanhadas de algumas falas dos estudantes, justificando as respostas.

<b>Tema 01: Compreendendo o Efeito Estufa.</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<b>Q01-I:</b> Identificam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre	04, 07,	33,3



devido ao acúmulo de gases na atmosfera e/ou devido a presença de uma camada de gases. Algumas respostas características são: • <i>Acúmulo de gases na atmosfera e/ou camada de ozônio.</i> • <i>Os gases que são liberados por nós e ficam retidos na atmosfera e com isso acabam aumentando a temperatura.</i>	09, 12, 13, 14, 21, 22	
<b>Q01-II:</b> Explicam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido a existência da camada de ozônio. Algumas respostas características são: • <i>A radiação entra na terra e tem parte dela rebatida na camada de ozônio.</i> • <i>A reflexão de certos raios por parte da camada de ozônio.</i>	01, 19, 20, 25, 27	20,8
<b>Q01-III:</b> Expressam o efeito estufa como a capacidade que o planeta possui de armazenar calor. Uma resposta característica é: • <i>Capacidade de armazenar o calor.</i>	02, 26	8,3
<b>Q01-IV:</b> Não compreende o fenômeno estudado. Uma resposta característica é: • <i>É uma grande massa de ar quente localizada na atmosfera, massa quente que junta com o calor da Terra, da poluição, e esquenta muito a Terra.</i>	03,05, 10, 11, 16, 17, 18, 23, 24	37,5

A partir dos dados descritos na Tabela 06, pode-se constatar que: 33,3% dos estudantes compreendem o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido ao acúmulo de gases na atmosfera e/ou devido à presença de uma camada de gases; 20,8% compreendem o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido à existência da camada de ozônio; 8,3% associam o efeito estufa à capacidade que o planeta possui de armazenar calor e 37,5% não compreendem o fenômeno e, nesse caso, eles apenas listaram consequências do efeito estufa sem, contudo, conseguir criar uma explicação para o fenômeno.

Das quatro categorias apresentadas na Tabela 06, três delas eram esperadas. No entanto, a categoria “*Q01-II - Explicam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido à existência da camada de ozônio*”, não era esperada. A presença dessa categoria foi uma surpresa, pois os estudantes relacionaram o efeito estufa com a existência da camada de ozônio, não relacionando o efeito estufa com a degradação dessa camada. Acredita-se

que os estudantes relacionaram o efeito estufa com a camada de ozônio por dois motivos: (i) *por* acreditarem que a camada de ozônio é uma camada rígida que impede os gases de escapar, dificultando a “*saída do calor*” para o espaço, e (ii) relacionaram o efeito estufa com uma das consequências mais citadas na mídia, que seria a destruição da camada de ozônio. Alguns exemplos que corroboram nossa tese podem ser observados nas Tabela 06, na linha Q01- II.

**Tabela 7:** Categorias associadas a questão 2 - concepções utilizadas pelos estudantes para explicar e avaliar o efeito estufa e suas consequências para a vida – acompanhadas de algumas falas dos estudantes justificando as respostas.

<b>Tema 02: Relacionando os gases do Efeito Estufa com o clima.</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<p><b>Q02-I:</b> Identificam o aumento de concentração de gases do efeito estufa como responsável pelo aumento da temperatura do planeta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Se gases estiver em grande quantidade o planeta ser mais quente.</i></li> <li>• <i>Os gases em excesso causa um aquecimento.</i></li> </ul>	02, 03, 07, 12	16,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Q02-II:</b> Identificam os gases do efeito estufa como elemento que impede o fluxo de calor, resultando no aquecimento do planeta. <i>Impedem a passagem de calor para o espaço.</i></li> <li>• <i>Impedem que todo o calor saia.</i></li> <li>• <i>Mantém o calor na terra como bolsa térmica.</i></li> </ul>	01, 04, 09, 10, 19, 26	25,0
<p><b>Q02-III:</b> Identificam os gases do efeito estufa como um elemento que absorve a radiação proveniente do sol, impedindo a sua passagem e resultando no aquecimento do planeta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esses gases são aquecidos e como consequência aquecem o planeta.</i></li> </ul>	20	4,2
<p><b>Q02-IV:</b> Identificam os gases do efeito estufa como causadores da destruição da camada de ozônio, que protege o planeta do raios solares, gerando aquecimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Os gases perfuram a camada de ozônio deixam o calor do sol entrar incidentemente no planeta.</i></li> </ul>	24	4,2

Com a categorização do segundo tema, mostrada na Tabela 07, foi possível verificar que os estudantes realizaram as seguintes associações: 16,7% associam o aumento da concentração de gases do efeito estufa com o aumento da temperatura do planeta; 25,0% fazem a identificação desses

gases como algo que impede o fluxo de calor, resultando no aquecimento do planeta; 4,2% associam esses gases a elementos que absorvem a radiação proveniente do Sol, impedindo a sua passagem e resultando no aquecimento do planeta e 4,2% identificam os gases do efeito estufa como sendo responsáveis pela destruição da camada de ozônio, que protege o planeta dos raios solares, gerando aquecimento. Dos estudantes que apresentaram respostas que foram enquadradas nesse tema, a maioria identificou os gases do efeito estufa como causadores do aquecimento no planeta. Porém, nenhum estudante conseguiu construir uma explicação de como isso ocorre.

**Tabela 8:** Categorias associadas a questão 3 - compreendendo as concepções utilizadas pelos estudantes para explicar e avaliar o efeito estufa e suas consequências para a vida – acompanhadas de algumas respostas características dos estudantes.

<b>Tema 03: Efeito Estufa: maléfico ou não?</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<b>Q03-I:</b> Identificam a importância do efeito estufa como agente regulador da temperatura da Terra. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Regulam a temperatura do planeta.</i></li> <li>• <i>Impede o congelamento da Terra.</i></li> <li>• <i>Sem o ele (o efeito estufa) o planeta seria muito gelado.</i></li> </ul>	01, 02, 04, 07, 09, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 26	54,2
<b>Q03-II:</b> Expressam o efeito estufa como um fenômeno natural e essencial para a manutenção da vida. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Essencial para a vida.</i></li> </ul>	07, 11	8,3
<b>Q03-III:</b> Identificam o caráter maléfico do efeito estufa, associado a grande quantidade de gases. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Maléfico em grande quantidade.</i></li> </ul>	02, 16	8,3
<b>Q03-IV:</b> Apresentam apenas o caráter maléfico do Efeito Estufa.	17, 24, 25, 27	16,7

Com a categorização da última questão, apresentada na Tabela 08, foi possível constatar que os estudantes associam o efeito estufa com a manutenção e/ou extinção da vida na Terra, com a maioria (54,2%) identificando o efeito estufa como agente regulador da temperatura do planeta. Alguns identificam o efeito estufa como um fenômeno natural e

essencial para a manutenção da vida. No entanto, 16,7% dos estudantes associaram ao efeito estufa apenas características maléficas, devido à presença de grandes quantidades de gases. Os estudantes 02 e 16, apesar de associarem ao efeito estufa características maléficas (Q03-III), também reconhecem a importância do mesmo como agente regulador da temperatura na Terra.

Com a atividade investigativa, foi possível compreender como os alunos explicam e compreendem o efeito estufa. Das categorias obtidas, foi possível realizar um paralelo com as categorias apresentadas por Libanore (2007), sendo que algumas categorias foram correlatas, como o fato dos alunos relacionarem o efeito estufa com o acúmulo de gases na atmosfera, no presente estudo, e devido à poluição atmosférica, na pesquisa de Libanore (2007); e explicarem o efeito estufa como sendo o aprisionamento do calor, em nossa aplicação, ou dos raios ultravioletas, na pesquisa de Libanore (2007). Uma categoria discrepante ocorreu com relação à camada de ozônio: na nossa pesquisa, os alunos consideraram-na responsável pelo efeito estufa e, na de Libanore (2007), como sendo destruída devido ao efeito estufa.

A segunda aula foi desenvolvida com o objetivo de construir um modelo que permitisse aos estudantes compreenderem o Efeito Estufa e a sua relação com o clima no planeta, isto é, esperava-se que eles identificassem o estudo desenvolvido com um possível modelo, que poderia ser aplicado para a compreensão do Efeito Estufa. Nesse estudo, o modelo consistia em uma estufa de vidro, com as camadas de vidro funcionando como uma camada de gases e a interação da radiação infravermelha com essas camadas de vidro seria a responsável pela variação da temperatura.

Nessa aula, os estudantes realizaram uma atividade, construída a partir de diversas questões. Dentre essas, apenas a última questão da atividade foi analisada. A análise dessa questão se justifica, pois esperava-se que os estudantes apresentassem, nesse momento, as conclusões da atividade

realizada. As demais questões foram estruturadas para servirem de guia na construção do modelo, que deveria ser expresso na última questão.

A questão analisada foi: *Antes de proceder à simulação da Terra, utilizando a janela “Efeito Estufa”, como você pode utilizar as descobertas relativas às estufas para aplicar à Terra e à sua atmosfera?*

A partir da análise dessa questão, foi possível construir quatro categorias, que são apresentadas na Tabela 09. Foi estabelecida a seguinte codificação para essas categorias: M-i com  $i \in \{I, II, III\}$  representando as categorias e com a letra M representando a palavra Modelo.

**Tabela 9:** Categorias obtidas com a construção de um modelo teórico para explicar o efeito estufa. Na tabela são apresentadas, em *itálico*, algumas respostas características dos estudantes.

<b>Construindo um modelo para compreender o Efeito Estufa</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>M-I:</b> Identificam que a atmosfera, composta pelos gases do efeito estufa, pode se comportar como as camadas de vidro da estufa. <i>A atmosfera faz papel da placa de vidro.</i></li> </ul>	02, 04, 05, 07, 09, 10, 11, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 27,	70,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>M-II:</b> Expressam que as camadas de vidro podem se comportar de acordo com a camada de ozônio. <i>A camada (de vidro) é como a camada de ozônio.</i></li> </ul>	01, 14, 19, 23	16,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>M-III:</b> Não compreendeu e/ou não respondeu a pergunta. <i>Quanto mais quente, maior será a agitação dos fótons.</i></li> </ul>	03, 12, 13, 22	16,7

Com a análise das respostas à questão, pode-se verificar que a maioria dos estudantes, cerca de 70%, identificou que a atmosfera, composta pelos gases do efeito estufa, pode ser comparada com as “camadas de vidro da estufa”. As respostas apresentadas por quatro estudantes (01, 14, 19 e 23) mostram que, para eles, as camadas de vidro podem ser associadas com a camada de ozônio, reforçando uma hipótese levantada anteriormente, na análise dos dados da aula 1. Outros quatro estudantes apresentaram respostas inconclusivas ou não responderam a questão.

Ao se fazer a análise das respostas do estudante 21, pode-se verificar que ele realizou a transposição do modelo com as camadas de vidro e, ainda, associou as observações feitas durante a atividade com o comportamento das camadas de gases, descrevendo a interação da radiação infravermelha com esses gases.

“o efeito estufa funciona como as placas de vidros, absorvendo [e refletindo os] fótons infravermelhos” - estudante 21.

A terceira aula foi desenvolvida com o objetivo de aplicar o modelo construído pelos estudantes para explicar o Efeito Estufa e analisar suas consequências para o clima do planeta. Esperava-se que os estudantes fossem capazes de explicar o Efeito Estufa como sendo o resultado da interação da camada de gases com a radiação infravermelha, resultando em variação da temperatura da Terra.

Nessa aula, os estudantes responderam a um roteiro, composto por diversas questões e, dentre essas, apenas a sétima e a nona questão foram analisadas. As demais questões foram utilizadas pelos estudantes como guia no desenvolvimento da atividade e para auxiliar na compreensão do efeito estufa.

A questão sete, “*Considerando o comportamento dos fótons, por que a temperatura aumenta significativamente?*”, foi analisada pois esperava-se que os estudantes relacionassem o aumento da temperatura com a interação dos fótons infravermelho com a camada de gases. As categorias obtidas após a análise estão apresentadas na Tabela 10, onde se fez a seguinte codificação: E07-J, com  $J \in \{I, II, III\}$  e a letra E representado a palavra Explicar e 07 associado a questão 7.

**Tabela 10:** Categorias associadas as respostas que os estudantes apresentaram a questão 7, evidenciando como eles compreenderam a interação dos fótons infravermelho com as camadas de gases na atmosfera.

CATEGORIAS	Alunos	%
<b>E07-I:</b> Identificam a absorção e a retenção da radiação infravermelha pelos gases como responsável pela variação da temperatura. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Os fótons infravermelhos, ..., não saem ficando preso na atmosfera, assim aumentado a temperatura.</i></li> <li>• <i>Alguns fótons são retidos nos gases</i></li> </ul>	01, 02, 04, 05, 07, 10, 11, 12, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27	70,8
<b>E07-II:</b> Associaram o aumento da concentração dos gases como sendo responsável pela variação da temperatura. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>O aumento ocorreu devido ao aumento da concentração dos gases.</i></li> </ul>	09, 13, 14, 19, 22	16,7
<b>E07-III:</b> Não compreendeu e/ou não respondeu a pergunta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Por que os fótons aumentam</i></li> <li>• <i>Por causa do efeito estufa.</i></li> </ul>	03, 05, 15, 18	8,3

A partir da análise da Tabela 10, pode-se verificar que a maioria dos estudantes (70,8%) associou a absorção da radiação infravermelha pelos gases do Efeito Estufa com a variação da temperatura da Terra. Cinco estudantes associaram o aumento da concentração dos gases como sendo responsável pela variação da temperatura sem, no entanto, associar o aumento da temperatura como resultado da interação da radiação com essa camada de gases. Apenas quatro estudantes não responderam a questão.

A análise da nona questão do roteiro utilizado na terceira aula, “Compare o comportamento dos fótons nas janelas “Efeito Estufa” e “Camadas de Vidro”. Verifique as situações que mais se assemelham”, ocorreu, pois, nessa questão, os estudantes deveriam relacionar os conhecimentos obtidos com a segunda e terceira aulas e concluir qual seria o modelo que explicava o efeito estufa. As categorias obtidas com essa análise estão apresentadas na Tabela 11, com a seguinte codificação: E09-J com J ∈ {I, II} e a letra E representado a palavra Explicar.

**Tabela 11:** Categorias obtidas com a análise das respostas que os estudantes apresentaram a nona questão - como eles explicam a relação entre as camadas de vidro, as camadas de gases e as suas interações com os fótons infravermelhos.

CATEGORIAS	Alunos	%
<b>E02-I:</b> Identificam que a atmosfera, composta pelos gases do efeito estufa, pode se comportar como as camadas de vidro.	24, 23, 20, 19, 16, 17, 14, 13, 11, 10, 09, 07, 04, 02, 01, 21, 26, 27	75
<b>E02-II:</b> Não compreendeu e/ou não respondeu a pergunta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>As nuvens e as placas de vidro ajudam na formação do clima.</i></li> <li>• <i>Não um vai mais lentamente e o outro mais rápido.</i></li> <li>• <i>Velocidade dos fótons.</i></li> </ul>	12, 22, 03, 05, 18, 25	25

Com a análise da Tabela 11, pode-se verificar que a maioria dos estudantes associou o comportamento da atmosfera, composta pelos gases do Efeito Estufa, com o comportamento das camadas de vidro, construindo um modelo capaz de explicar o aumento da temperatura a partir da presença desses gases. Eles ainda constataram que, da mesma forma quando aumentamos a concentração de gases, quando aumentamos as camadas de vidro a temperatura também aumenta e mais fótons ficam retidos. Deve-se destacar que três estudantes realizaram a transposição do modelo, associando as observações com o fenômeno denominado de Efeito Estufa. Seis outros estudantes acreditam ainda que não existe nenhuma semelhança entre os gases de Efeito Estufa e as camadas de vidro, não respondendo a pergunta ou demonstrando não ter compreendido a questão.

Com a realização dessa aula, constatou-se que, além do estudante 21, outros dois (01 e 27) realizaram a transposição do modelo e associaram a observação com o fenômeno denominado de Efeito Estufa. Isso pode ser visto na frase do estudante 27:

“Que os fótons solares penetram no vidro mas não conseguem sair pois o vidro retem os fótons infravermelho, a mesma coisa que acontece com o efeito estufa” - estudante 27

A quarta aula foi realizada com o objetivo de avaliar os conhecimentos dos estudantes sobre o Efeito Estufa e também verificar



como eles percebem a evolução desse efeito ao longo do tempo. Os estudantes produziram um texto, principal dado coletado nessa atividade, que foi analisado. As categorias obtidas com essa análise estão apresentadas na Tabela 12. As categorias foram divididas em dois temas, o primeiro “Compreendendo o Efeito Estufa” e o segundo destacando a importância do Efeito Estufa para a vida no planeta. Para essas análises, foi criada a seguinte codificação: A0i-J, com  $i \in \{1, 2\}$  e  $J \in \{I, II\}$  com a letra A representado a palavra Avaliação.

**Tabela 12:** Categorias obtidas com a análise dos textos produzidos pelos estudantes relacionadas a compreensão sobre o efeito estufa.

<b>Tema 01: Compreendendo o Efeito Estufa.</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<p><b>A01-I:</b> Identificam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha (ou calor), emitida pela superfície terrestre, é absorvida e refletida por determinados gases presentes na atmosfera.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>O efeito estufa é causado pelo acúmulo de fótons infravermelho na atmosfera terrestre. ... Os gases retêm os fótons infravermelho deixando o planeta mais quente.</i></li> <li>• <i>É um fenômeno de aquecimento terrestre, onde são emitidas partículas de radiação infravermelha que ao serem absorvidas, promovem um aumento de temperatura na atmosfera.</i></li> </ul>	01, 07, 09, 11, 12, 14, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	62,5
<p><b>A01-II:</b> Identificam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando o calor (energia) fica armazenado no planeta, porém não associando esse fenômeno com a camada de gases.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ele faz com que o calor fique armazenado na Terra.</i></li> <li>• <i>Esse fenômeno se caracteriza pela concentração de gases na atmosfera, não permitindo a saída do calor, interferindo assim significativamente na temperatura.</i></li> <li>• <i>Efeito estufa é um conjunto de gases que funcionam como uma barreira, impedindo a perda total do calor adquirido pelo terra.</i></li> <li>• <i>Os gases formam uma “estufa”, impedindo que o calor irradiado volte para o espaço.</i></li> </ul>	02, 04, 10, 16, 19	20,8

Com essa análise, constatou-se que, quinze dos vinte e quatro estudantes que fizeram parte da amostra analisada identificaram o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando uma parte da radiação

infravermelha (ou calor), emitida pela superfície terrestre, é absorvida e refletida por determinados gases presentes na atmosfera. Cinco estudantes apresentaram o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando o calor (energia) fica armazenado no planeta, porém não associaram esse fenômeno com a camada de gases que impede o fluxo de calor. Mesmo não sendo solicitado, quatro estudantes apresentaram, ao longo dos seus textos, a descrição dos principais gases presentes na atmosfera que participam do efeito estufa. Outro ponto que merece destaque foi a não apresentação, por parte de quatro estudantes, de nenhuma explicação significativa sobre o Efeito Estufa, fato que leva a crer que tais estudantes não desenvolveram uma aprendizagem a partir desse conjunto de atividades.

**Tabela 13:** Categorias obtidas com a análise dos textos produzidos pelos estudantes relacionadas a importância do efeito estufa para a manutenção da vida na Terra.

<b>Tema 02: Destacam a importância do Efeito Estufa para a vida no Planeta</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
<b>A02-I:</b> Identificam o efeito estufa como um fenômeno natural que funciona como regulador de temperatura do Planeta Terra, importante para a manutenção da vida. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Esse fenômeno é essencial para a vida no planeta terra, pois sem ele não existiria condições de vida.</i></li> <li>• <i>O efeito estufa ao agir reguladamente, pode manter a temperatura na medida certa.</i></li> <li>• <i>Sem o famoso efeito estufa também não sobrevivemos, sem ele a temperatura seria mínima e a existência de vida seria inevitável.</i></li> </ul>	02, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	79,1
<b>A02-II:</b> Caracterizam o efeito estufa como fenômeno intensificado devido ao acúmulo de gases na atmosfera, produzidos no desenvolvimento humano, resultando no aumento da temperatura do Planeta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A presença excessiva deles (gases) faz com que o planeta Terra armazene mais calor que o necessário.</i></li> </ul>	02, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	75

A partir dos dados apresentados na Tabela 13, pode-se verificar que os estudantes identificaram o efeito estufa como um fenômeno natural que funciona como um regulador de temperatura do Planeta Terra, sendo

importante para a manutenção da vida. Além desse ponto, os estudantes também caracterizaram o efeito estufa como um fenômeno intensificado pelo acúmulo de gases na atmosfera, acúmulo esse produzido pelo desenvolvimento humano, resultando em um aumento da temperatura média do planeta.

Com a análise da atividade investigativa, apresentada na Tabela 08, observou-se que 54,2% dos estudantes identificaram a importância do Efeito Estufa como agente regulador da temperatura da Terra, porém nenhum estudante explicou como o Efeito Estufa permite regular a temperatura. Com a análise da atividade avaliativa, Tabela 13, é possível constatar que 75% dos estudantes identificaram o Efeito Estufa como um fenômeno natural que funciona como regulador de temperatura do Planeta Terra, importante para a manutenção da vida.

Ao término do desenvolvimento da UD, 75% dos estudantes caracterizaram o Efeito Estufa como um fenômeno intensificado devido ao acúmulo de gases na atmosfera, produzidos no desenvolvimento humano, resultando no aumento da temperatura do Planeta. Esse fato não foi observado no início da atividade. Essas comparações mostram indícios do desenvolvimento da aprendizagem. Com isso, é possível considerar que um dos objetivos da unidade didática pode ser considerado como tendo sido alcançado.

Com o objetivo de compreender a construção do conhecimento por parte dos estudantes ao longo do estudo sobre o Efeito Estufa, foram selecionados cinco estudantes, que apresentaram concepções iniciais distintas, para se fazer um acompanhamento e análise dos diferentes estágios do desenvolvimento dos seus conhecimentos. Foram utilizadas as categorias relacionadas à compreensão do efeito estufa, pois esse é o objetivo central da UD. As categorias e as concepções dos estudantes estão apresentadas no Tabela 14.

**Tabela 14:** Categorias reunidas para apresentar a evolução dos conceitos apresentados pelos estudantes ao utilizar a Unidade Didática – O Planeta em Ação.

**COMPREENSÃO DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE “EFEITO ESTUFA” PELO ESTUDANTES**

ESTUDANTES	S01 – I: Identificam o efeito estufa como fenômeno que ocorre devido ao acúmulo de gases na atmosfera e/ou a existência de uma camada de gases.	S01 – II: Explicam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre devido a existência da camada de ozônio.	M – I: Identificam que a atmosfera, composta pelos gases do efeito estufa, pode se comportar como as camadas de vidro.	M – II: Expressam que as camadas de vidro podem se comportar de acordo com a camada de ozônio.	E01 – I: Identificam a absorção e a retenção da radiação infravermelha pelos gases como responsável pela variação da temperatura.	E01 – II: Expressam o aumento da concentração dos gases como sendo responsável pela variação da temperatura.	E02-I: Identificam que a atmosfera, composta pelos gases do efeito estufa, pode se comportar como as camadas de vidro.	A01 – I: Expressam o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha (ou calor) emitida pela superfície terrestre é absorvida e refletida por determinados gases presentes na atmosfera.
1								
18								
20								
22								
24								

Analisando a Tabela 14, é possível verificar que os estudantes 18 e 24 não se encaixam em nenhuma das categorias relacionadas à investigação das concepções prévias (Q01). Isso se deve ao fato de suas respostas conterem apenas consequências do efeito estufa ou serem inconclusivas, o que não permitiu que fossem categorizadas. Na atividade destinada à construção do modelo (M), observa-se que o estudante 24 acreditava que a camada de vidro poderia ser comparada com a camada de ozônio, não relacionando a mesma ao efeito estufa. Já o estudante 18 não apresentou respostas conclusivas. Na atividade destinada aplicação do modelo (E01 e E02), o estudante 24 identifica a retenção e reflexão dos fótons infravermelhos como sendo responsável pelo aumento na temperatura e, numa etapa posterior da simulação, conclui que as camadas de vidro funcionam como as camadas de gases, diferentemente do estudante 18, que novamente não apresentou respostas conclusivas. Por fim, na atividade

avaliativa (A01), o estudante 24 apresentou o efeito estufa como um fenômeno que ocorre quando uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre é absorvida e refletida por determinados gases presentes na atmosfera.

Com a análise da construção do conhecimento, foi possível constatar que dois estudantes associam a existência do efeito estufa com a existência da camada de ozônio. Na construção do modelo (estudo da camada de vidro), três estudantes relacionam a camada de vidro com a camada de ozônio, porém isso não impediu aos estudantes compreender o efeito estufa. Mesmo apresentando concepções iniciais distintas, é possível observar que 4 dos 5 estudantes analisados ao final do processo, conseguiram compreender e explicar o efeito estufa.

Com relação ao estudante 18, em nenhuma atividade ele apresentou respostas coerentes com as atividades que estavam sendo realizadas. O desempenho do estudante 18 e de outros 3, que sempre apresentaram respostas incoerentes, pode significar que os mesmos não compartilharam os mesmos significados que o professor inseriu no material educacional, resultando em um insucesso no processo de construção desse conhecimento. A escolha do estudante 18 ocorreu de maneira aleatória entre aqueles que não alcançaram os objetivos iniciais da UD. No fragmento abaixo, é apresentado como o efeito estufa (que não foi discutido no texto) influencia a temperatura:

Aquecendo, mas o pior é que são encaminhados para os polos do planeta, aquecendo as calotas polares e diminuindo o resfriamento da terra com a derretimento dessas calotas polares.” - estudante 13.

De acordo com Ausubel, sobre as condições necessárias para a construção de uma aprendizagem significativa, pode-se inferir acerca de duas possibilidades para explicar esse insucesso: (i) ou o material educacional não conseguiu ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz e/ou (ii) o estudante não estava predisposto para aprender.

Diante dos resultados apresentados, pode-se considerar que a construção e utilização da UD foi satisfatória. Ao término da unidade, 20 dos 24 estudantes integrantes da amostra analisada, conseguiram identificar claramente o que é o efeito estufa, produzindo explicações cientificamente corretas para o fenômeno. Isso nos leva a acreditar que esses estudantes aprenderam. Outro ponto que pode ser destacado na unidade é a presença de uma possibilidade de mudança conceitual, que pode ser observada durante o desenvolvimento das atividades. Como principal exemplo, destaca-se a concepção inicial de vários estudantes que indicavam que o efeito estufa era causado devido à presença da camada de ozônio, concepção esta alterada ao final do desenvolvimento da unidade.

No início do estudo, alguns estudantes associaram o efeito estufa como sendo devido à existência da camada de ozônio, o que leva a crer que esses estudantes encaram a camada de ozônio como sendo uma estrutura rígida, que impede que os gases escapem para o espaço. Apesar dessa concepção inicial ter aparecido nos dados levantados no questionário investigativo, não foi constatada a presença de tal concepção na atividade avaliativa final, levando à conclusão de que o material educacional possibilitou que os estudantes compreendessem o efeito estufa, superando tal concepção. No entanto, isso não significa que tal concepção tenha sido de fato superada. Acreditamos que ainda persistem indícios de que ela faça parte da estrutura cognitiva dos estudantes, ou seja, esses estudantes ainda acreditam que a camada de ozônio é uma camada rígida. Porém, é possível verificar que ocorreu uma mudança nas concepções iniciais, pois os estudantes associaram, ao final da atividade, o efeito estufa com a interação da radiação infravermelha com a camada de gases.

## 6 CONCLUSÕES

A análise da unidade didática “Efeito Estufa – O Planeta em Ação” nos faz acreditar que a maioria dos estudantes compreenderam o que é o efeito estufa e como ele influencia na temperatura do planeta. Os resultados obtidos com a unidade reforçam os estudos realizados por Ausubel e Novak, que destacam a importância de conhecer previamente a estrutura cognitiva dos estudantes e a importância dos materiais educacionais potencialmente significativos para eles, para que se produza uma aprendizagem significativa.

No planejamento das atividades educacionais, devemos sempre considerar os estudantes como agentes ativos no processo de construção do conhecimento, capazes de buscar respostas para diversas situações-problema e dotados de uma bagagem conceitual construída ao longo dos anos de escolaridade e em contato com a sociedade em que convivem. Assim, essas atividades deverão ser relacionáveis a sua estrutura cognitiva e fundamentadas em teorias de aprendizagem, permitindo compreender o processo de construção do conhecimento e possibilitando uma análise da aprendizagem, conforme apresentado nessa pesquisa.

Da análise da unidade didática “Efeito Estufa – O Planeta em Ação”, constatamos que quinze estudantes, dos 24 analisados, atingiram os objetivos esperados; cinco estão em um estágio que pode ser considerado de consolidação desses objetivos e quatro estudantes não atingiram tais objetivos.

Além da unidade didática “Efeito Estufa – O Planeta em Ação”, outras unidades foram desenvolvidas e, juntas, contemplam um plano de ensino criado para o nono ano do Ensino Fundamental. Ter conhecimento das concepções prévias é de extrema importância para o desenvolvimento de materiais potencialmente significativos, pois permite construir novos conceitos e até promover uma possível mudança conceitual. Dentro desse

contexto, o plano de ensino teve como objetivo construir uma aprendizagem significativa, fortemente vinculada à realidade dos estudantes, baseada nas concepções que eles apresentam. Nesse plano de ensino, os conteúdos foram selecionados privilegiando-se temas relevantes para a formação científica dos estudantes do nono ano do Ensino Fundamental.

Acreditamos que os resultados apresentados na pesquisa possam ser obtidos com todas as unidades didáticas desenvolvidas, pois em todas as unidades didáticas os estudantes foram encarados como o centro do processo de ensino e aprendizagem e, em todas, buscamos relacionar aquilo que o estudante já sabe com o que estava sendo estudado.

Na unidade analisada, ficou comprovado que quatro alunos não compartilharam os mesmos significados inseridos no material educacional, porém, não podemos afirmar que, em nenhum momento, ao utilizar o plano de ensino, o mesmo tenha ocorrido. Acreditamos que, utilizando outra abordagem metodológica, esses alunos possam compartilhar significados e construir uma aprendizagem significativa. Foi acreditando nisso que o plano de ensino foi desenvolvido utilizando diversas metodologias de ensino, sempre colocando o aluno como o centro do processo de ensino e aprendizagem.

Outro ponto de extrema importância diz respeito ao Livro Didático, principal material educacional utilizado dentro da sala de aula. Ao analisarmos alguns livros, percebemos que todos eles apresentam coerência em relação às imagens e aos textos, com linguagem clara e objetiva e, muitas vezes, os novos conceitos são destacados. No entanto, alguns livros não apresentam índice remissivo, nem os objetivos educacionais de forma explícita e muito menos os pré-requisitos, o que poderia favorecer a identificação, pelos professores, das concepções iniciais dos estudantes.

Os livros ainda apresentam textos que motivam e justificam os conceitos estudados, porém, raramente, os autores buscam levantar as



concepções iniciais dos estudantes ao apresentar esses novos conceitos. Quando fazem referência à história da ciência, os autores apresentam, quase sempre, leituras biográficas sobre os cientistas relevantes, contudo, poucas vezes é evidenciado o papel da comunidade científica e da sociedade no desenvolvimento da ciência. Quase que em sua totalidade, os livros negligenciaram a concepção moderna de fazer e construir Ciência.

Se bem utilizados, acreditamos que os livros didáticos podem auxiliar na construção do conhecimento, devendo ser encarados como mais um material educacional existente e não como um currículo a ser seguido. Neles, constatamos a presença de uma quantidade considerável de conteúdos e, muitas vezes, impossíveis de serem trabalhados durante um ano letivo. Isso sugere ao professor a necessidade do desenvolvimento de um planejamento detalhado das aulas, estabelecendo-se prioridades entre os conteúdos a serem trabalhados ao longo do ano letivo. Assim, cabe ao professor tornar, não apenas o livro didático, mas os diversos materiais educacionais, em potencialmente significativos para a construção de uma aprendizagem realmente significativa.

O plano de ensino desenvolvido em conjunto com suas unidades didáticas vem de encontro a esses fatos, e em algumas vezes deve ser encarado como um material adicional, podendo ser utilizado em conjunto com os livros didáticos na construção do conhecimento. O sucesso no processo de ensino e aprendizagem passa pela boa interação do professor com os materiais educacionais, dos estudantes com os materiais educacionais e do professor com os estudantes, onde todos compartilhem os mesmos significados. O professor é peça fundamental e deve ser encarado como mediador de todo o processo.

Acreditamos que seja essencial o Ensino de Física no nono ano do Ensino Fundamental, pois nesse momento é possível perceber a presença de uma quantidade considerável de estudantes interessados em compreender a

natureza e ainda sem aquele *trauma* presente no Ensino Médio. Além disso, esse é o primeiro contato dos estudantes com diversos conceitos fundamentais, e acreditamos que esse primeiro contato deva ocorrer de maneira mais conceitual, sem abrir mão, no entanto, das relações matemáticas, quando elas forem necessárias.

No nono ano, deve-se buscar, também, o planejamento de atividades que valorizem o desenvolvimento de um raciocínio científico, essencial para disciplinas que, como a Física, estudam fenômenos naturais e procuram explicá-los. Além disso, tais atividades têm que valorizar o desenvolvimento de habilidades necessárias para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Entende-se que cada situação de ensino é singular e, nesse sentido, a unidade didática proposta neste trabalho pode necessitar de adaptações e sugestões novas. É importante destacar que a unidade didática pode e deve ser adaptada a cada realidade educacional. Dessa forma, busca-se, com este trabalho, oferecer um material educacional destinado a professores e estudantes, que possa servir de base à produção de outros materiais instrucionais.

O produto deste trabalho, a unidade didática, foi baseado em atividades investigativas, centrada na ação do estudante. É importante para o estudante perceber que os passos em busca das soluções dos diversos problemas contêm as características de um trabalho científico, como discussão, reflexão e explicação dos fatos e fenômenos estudados. Tal prática busca despertar mudança na postura do aprendiz.

Dessa forma, o papel do professor nas aulas vai além de ser apenas um observador e expositor de conteúdo. Ele passa a ter grande influência sobre ela, precisando interferir, argumentar, questionar, para construir o conhecimento. Convém ressaltar que, para que essa mudança ocorra, o professor deve auxiliar a construção do conhecimento dos estudantes, com a

elaboração de boas perguntas e na proposição de atividades que estimulem a curiosidade dos estudantes. O professor deixa de ser um expositor dos conteúdos e passa a ser uma espécie de tutor para os estudantes. Entende-se que, dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem se torna mais produtivo.

A escolha por analisar apenas uma unidade ocorreu devido à falta de tempo para se proceder uma análise de todas as unidades didáticas. Também não era esse o objetivo deste trabalho, porém acreditamos que todo o material desenvolvido, baseado no estudo de Ausubel e Novak, pode proporcionar a construção do conhecimento. A utilização do plano de ensino na sala de aula pode e deve ocorrer em conjunto com os livros didáticos. Devemos destacar que o sucesso no processo de ensino e aprendizagem passa pela boa interação do professor com os materiais educacionais, dos estudantes com os materiais educacionais e do professor com os estudantes, onde todos compartilhem significados. Como já mencionado, o professor é a peça mais importante nesse processo de construção do conhecimento.

## 7 PERSPECTIVAS FUTURAS

A realização da pesquisa pode ser considerada como positiva, pois possibilitou desenvolver e apresentar um plano de ensino, que será apresentado posteriormente, voltado para o nono ano do EF, que foi concretizado com nove unidades construídas com embasamento teórico nos estudos de Ausubel e Novak sobre Aprendizagem Significativa. Além de desenvolver as unidades didáticas, buscamos compreender a aprendizagem construída pelos estudantes ao utilizar uma dessas unidades para análise. Por fim, o estudo dos livros didáticos permitiu conhecer o principal material educacional utilizado, na construção do conhecimento, dentro da sala de aula e mostrou todas as potencialidades do plano de ensino desenvolvido.

Buscando enriquecer ainda mais a pesquisa realizada, apresentaremos alguns aspectos para serem investigados como perspectivas futuras, que são:

- Investigar um conjunto de professores que lecionam no nono ano, com o objetivo de conhecer o professor que leciona Física no 9º ano e verificar quais são suas concepções e as metodologias utilizadas por eles ao lecionar Física. Essa análise buscará conhecer a opinião dos demais professores sobre o material desenvolvido e se eles o usariam.
- Analisar a outra turma de nono ano que realizou a atividade do Efeito Estufa e comparar a evolução dos conceitos e as categorias obtidas com sua realização.
- Analisar outras UD's para comprovar se as demais unidades proporcionam o desenvolvimento de uma aprendizagem e se a mesma pode ser considerada significativa.

## 8 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 212p. 2000.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 1977.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96**. Brasília: 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC / SEF, 1998. 138 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais**/Secretaria de educação fundamental – Brasília. MEC/SEF, 1998.

CARMONA, A. C. N. **Relatório de estágio: a unidade didática como estratégia de ensino integrado–dos fundamentos didatológicos aos processos de construção**. 2012. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Castelo Branco.

DEUS, A. M.; CUNHA, D. E. S. L.; MACIEL, E. M. **Estudo de Caso na Pesquisa Qualitativa em Educação: uma metodologia**. VI Encontro 2010.

DORNELES, P.F.T; ARAUJO, I.S; VEIT, E.A. **Integração entre Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral**. Ciência & Educação, v. 18, n. 1, p. 99-122. 2012.

FRANCO, M. L. P. B. **O que é análise de conteúdo**. Cadernos de Psicologia da Educação. São Paulo, PUCSP (7): 1-31, Ago 1986.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca, N.Y.; Cornell University Press, 210p.

1981.

LIBÂNEO, J. C.; MADEIRA FREITAS, R. A. M. A. **A elaboração de planos de ensino (ou de unidades didáticas) conforme a teoria do ensino desenvolvimental.** Texto para uso didático na disciplina Didática e Ensino Desenvolvimental, no Programa de Pós-Graduação em Educação – Linha Teorias da Educação e Processos Pedagógicos, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Disponível em: <http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/...> Acesso em 29 de outubro de 2014

MAESTROS, C. **Educación Primária-Secuencia de Unidades Didáticas desarrolladas.** Editorial MAD: Sevilla, 2009.

MENDES, R. M. **A formação do professor que ensina matemática, as Tecnologias de Informação e Comunicação e as comunidade de prática: uma relação possível** / Rosana Maria Mendes – Tese de doutorado, UNESP, Rio Claro, 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Conteúdo Básico Comum: CBC Ciência – Ensino Fundamental.** Belo Horizonte, 2007. 68 p. <Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/>. Acesso em: 20/03/2013.>

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. **Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa.** Ensino, Saúde e Ambiente, v.1, n.2, p 2-13. 2008.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p., 2011

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 242p., 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem. 2. ed.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 2011. 242p.

NEVES, P.; VALADARES, J. **O contributo dos manuais de física para o enriquecimento conceptual dos estudantes.** 2004.

NOVAK, J. D., GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, C. L. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características.** Revista Travessias vol. 2, nº3, 2008.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Roteiro para Construção de um Planejamento de uma Unidade Didática.** 2010. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacaobasica/RoteiroparaConstrucaodeumPlanejamentodeumaUnidadeDidatica.pdf/at\\_download/file](http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacaobasica/RoteiroparaConstrucaodeumPlanejamentodeumaUnidadeDidatica.pdf/at_download/file)>. Acesso em: 28 jan. 2014.

PAIS, A. **“Fundamentos didatológicos e técnico-didáticos de desenho de unidades didáticas para a área de língua portuguesa”**, 2011. Disponível em

[http://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1072/1/Artigo\\_UD.pdf](http://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1072/1/Artigo_UD.pdf), acesso em 1 de março de 2012.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o projeto político- pedagógico da escola.** São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2001.

RAMOS, D. K. . **Os conteúdos de aprendizagem e o planejamento escolar.** Psicopedagogia On Line, v. 3, p. 1-11, 2013.

SOBRINHO, F. J. C. **Análise de livros didáticos do nível médio quanto à potencialidade para uma possível aprendizagem significativa de física ambiental.** 2009. 202 f. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental)-Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

Guia de livros didáticos: PNLD 2014 : ciências : ensino fundamental : anos finais. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2013. 144 p. : il.

TERRAZZAN E. A., SILVA, A. A., ZAMBON, L. B. Avaliando Planejamentos Didáticos para o Ensino de Física . **VII Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências**, Florianópolis, 2009.

VASCONCELLOS, C. S. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. 7º Ed. São Paulo. 2000



## **9 ANEXOS I: DETALHAMENTO DAS AULAS**

Nas seções a seguir serão apresentados um conjunto de orientações para a realização do unidade didática. Essas orientações não devem ser encaradas como obrigações, pois cada contexto educacional é singular e o material educacional pode e deve ser adaptado.

Foram utilizados os seguintes códigos para referir as atividades:

AI – Atividade Investigativa.

TA – Texto de Apoio.

PC – Prática Computacional.

AT – Atividade Avaliativa.

### **9.1 Aula 1 – Investigando as Concepções Prévias**

Inicie a aula fazendo os seguintes questionamentos aos alunos:

- Vocês já ouviram falar em “efeito estufa”?
- Por que falamos tanto nele nos últimos anos?

Após essas perguntas iniciais, convide os alunos para realizar a atividade AI01: Investigando o Efeito Estufa.

Dica: Deixe os alunos livres para escreverem o que quiserem e enfatize que nesse momento não existe o certo ou o errado, ou seja, enfatiza e opinião deles.

Posterior a realização da AI01, apresente o software Efeito Estufa.

### **9.2 Material AI01: Investigando o Efeito Estufa.**

O aquecimento global talvez seja o tópico "mais quente" presente nas manchetes dos jornais ou revistas nos dias atuais, e sua causa é geralmente

relacionada ao "efeito estufa" ou "gases de efeito estufa". No ano de 2012 ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, onde diversos chefes de Estados firmaram um conjunto de compromissos, com o objetivo de amenizar os efeitos causados pelo aquecimento global. Um dos compromissos é:

1. Eliminar gradualmente os subsídios para combustíveis fósseis até 2020 para reduzir a demanda de energia global em 5 por cento e as emissões de dióxido de carbono em quase 6 por cento.

Mas, você poderia perguntar, o que isso tem a ver com o aquecimento global? De que maneira essas reduções podem estar associadas ao Efeito Estufa? Com o objetivo de estudar fisicamente o Efeito Estufa, para sermos capazes de correlacionar essas questões, desenvolvemos a Sequência Didática apresentada a seguir. Pretendemos que, ao final do estudo proposto nesta sequência, os alunos respondam às seguintes questões:

1. O que é o Efeito Estufa?
2. Como os gases do Efeito-Estufa afetam o clima?
3. O Efeito Estufa só apresenta carácter maléfico?

### 9.3 Aula 2 – Construindo o modelo: Estudando uma Estufa

O objetivo dessa é iniciar o estudo do efeito estufa utilizando o simulador “O Efeito estufa”, desenvolvido pelo projeto PhET (Physics Education Technology). Para acompanhar e guiar o uso do simulador, utilize o roteiro PC01: INTRODUÇÃO AO EFEITO ESTUFA.

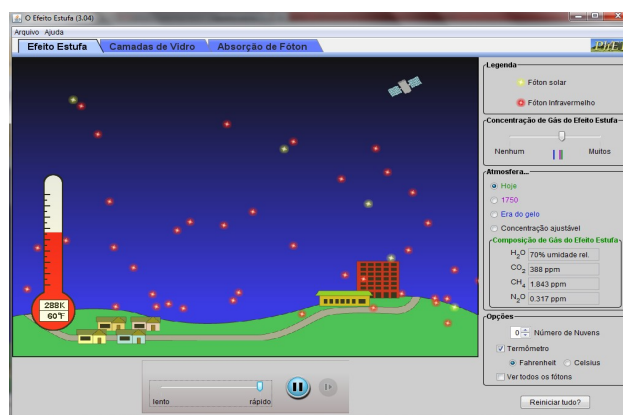
Ao término da atividade esclareça todas dúvidas em relação aos conceito estudados.

#### 9.3.1 Material A02: PC01: Introdução ao Efeito Estufa<sup>3</sup>

### DESCRIÇÃO DO SIMULADOR

O simulador “O Efeito Estufa” foi desenvolvido pelo projeto PhET (Physics Education Technology). Para utilizar o simulador é preciso ter instalado no computador o aplicativo java ([http://www.java.com/pt\\_BR/download/](http://www.java.com/pt_BR/download/)).

**Ilustração 1:** Primeira página do simulador “O Efeito Estufa”. Além desta página, o simulador conta com duas outras janelas que podem ser acessadas em [http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/greenhouse](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse)



3 Autores: Sylvestre Aureliano de Carvalho, Décio Ruivo Martins, Jefferson Adriano Neves e Iraziet Charret da Cunha

O simulador é composto por três janelas, e na primeira “Efeito Estufa” é possível simular os gases do efeito estufa para diferentes épocas cronológicas do planeta, associando estas épocas à diferentes percentuais de composição de gases do efeito estufa presentes na atmosfera terrestre.

Na segunda janela “Camadas de Vidro” que consiste em analisar a interação entre os fótons de luz solar e de infravermelho com superfícies de vidro. Esta janela contém ainda um termômetro que marca a temperatura em Fahrenheit (°F) e Kelvin (K) e também oferece a possibilidade de inserir até três camadas de vidro para simular a interação entre as partículas com essas camadas, bem como verificar a influência dessas camadas na temperatura. Na medida que placas de vidro são acrescentadas, verifica-se uma elevação da temperatura da estufa como consequência da interação entre as partículas e as camadas de vidro por meio da reflexão, refração e absorção dos fótons de luz solar e infravermelho.

A terceira janela “Absorção de fótons”, conta com uma fonte luminosa que emite fótons de luz solar e radiação infravermelha, dos quais é possível alterar a velocidade de emissão das partículas. Diferentes moléculas podem ser inseridas em uma caixa, o que possibilita verificar quais dessas realmente influenciam o efeito estufa. Na medida em que mais moléculas são inseridas na caixa, percebe-se uma maior aproximação da realidade. É possível verificar a interação de cada um dos tipos de radiação com as moléculas de H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, que são gases presentes na atmosfera terrestre. A partir da interação molécula e radiação é possível identificar quais destes gases realmente contribuem para o efeito estufa. O fenômeno é verificado a partir da reflexão e refração das partículas. Destas partículas, verifica-se que H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> contribuem para o efeito estufa, pois as partículas de radiação infravermelha refletem, enquanto N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> refratam. Quando os testes são feitos com radiação solar, todas as partículas refratam ao interagir com as moléculas H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. Além de testar

individualmente cada uma das moléculas, existe uma opção onde é possível simular o planeta Terra a partir de variações de concentrações dessas moléculas em uma caixa.

***Observação: As questões com asteriscos requerem respostas elaboradas, apresentando argumentos e conclusões.***

### **Questão Prévia**

Antes de tratar toda a questão do aquecimento global, tente imaginar-se sentado num carro fechado em um dia frio, mas ensolarado ... muito confortável, não é isso? Agora imagine-se sentado no mesmo carro num dia quente e ensolarado... Não fixe essa imagem por muito tempo. Você vai fritar só de pensar nisso! Mas, o que será que isso tem a ver com efeito estufa?

1\* - Porque no interior de um carro se tem a sensação de uma temperatura mais elevada do que nas suas vizinhanças, do lado de fora?

Utilização: Inicie o seu contato com o simulador explorando-o, para que tenha familiaridade com esse objeto de estudo. Após ter tido conhecimento de todas as opções que estão contidas no simulador, inicie a atividade selecionando a opção "Camadas de vidro".

2 - O que representam as estrelas amarelas?

3 - O que representam as estrelas vermelhas?

4 - Registre a temperatura aproximada antes de adicionar placas de vidro.

Utilização: Após ter registrado a temperatura, adicione um painel de vidro, selecionando na caixa "Opções".

5\* - O que acontece quando os fótons da luz solar atingem o vidro?

6\* - O que acontece quando os fótons de radiação infravermelha incidem na parte inferior do vidro? Seja específico.

7 - Qual é a nova temperatura "no interior da estufa"?

8\* - Com base nas observações, explique porque a temperatura sobe tanto ao colocar uma placa de vidro?

9 - Como varia a temperatura quando mais painéis de vidro são adicionados?

10\* - Explique por que isso acontece, observando os fótons.

11\* - Antes de proceder à simulação da Terra, utilizando a janela “Efeito Estufa”, como você pode utilizar as descobertas relativas às estufas para aplicar à Terra e à sua atmosfera?

## **9.4 Aula 3 – Aplicando o modelo: Estudando os gases na atmosfera**

O objetivo dessa aula é continuar o estudo do efeito estufa utilizando o simulador “O Efeito estufa”, desenvolvido pelo projeto PhET (Physics Education Technology). Para acompanhar e guiar o uso do simulador, utilize o roteiro PC 02: COMPREENDENDO O EFEITO ESTUFA NA TERRA.

Ao término da atividade esclareça todas dúvidas em relação aos conceitos estudados.

### **9.4.1 Material A03: PC02: Compreendendo o Efeito Estufa na Terra<sup>4</sup>**

Utilização: Selecione a opção "Efeito Estufa". Estando nesta opção, responda às questões seguintes:

1 - Quais são as composições de gases de efeito de estufa considerados pela simulação?

2 - Indique os períodos da idade da Terra representando diferentes composições da atmosfera terrestre considerados na simulação. O que os distingue entre si em termos da intervenção humana?

Utilização: O termômetro representa a temperatura média global. Utilize-o como auxílio para responder às questões seguintes:

3 - Qual é a temperatura média global para o "hoje" da simulação?

Utilização: Reduza a concentração de gases de efeito estufa para "Nenhum".

4 - Qual é a temperatura média global?

5\* - Considerando o comportamento dos fótons, porque a temperatura diminui tanto?

---

4 Autores: Sylvestre Aureliano de Carvalho, Décio Ruivo Martins, Jefferson Adriano Neves e Iraziet Charret da Cunha

Utilização: Aumente a concentração de gases de efeito estufa para "Muitos".

6 - Qual é a temperatura média global?

7\* - Considerando o comportamento dos fótons, porque a temperatura aumenta significativamente?

8 - Experimente simular os outros períodos da história da Terra ou adicionar nuvens e registre as observações que julgar interessantes.

9 - Compare o comportamento dos fótons nas janelas "Efeito Estufa" e "Camadas de Vidro". Verifique as situações que mais se assemelham.



## **9.5 Aula 4 – O Efeito Estufa**

Nessa aula se desenvolve a avaliação de toda unidade, ou seja, verifica-se se os estudantes são capazes de responder a algumas perguntas. Os alunos deverão, baseado num texto de apoio e nas atividades desenvolvidas nas aulas anteriores, desenvolver um texto que responda as seguintes questões:

1. Afinal de contas, o que é o Efeito Estufa?
2. E como o "efeito estufa" afeta a temperatura e a vida na Terra?
3. Baseado em fatos e análises de dados históricos, você pode afirmar que o “efeito estufa” só apresenta pontos negativos?

### **9.5.1 Material A04: O Efeito Estufa**

Neste momento somos capazes de responder a algumas perguntas

Baseado no texto a seguir e nas atividades desenvolvidas nas aulas anteriores, desenvolva um texto que responda as seguintes questões. Obs.: As respostas não, necessariamente, devem estar em ordem.

4. Afinal de contas, o que é o Efeito Estufa?
5. E como o "efeito estufa" afeta a temperatura e a vida na Terra?
6. Baseado em fatos e análises de dados históricos o “efeito estufa” só apresenta pontos negativos?

USE OS RESULTADOS DAS ATIVIDADES PARA FUNDAMENTAR  
SUAS RESPOSTAS.

*Texto Guia:* Revista Superinteressante, Novembro, 2012, Hemerson Brandão, disponível em:

<http://super.abril.com.br/cotidiano/efeito-estufa-turbinado-735784.shtml>

### **Efeito estufa turbinado**

por Hemerson Brandão

Na quantidade certa, ele é essencial à vida, preservando o planeta de grandes variações de temperatura. Mas nada impede que ele transforme um mundo num forno escaldante

Você já deve ter reparado num ponto brilhante no céu durante o entardecer. Alguns a chamam de Estrela d'Alva, mas, você sabe, ela é um planeta: Vênus. Depois do Sol, Vênus é o astro mais brilhante do céu noturno, visível até mesmo durante o dia em algumas ocasiões.

Tanto brilho vem das nuvens que recobrem o planeta. Não é à toa que ele recebeu o nome da deusa mitológica do amor. Mas a beleza de Vênus acaba por aí. Sob essas nuvens, existe um mundo infernal, onde você não gostaria de morar. Vênus é assolado por um efeito estufa global extremo, com ventos e temperaturas altíssimas. Um potencial vislumbre do futuro da Terra, se nossas providências para reduzir o aquecimento global falharem.

A atmosfera de Vênus é formada principalmente por dióxido de carbono. Esse gás tem a capacidade de aprisionar o calor do Sol, elevando a temperatura global na superfície para escaldantes 480 °C. Isso tanto de dia como de noite, o suficiente para derreter chumbo. O efeito estufa em Vênus já chegou a um ponto sem conserto.

Atualmente, experimentamos um aumento significativo no efeito estufa na Terra. Previsões alarmistas para o próximo século dizem em 3 ou 4 °C de elevação da temperatura global. Parece pouco. Bem longe dos 480 °C de Vênus. Mas até quando?

Quando se apresenta na quantidade certa, o efeito estufa é importante para a vida na Terra. Sem ele, nosso planeta sofreria com alterações bruscas de

temperatura entre o dia e a noite. Em contrapartida, se vier em excesso, torna a Terra uma sauna insuportável.

O uso intensivo de combustíveis fósseis e a derrubada de florestas são grandes vilões dessa história. Quanto mais dióxido de carbono e metano são lançados na atmosfera, mais calor ficará preso nela, aumentando a temperatura global. E aí mais vegetação morre e mais energia consumimos, o que inevitavelmente libera mais gases de efeito estufa na atmosfera, elevando ainda mais a temperatura. Uma conta que se multiplica a cada dia.

"Pelo menos nos últimos 650 mil anos, nunca houve uma concentração de dióxido de carbono tão grande na atmosfera como agora", é o que afirma a ambientalista Fátima Cardoso, no livro *Efeito Estufa: Por que a Terra Morre de Calor*. Ela aponta que durante os últimos 650 mil anos o nível de dióxido de carbono na atmosfera se manteve estável. Somente nos últimos 100 anos, essa quantidade aumentou quase 30%.

O problema é que ninguém sabe até que ponto pode-se elevar o efeito estufa na Terra antes que ele se torne extremo e irreversível. Não pelo gás carbônico que nós conseguimos emitir sozinhos, que ainda será bem inferior ao que há em Vênus, mas porque o processo empurra o planeta na direção de outro estado de equilíbrio. As geleiras derretem, menos calor é refletido para o espaço, mais gases são liberados pelos oceanos aquecidos, mais vapor d'água se concentra no ar, e tudo isso aumenta o efeito estufa. É um efeito dominó que pode se tornar impossível de conter.

Por isso, se os 3 ou 4 °C a mais em 2100 não chegam a assustar os mais céticos, convém lembrar que a coisa pode ficar muito pior mais adiante. Vênus que o diga.

## 9.6 ANEXO 2 - DIMENSÕES PARA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

IDENTIFICAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO	
TÍTULO:	
AUTORES:	
EDITORA:	ANO:

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO <sup>5</sup>					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Linguagem Visual	Imagens	1. No livro as imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			
		2. No livro há relação entre cada imagem e o texto.			
		3. No livro as imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. No livro a linguagem é simples e clara.			
	Simbologia	5. No livro a simbologia é rigorosa.			
	Vocabulário	6. No livro o vocabulário novo é assinalado no texto.			

<sup>5</sup> Criado e apresentado em Neves (2014)

DIMENSÃO – ESTRUTURA <sup>6</sup>					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Facilitadores Técnicos	Índice	1. O livro apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			
		2. O livro apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer assunto.			
	Glossário	3. O livro apresenta um glossário.			
	Bibliografia	4. O livro apresenta bibliografia.			
Facilitadores Pedagógicos	Sínteses	5. O livro apresenta uma síntese das ideias-chave no final de cada unidade temática.			
		6. O livro apresenta textos complementares sobre temas tratados.			
	Questões	7. O livro apresenta questões para ilustração de conceitos e para a consolidação da aprendizagem			
		8. O livro apresenta questões para autoavaliação.			
	Organizadores	9. O livro apresenta para cada unidade temática os objetivos que o estudante deverá atingir.			
		10. O livro faz revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem			

<sup>6</sup> Criado e apresentado em Neves (2014)

DIMENSÃO – CONCEPÇÕES NA APRENDIZAGEM <sup>7</sup>					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Concepções Prévias	Ideias dos estudantes à aprendizagem	1. O livro tem em conta as ideias que os estudantes possuem como resultado da sua vida do dia a dia.			
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos estudantes à partida	2. O livro faz referência às concepções alternativas dos estudantes.			
	Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. O livro inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas			
Concepções Erradas	Erros e Omissões	4. O livro possui erros científicos e omissões.			

<sup>7</sup> Criado e apresentado em Neves (2014)

DIMENSÃO – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS <sup>8</sup>					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Concepção de Ciência Transmitida	Perspectiva processual e social da Ciências	1. O livro proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção.			
	Evolução Conceitual	2. O livro apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas.			
O Papel de Cientistas e Comunidades Científicas	Cientistas	3. O livro cita os cientistas que se destacaram na construção dos conhecimentos tratados.			
		4. O livro possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.			
	Comunidade Científica	5. O livro faz referências ao papel da comunidade científica.			

<sup>8</sup> Criado e apresentado em Neves (2014)

DIMENSÃO – ABORDAGEM DO MÉTODO CIENTIFICO <sup>9</sup>					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Tratamento do tema	Imagens	1. O livro apresenta imagem e/ou esquemas que ilustram adequadamente o “Método Científico”.			
		2. No livro o tema é abordado superficialmente.			
	Linguagem Verbal Escrita	3. No livro a apresentação do “Método Científico”.			
		4. No livro a apresentação do “Método Científico” ocorreu de forma engessada e como esquema rígido, ou seja, “receita de bolo”.			
		5. No livro houve alguma menção ao conceito de “Modelo Científico”.			
		6. No livro é apresentado a divisão da Ciência em outros campos de estudos, ou seja, justifica-se para o estudante a divisão nas áreas da Física, Química e Biologia.			

<sup>9</sup> Criado pelo autores da pesquisa.



## 9.7 ANEXO 3 – Resultados da análise dos LD's

IDENTIFICAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO	
TÍTULO: PROJETO TELÁRIS: 9º ano - Matéria e Energia,. Editora Ática.	
AUTORES: Fernando Gewandszajder	
EDITORA: ÁTICA	ANO: 2013

O conteúdo do LD está organizado em quatro unidades, sendo elas:

- **Unidade I:** O que a Física e a Química estudam: Matéria e energia: propriedades gerais; Propriedades específicas da matéria.
- **Unidade II:** A química: O átomo; Os elementos químicos; Organizando os elementos: a classificação periódica; As ligações químicas; As substâncias e as misturas; Funções químicas: ácidos e bases; Funções químicas: sais e óxidos; Reações químicas.
- **Unidade III:** Física: movimentos, força e energia: O movimento com velocidade constante; O movimento com aceleração; Forças; A atração gravitacional; Trabalho e energia; Máquinas que facilitam o dia a dia.
- **Unidade IV:** Física: calor, ondas e eletromagnetismo: O calor; A transmissão de calor; As ondas e o som; A natureza da luz; Espelhos e lentes; Eletricidade e magnetismo.

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Linguagem Visual	Imagens	1. As imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			x
		2. Há relação entre cada imagem e o texto.			x
		3. As imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			x
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. A linguagem é simples e clara.			x
	Simbologia	5. A simbologia é rigorosa.			x
	Vocabulário	6. O vocabulário novo é assinalado no texto.			x

DIMENSÃO – ESTRUTURA					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Facilitadores Técnicos	Índice	1. Apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			x
		2. Apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer assunto.	x		
	Glossário	3. Apresenta um glossário.			x
	Bibliografia	4. Apresenta bibliografia.			x
Facilitadores Pedagógicos	Sínteses	5. Apresenta uma síntese das ideias-chave no final de cada unidade temática.	x		
	Textos Complementares	6. Apresenta textos complementares sobre temas tratados.			x
	Questões	7. Apresenta questões para ilustração de conceitos e para a consolidação da aprendizagem.			x
		8. Apresenta questões para autoavaliação.	x		
	Organizadores	9. Apresenta, para cada unidade temática, os objetivos que o estudante deverá atingir.	x		
		10. Faz revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem.	x		

DIMENSÃO - CONCEPÇÕES DE APRENDIZAGEM					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepções Prévias	Ideias dos estudantes à aprendizagem	1. Leva em consideração as ideias que os estudantes possuem como resultado da sua vida diária.	x		
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos estudantes	2. Faz referência às concepções alternativas dos estudantes.	x		
	Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. Inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas	x		
Concepções Erradas	Erros e Omissões	4. Possui erros científicos e omissões.	x		

DIMENSÃO – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepção de Ciência	Perspectiva processual e social da Ciência	1. Proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção.	x		
	Evolução Conceitual	2. Apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas e a superação dessas concepções.	x		
Papel de Cientistas e das Comunidades Científicas	Cientistas	3. Cita os cientistas que se destacaram na construção dos conhecimentos tratados.		x	
		4. Possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.		x	
	Comunidade Científica	5. Faz referências ao papel da comunidade científica para o desenvolvimento da ciência.	x		

DIMENSÃO – ABORDAGEM DO MÉTODO CIENTIFICO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Tratamento do tema	Imagens	1. O livro apresenta imagens e/ou esquemas que ilustram adequadamente o “Método Científico”.	x		
		2. O tema é abordado superficialmente.			x
	Linguagem Verbal Escrita	3. A apresentação do “Método Científico” ocorreu de forma engessada e como um esquema rígido, ou seja, como uma “receita de bolo”.		x	
		4. Faz menção ao conceito de “Modelo Científico”.		x	
		5. Apresenta a divisão da Ciência em outros campos de estudos, ou seja, justifica-se para o estudante a divisão nas áreas da Física, Química e Biologia.	x		

IDENTIFICAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO	
TÍTULO: PROJETO ATHOS: CIÊNCIAS 9º ANO	
AUTORES: José Trivellato, Silvia Trivellato, Carlos Kantor, Júlio Foschini Lisboa, Marcelo Motokane	
EDITORA: FTD	ANO: 2014

O conteúdo do LD está organizado em nove unidade, sendo elas:

- **Unidade I:** Materiais - Propriedades e constituição: Os materiais e suas propriedades, Constituição dos materiais;
- **Unidade II:** Os átomos e sua estrutura: Modelos para a constituição da matéria, A natureza elétrica da matéria.
- **Unidade III:** Poucos elementos, muitas substância e misturas; A diversidade de substância, A diversidade de mistura de substância.
- **Unidade IV:** Transformações químicas na obtenção de materiais: As transformações químicas, As leis de Lavoisier e de Proust.
- **Unidade V:** Transformações químicas na obtenção de energia: Transformações químicas e calor, Energia elétrica – transformações.
- **Unidade VI:** Os movimentos e suas causas: Movimento e Repouso, Trabalho, energia Mecânica e máquinas simples.
- **Unidade VII:** Calor – transferências e consequências: a medida de temperatura, A medida da Energia térmica.
- **Unidade VIII:** Ondas: Ondas Mecânicas e som, Ondas eletromagnéticas
- **Unidade IX:** Luz; Luz e cores, Espelhos e Lentes.

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Linguagem Visual	Imagens	1. No livro as imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			x
		2. No livro há relação entre cada imagem e o texto.			x
		3. No livro as imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			x
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. No livro a linguagem é simples e clara.			x
	Simbologia	5. No livro a simbologia é rigorosa.			x
	Vocabulário	6. No livro o vocabulário novo é assinalado no texto.			x



DIMENSÃO – ESTRUTURA					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Facilitadores Técnicos	Índice	1. O livro apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			x
		2. O livro apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer assunto.	x		
	Glossário	3. O livro apresenta um glossário.		x	
	Bibliografia	4. O livro apresenta bibliografia.			x
Facilitadores Pedagógicos	Sínteses	5. O livro apresenta uma síntese das ideias-chave no final de cada unidade temática.	x		
	Textos Complementares	6. O livro apresenta textos complementares sobre temas tratados.			x
	Questões	7. O livro apresenta questões para ilustração de conceitos e para a consolidação da aprendizagem			x
		8. O livro apresenta questões para autoavaliação.			x
	Organizadores	9. O livro apresenta para cada unidade temática os objetivos que o estudante deverá atingir.	x		
		10. O livro faz revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem		x	

DIMENSÃO – CONCEPÇÕES NA APRENDIZAGEM					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Concepções Prévias	Ideias dos estudantes à aprendizagem	1. O livro tem em conta as ideias que os estudantes possuem como resultado da sua vida do dia a dia.		x	
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos estudantes à partida	2. O livro faz referência às concepções alternativas dos estudantes.		x	
	Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. O livro inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas		x	
Concepções Erradas	Erros e Omissões	4. O livro possui erros científicos e omissões.	x		

DIMENSÃO – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Concepção de Ciência Transmitida	Perspectiva processual e social da Ciências	1. O livro proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção.		x	
	Evolução Conceitual	2. O livro apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas.		x	
O Papel de Cientistas e Comunidades Científicas	Cientistas	3. O livro cita os cientistas que se destacaram na construção dos conhecimentos tratados.		x	
		4. O livro possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.		x	
	Comunidade Científica	5. O livro faz referências ao papel da comunidade científica.		x	

DIMENSÃO – ABORDAGEM DO MÉTODO CIENTIFICO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA		
			NUNCA / AS VEZES	ALGUMAS VEZES	BASTANTE VEZES / SEMPRE
Tratamento do tema	Imagens	1. O livro apresenta imagem e/ou esquemas que ilustram adequadamente o “Método Científico”.	x		
	Linguagem Verbal Escrita	2. No livro o tema é abordado superficialmente.		x	
		3. No livro a apresentação do “Método Científico” ocorreu de forma engessada e como esquema rígido, ou seja, “receita de bolo”.	x		
		4. No livro houve alguma menção ao conceito de “Modelo Científico”.			x
		5. No livro é apresentado a divisão da Ciência em outros campos de estudos, ou seja, justifica-se para o estudante a divisão nas áreas da Física, Química e Biologia.	x		

IDENTIFICAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO	
TÍTULO: CIÊNCIAS - ENTENDENDO A NATUREZA - 9º ANO	
AUTORES: César da Silva Júnior; Paulo Sérgio Bedaque Sanches; Sezar Sasson	
EDITORA: SARAIVA	ANO: 2013

O conteúdo do LD está organizado em três unidades, sendo elas:

- **Unidade I:** Matéria e energia: Nossa percepção do mundo, Matéria e Energia – A eterna transformação, Misturas e soluções, medidas em ciências e no cotidiano.
- **Unidade II:** Transformação da matéria e da energia: Por que estudar química?, Elementos químicos, Modelos Atômicos e classificação dos elementos químicos, ligações químicas, funções químicas, reações químicas.
- **Unidade III:** Matéria e energia em movimento: breve história da Física em nossas vidas, velocidade da matéria, força e movimento, pressão e flutuação dos corpos, energia e suas transformações, gravitação universal e movimento planetário, temperatura e calor, introdução ao estudo das ondas, especialmente luz e som, eletricidade e magnetismo.

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Linguagem Visual	Imagens	1. As imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			x
		2. Há relação entre cada imagem e o texto.			x
		3. As imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			x
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. A linguagem é simples e clara.			x
	Simbologia	5. A simbologia é rigorosa.			x
	Vocabulário	6. O vocabulário novo é assinalado no texto.		x	

DIMENSÃO – ESTRUTURA					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Facilitadores Técnicos	Índice	1. Apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			x
		2. Apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer assunto.	x		
	Glossário	3. Apresenta um glossário.	x		
	Bibliografia	4. Apresenta bibliografia.			x
Facilitadores Pedagógicos	Sínteses	5. Apresenta uma síntese das ideias-chave no final de cada unidade temática.	x		
	Textos Complementares	6. Apresenta textos complementares sobre temas tratados.			x
	Questões	7. Apresenta questões para ilustração de conceitos e para a consolidação da aprendizagem.			x
		8. Apresenta questões para autoavaliação.		x	
	Organizadores	9. Apresenta, para cada unidade temática, os objetivos que o estudante deverá atingir.	x		
		10. Faz revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem.	x		

DIMENSÃO – CONCEPÇÕES DE APRENDIZAGEM					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepções Prévias	Ideias dos estudantes à aprendizagem	1. Leva em consideração as ideias que os estudantes possuem como resultado da sua vida diária.		x	
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos estudantes	2. Faz referência às concepções alternativas dos estudantes.	x		
	Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. Inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas		x	
Concepções Erradas	Erros e Omissões	4. Possui erros científicos e omissões.		x	



DIMENSÃO – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepção de Ciência	Perspectiva processual e social da Ciência	1. Proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção.		x	
	Evolução Conceitual	2. Apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas e a superação dessas concepções.	x		
Papel de Cientistas e das Comunidades Científicas	Cientistas	3. Cita os cientistas que se destacaram na construção dos conhecimentos tratados.		x	
		4. Possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.		x	
	Comunidade Científica	5. Faz referências ao papel da comunidade científica para o desenvolvimento da ciência.		x	

IDENTIFICAÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO	
TÍTULO: CIÊNCIAS PARA O NOSSO TEMPO - 9º ANO	
AUTORES: Washington Carvalho, Laercio Caetano, Joao Alves,	
EDITORA: POSITIVO	ANO: 2011

O conteúdo do LD está organizado em doze tópicos, sendo elas:

- Tópico I – “A matéria e suas propriedades”.
- Tópico II – “Estrutura atômica”.
- Tópico III – “Tabela Periódica”.
- Tópico IV - “Ligações químicas”.
- Tópico V – “Funções inorgânicas”.
- Tópico VI – “Reações químicas”.
- Tópico VII – “A energia na natureza”.
- Tópico VIII – “Força e movimento”.
- Tópico IX – “Máquinas e ferramentas de vantagens mecânicas”.
- Tópico X – “Som e luz”.
- Tópico XI – “Eletricidade e magnetismo” e
- Tópico XII – “Energia e Radioatividade”.

DIMENSÃO – FORMAS DE COMUNICAÇÃO					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Linguagem Visual	Imagens	1. As imagens estão próximas do local onde são referenciadas no texto.			x
		2. Há relação entre cada imagem e o texto.			x
		3. As imagens são acompanhadas de legendas adequadas.			x
Linguagem Verbal Escrita	Linguagem	4. A linguagem é simples e clara.			x
	Simbologia	5. A simbologia é rigorosa.			x
	Vocabulário	6. O vocabulário novo é assinalado no texto.			x

DIMENSÃO – ESTRUTURA						
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)			
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE	
Facilitadores Técnicos	Índice	1. Apresenta um índice geral de modo a facilitar o acesso a qualquer conteúdo.			x	
		2. Apresenta um índice remissivo de modo a facilitar o acesso a qualquer assunto.	x			
	Glossário	3. Apresenta um glossário.		x		
	Bibliografia	4. Apresenta bibliografia.			x	
Facilitadores Pedagógicos	Sínteses	5. Apresenta uma síntese das ideias-chave no final de cada unidade temática.	x			
	Textos Complementares	6. Apresenta textos complementares sobre temas tratados.		x		
	Questões	7. Apresenta questões para ilustração de conceitos e para a consolidação da aprendizagem.			x	
		8. Apresenta questões para autoavaliação.			x	
	Organizadores	9. Apresenta, para cada unidade temática, os objetivos que o estudante deverá atingir.	x			
		10. Faz revisão de pré-requisitos necessários à aprendizagem.	x			

DIMENSÃO – CONCEPÇÕES DE APRENDIZAGEM					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepções Prévias	Ideias dos estudantes à aprendizagem	1. Leva em consideração as ideias que os estudantes possuem como resultado da sua vida diária.	x		
Concepções Alternativas	Concepções alternativas dos estudantes	2. Faz referência às concepções alternativas dos estudantes.	x		
	Atividades destinadas a ultrapassar as concepções alternativas	3. Inclui atividades que podem ajudar a ultrapassar as concepções alternativas	x		
Concepções Erradas	Erros e Omissões	4. Possui erros científicos e omissões.	x		

DIMENSÃO – HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS					
CATEGORIAS	PARÂMETROS	ITENS	ESCALA (Nº VEZES)		
			NUNCA	ALGUMAS	MUITAS / SEMPRE
Concepção de Ciência	Perspectiva processual e social da Ciência	1. Proporciona uma perspectiva da Ciência como um processo social em construção.		x	
	Evolução Conceitual	2. Apresenta a evolução histórica dos conceitos importantes, realçando as concepções errôneas históricas e a superação dessas concepções.	x		
Papel de Cientistas e das Comunidades Científicas	Cientistas	3. Cita os cientistas que se destacaram na construção dos conhecimentos tratados.		x	
		4. Possui leituras biográficas sobre os cientistas mais relevantes para o campo em estudo.		x	
	Comunidade Científica	5. Faz referências ao papel da comunidade científica para o desenvolvimento da ciência.	x		