

**THAIS SOARES DE ABREU**

**O LIVRO DIDÁTICO COMO RECURSO EDUCACIONAL PARA A PRODUÇÃO DE  
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE CIÊNCIAS: PROBLEMATIZANDO O EFEITO  
ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciência e Matemática, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Douglas Henrique de Mendonça

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal**

T

A162L  
2022

Abreu, Thais Soares de, 1991-  
O livro didático como recurso educacional para a produção de atividades investigativas de ciências: problematizando o efeito estufa / Thais Soares de Abreu. – Florestal, MG, 2022. 229 f.: il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Inclui apêndice.

Orientador: Douglas Henrique de Mendonça.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Instituto de ciências exatas e tecnológicas de Florestal, 2022.

Referências bibliográficas: f. 190-193.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcaf.2023.001>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Livro didático. 2. Ciências - Estudo e Ensino. 3. Problemas sociais. 4. Problemas ambientais. 5. Efeito estufa.. I. Mendonça, Douglas Henrique de, 1985-. II. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de ciências exatas e tecnológicas de Florestal. Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática. III. Título.

CDD 23. ed. 371.32


**THAIS SOARES DE ABREU**

**O LIVRO DIDÁTICO COMO RECURSO EDUCACIONAL PARA A PRODUÇÃO DE  
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE CIÊNCIAS: PROBLEMATIZANDO O EFEITO  
ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciência e Matemática, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 04 de novembro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 THAIS SOARES DE ABREU  
Data: 13/02/2023 20:51:17-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

**Thais Soares de Abreu**  
**Autora**

Documento assinado digitalmente  
 DOUGLAS HENRIQUE DE MENDONÇA  
Data: 14/02/2023 19:53:55-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

**Douglas Henrique de Mendonça**  
**Orientador**

## AGRADECIMENTOS

Não poderia chegar até aqui sem contar com tantos pelo caminho. Não poderia caminhar sem apoiar-me em tantos que me estenderam a mão. Não poderia me construir como pessoa sem passar pelas experiências que complementaram o meu ser.

Parafraseando Paulo Freire:

*“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”. (Paulo Freire)*

Um sonho o qual me propus a caminhar, o mestrado. Uma oportunidade que se tornou realidade. Foram momentos de sufoco, às vezes a vontade de desistir e ao mesmo tempo momentos de diversão, de cumplicidade, e de muito aprendizado. Não apenas aprendizado acadêmico, mas também aprendizado de vida!

Aprendi a me tornar melhor como pessoa, como ser humano, a ter mais empatia. Aprendi que tudo e todos têm seu tempo e que está tudo bem se as coisas não saírem da maneira planejada... a vida é algo que não se pode controlar 100%. E por incrível que pareça, o que achamos estar errado, pode ser um grande acerto... às vezes é preciso apenas “deixar rolar”. Agradeço a minha terapeuta Camila por me fazer enxergar isso!

Agradeço a Deus por me proporcionar coragem nos momentos de luta, por guiar meus pensamentos, por ser minha fonte de concentração e minha força na caminhada. Fostes Senhor meu porto seguro e não me deixaste desistir... A Ti toda honra e toda glória!

Agradeço a meus pais que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade. Pai, sei que, junto de Deus, olhas por mim e me protege. Mãe, tu és meu refúgio e proteção, aquela que está sempre comigo em todos os momentos da minha vida. Obrigada por existir! TE AMO infinitamente!

Aos meus familiares e amigos, não conseguiria citar todos aqui, mas em seus corações sabem da importância de cada um para mim. Vocês que sempre torceram e acreditaram nos meus sonhos, me incentivaram a seguir e realiza-lo. Sou grata por todo apoio e incentivo, sou grata por estarem em minha vida.

Agradeço a aqueles que passaram pela minha vida e me ajudaram na caminhada e aos que chegaram acreditando no meu potencial, me incentivando em todos os momentos. Tiago, você chegou e se tornou grande incentivador e motivador. Gratidão por se fazer presente!

Agradeço aos colegas da E.M. Manuel Antônio dos Santos que vibraram comigo quando iniciei esse sonho, foram vários anos fazendo parte dessa família e o incentivo e confiança de vocês em meu trabalho foram indispensáveis para que eu não desistisse do meu sonho. E não poderia deixar de agradecer à família Jacir Lopes Duarte que dividem comigo a “labuta” do dia a dia e acompanham de perto os momentos de cansaço mental. Estendo meus sinceros agradecimentos aos meus alunos e ex-alunos que compartilharam e acreditaram na realização deste sonho... Vocês que torceram e me incentivaram nestes anos... Vocês são o motivo pelo qual almejo sempre me tornar uma profissional melhor. Agradeço também às minhas colegas professoras do grupo Ciências/Biologia de Papagaios pelo apoio e por me emprestarem material de análise para que eu pudesse construir minha dissertação.

Não poderia jamais me esquecer dos meus colegas de mestrado, companheiros de caminhada, que passam por caminhos semelhantes ao meu. Obrigada pelos momentos vividos e pelos conhecimentos compartilhados. De maneira especial agradeço ao Victor Martins que compartilhou anseios, estresses, pontos de vistas, conversas e conhecimentos. Obrigada meu amigo por estar tão presente quando precisei! E também à minha querida Josiane Rodrigues, que mesmo sem conhecê-la pessoalmente se tornou um exemplo para mim de esforço e dedicação. Obrigada, minha querida, por todas as palavras de incentivo, por se dispor a me ajudar e por todo carinho. Espelho-me em você, exemplo de ser humano! Ao meu querido amigo Paulo Morato, com o qual dividi momentos na graduação e também quando precisei de sua ajuda na reta final do mestrado não mediu esforços para me ajudar: amigo seu apoio foi indispensável!

Agradeço aos professores e coordenação do MPECM da Universidade Federal de Viçosa pelos ensinamentos, pelo apoio e incentivo, pelos momentos compartilhados, por toda a disposição em atender as necessidades durante todo percurso. Em especial ao meu orientador Douglas Mendonça pela confiança em meu trabalho, pelo apoio, orientação, paciência, e todas as contribuições ao longo desta caminhada. Agradeço aos professores doutores que aceitaram participar da

minha banca e contribuir com meu trabalho e, principalmente, com meu aprendizado.

Gostaria de colocar aqui o nome de cada um que contribuiu direta ou indiretamente para a concretização de mais esta etapa da minha vida, mas me estenderia demasiadamente por folhas e mais folhas, pois ninguém caminha sozinho e eu tive a sorte de poder contar com inúmeras pessoas em toda minha caminhada. Perdão se não contemplei alguém neste agradecimento. A todos meus sinceros sentimentos de gratidão!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Gratidão!

*“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”.*

*(Cora Coralina)*

## RESUMO

ABREU, Thais Soares de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2022. **O livro didático como recurso educacional para a produção de atividades investigativas de ciências: Problematizando o Efeito Estufa**. Orientador: Douglas Henrique de Mendonça.

Esta pesquisa tem por objetivo analisar o potencial investigativo nas atividades propostas nos livros didáticos de ciência, bem como as possibilidades de ajustes em algumas destas atividades para que elas possibilitem inserção do trabalho investigativo na sala de aula de ciências. A primeira etapa desta pesquisa constituiu-se da análise de documentos oficiais da educação: Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG), a fim de verificar a presença de diretrizes que orientem para o ensino por investigação na área de ciências naturais. A segunda etapa consistiu na análise dos livros didáticos de ciências, com o propósito de avaliar a presença de textos e/ou atividades que propiciem o desenvolvimento de sequências de ensino investigativo. Os livros analisados são pertencentes aos anos finais do ensino fundamental. A terceira etapa consistiu na elaboração de propostas de ensino investigativo. Escolheu-se o tema Efeito Estufa como mediador das análises, o qual também mediou a elaboração das propostas investigativas. Tanto as análises quanto as propostas investigativas foram realizadas com base no referencial teórico do ensino de ciências por investigação. Como resultado foi observada a presença de diretrizes que incorporam características do ensino investigativo nos documentos educacionais analisados. A LDB, por exemplo, por se tratar de um documento normativo, com leis educacionais, não traz orientações pedagógicas em seu texto, contudo, expressa a preocupação com a formação crítica e cidadã do indivíduo. O PCN de ciências naturais traz muitas orientações para um ensino com características investigativas, como o foco no aluno e em suas capacidades de observação, argumentação e construção de conhecimento, sendo ele o agente ativo do processo de ensino-aprendizagem. A BNCC passou a ser o principal documento orientador da educação a partir de sua homologação em 2017, sendo que, os demais documentos curriculares educacionais, dentre eles o CRMG, passaram a ser elaborados dentro das diretrizes da BNCC, portanto, caminham em consonância. Em ambos os documentos, foram

observadas habilidades que mencionam explicitamente a investigação científica como objeto de conhecimento. Quanto aos livros didáticos analisados, foi observado que todos os livros possuíam textos e/ou atividades que possibilitam o desenvolvimento de um ensino de ciências investigativo, entretanto, uns mais do que outros. Também a oportunidade investigativa estava bastante implícita em grande parte dos livros, demandando maior esforço do professor para desenvolver o potencial investigativo da atividade. A partir das atividades/textos presentes em alguns dos livros analisados foram construídas duas propostas investigativas e também um produto educacional, enfatizando a importância da problematização. Constatou-se que há a presença tanto de diretrizes nos documentos oficiais, quanto de textos e/ou atividades nos livros didáticos que propiciam o ensino de ciências por investigação. Contudo, a pouca explicitude nas propostas presentes nos livros didáticos, que propiciam o desenvolvimento de sequências de ensino investigativo, dificulta o uso dessa abordagem pelos professores, visto que muitos docentes talvez ainda não conheçam o ensino por investigação.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências por investigação. Livro didático. Propostas investigativas.

## ABSTRACT

ABREU, Thais Soares de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2022. **The textbook as an educational resource for the production of investigative science activities: Problematizing the Greenhouse Effect.** Adviser: Douglas Henrique de Mendonça.

This research aims to analyze the investigative potential in the activities proposed in science textbooks, as well as the possibilities of adjustments in some of these activities so that they allow the insertion of investigative work in the science classroom. The first stage of this research consisted of the analysis of official education documents: Law of Directives and Bases of Education (LDB), National Curriculum Parameters (PCNs), National Curricular Common Base (BNCC) and Reference Curriculum of Minas Gerais (CRMG), in order to verify the presence of guidelines that guide the teaching by investigation in the area of natural sciences. The second stage consisted of the analysis of science textbooks, with the purpose of evaluating the presence of texts and/or activities that favor the development of investigative teaching sequences. The analyzed books belong to the final years of elementary school. The third stage consisted in the elaboration of investigative teaching proposals. The theme Greenhouse Effect was chosen as a mediator of the analyses, which also mediated the elaboration of the investigative proposals. Both the analyzes and the investigative proposals were carried out based on the theoretical framework of science teaching by investigation. As a result, the presence of guidelines that incorporate investigative teaching characteristics into the analyzed educational documents was observed. The LDB, for example, because it is a normative document, with educational laws, does not bring pedagogical guidelines in its text, however, it expresses concern with the critical and citizen formation of the individual. The PCN of natural sciences provides many guidelines for teaching with investigative characteristics, such as the focus on the student and your abilities to observe, argue and build knowledge, to be the active agent of the teaching-learning process. The BNCC became the main guiding document for education after its approval in 2017, and the other educational curriculum documents, including the CRMG, started to be prepared within the guidelines of the BNCC, therefore, they walk in line. In both documents, skills that explicitly mention scientific investigation as an object of knowledge were observed. As for the textbooks analyzed, it was

observed that all books had texts and/or activities that enable the development of an investigative science teaching, however, some more than others. The investigative opportunity was also quite implicit in most of the books, demanding greater effort from the teacher to develop the investigative potential of the activity. From the activities/texts present in some of the analyzed books, two investigative proposals and also an educational product were built, emphasizing the importance of problematization. It was found that there are both guidelines in official documents and texts and/or activities in textbooks that provide science teaching by investigation. However, the lack of explicitness in the proposals present in the textbooks, which favor the development of investigative teaching sequences, makes it difficult for teachers to use this approach, since many teachers may not yet know about teaching by investigation.

**Keywords:** Science teaching by inquiry. Textbook. Investigative proposals.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Quadro 1.</b> Práticas epistêmicas no ensino por investigação .....	36
<b>Quadro 2.</b> Critérios para análise do potencial investigativo das atividades .....	39
<b>Figura 1.</b> Descrição de situações que devem ser promovidas pelo ensino de ciências.....	63
<b>Figura 2.</b> Esquema ilustrando um experimento que demonstra a presença de ar no ambiente .....	79
<b>Figura 3.</b> Experimento para demonstrar a presença de ar.....	81
<b>Figura 4.</b> Esquema ilustrativo da atmosfera terrestre .....	82
<b>Figura 5.</b> Esquema ilustrativo das partículas de ar na atmosfera .....	82
<b>Figura 6.</b> Esquema demonstrando porcentagens dos principais gases atmosféricos. ....	84
<b>Figura 7.</b> Esquema comparativo de uma estufa de planta com o Efeito Estufa da Terra. ....	85
<b>Figura 8.</b> Atividades da seção “Outras atividades”. ....	87
<b>Figura 9.</b> Experimento demonstrando a liberação de gás carbônico. ....	90
<b>Figura 10.</b> Experimento para demonstrar a liberação de gás oxigênio .....	92
<b>Figura 11.</b> Ilustração de uma situação cotidiana que busca contextualizar a influência humana no aquecimento global. ....	94
<b>Figura 12.</b> Questões introdutórias ao capítulo de estudos.....	98

<b>Figura 13.</b> Esquema ilustrativo da proporção dos principais gases da atmosfera..	109
<b>Figura 14.</b> Experimentos do <i>Box</i> “Vamos fazer” .....	111
<b>Figura 15.</b> Esquema explicativo sobre o Efeito Estufa e aquecimento global.....	115
<b>Figura 16.</b> Experimento de simulação do Efeito Estufa.....	118
<b>Figura 17.</b> Atividades presentes na unidade “O ar”, a qual contempla os temas Efeito Estufa e aquecimento global.....	121
<b>Figura 18.</b> Atividades referentes ao texto da seção: Pensar ciência.....	125
<b>Figura 19.</b> Fotografia simulando a ocupação de pessoas em carros, ônibus coletivo, vagões de trem e bicicleta.....	127
<b>Figura 20.</b> Atividades referentes ao texto da seção Atitudes para a vida.....	128
<b>Figura 21.</b> Esquema ilustrando a condução térmica.....	132
<b>Figura 22.</b> Projeto 5: Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano.....	134
<b>Figura 23.</b> Esquema representativo de uma estufa de plantas.....	137
<b>Figura 24.</b> Atividades da seção “Use o que aprendeu” .....	141
<b>Figura 25.</b> Atividades da seção “Explore diferentes linguagens” .....	142
<b>Figura 26.</b> Projeto 6. Inflando um balão com gás carbônico .....	149
<b>Figura 27.</b> Experimento do <i>Box</i> “Investigação” .....	155
<b>Figura 28.</b> Esquema explicativo do fenômeno aquecimento global.....	159

<b>Figura 29.</b> Esquema demonstrando o funcionamento de uma estufa de plantas...	160
<b>Figura 30.</b> Seção atividades: “Fórum de debates” .....	165
<b>Figura 31.</b> Seção atividades: “Fórum de debates” .....	172
<b>Figura 32.</b> Ilustração dos procedimentos a serem realizados para a construção de uma estufa.....	179
<b>Figura 33.</b> Ilustração dos procedimentos a serem realizados para a construção de uma estufa.....	180

## LISTA DE ABREVIATURAS

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular

**CEE/MG** – Conselho Estadual de Educação de Minas Gerais

**CBC** – Currículo Básico Comum

**CFCs** – Clorofluorcarbonos

**COP** – Conferência das Partes

**CRMG** – Currículo Referência de Minas Gerais

**CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade

**ECA** – Estatuto da Criança e do Adolescente

**ENCI** – Ensino de Ciências por Investigação

**FEPEMG** – Fórum Estadual Permanente de Educação de Minas Gerais

**FMEI** – Fórum Mineiro de Educação Infantil

**HFCs** – Hidrofluorclorocarbonos

**IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**IPCC** – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

**LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

**MEC** – Ministério da Educação e Cultura

**OMM** – Organização Meteorológica Mundial

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**PNLD** – Programa Nacional do Livro Didático

**SEEMG** – Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

**SEI** – Sequência de Ensino Investigativa

**SIEP** – Sistema Integrado de Educação Pública

**UNDIME/MG** – União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação de Minas Gerais

**UV** – Ultravioleta

## A MINHA HISTÓRIA COM O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Durante minha graduação (2012-2016) no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal tive a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), entre os anos de 2015 e 2016. No PIBID tive a oportunidade de desenvolver atividades de ensino-aprendizagem com estudantes do ensino fundamental anos finais e ensino médio de uma escola estadual.

Durante o período, como bolsista do programa, além de atividades de acompanhamento do professor, desenvolvimento de trabalhos para feira de ciências com os estudantes, aulas experimentais, entre outras, tive a oportunidade de conhecer e trabalhar com o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI). Esta abordagem de ensino foi apresentada a mim e a outros colegas no primeiro semestre de 2016, por um dos professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, coordenador do PIBID na UFV – *Campus* Florestal. Meu primeiro contato o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) foi um artigo científico das autoras Danusa Munford e Maria Emília Caixeta de Castro e Lima sob o título “**Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?**”, publicado na revista *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte) em 2007.

O professor coordenador do PIBID solicitou a nós bolsistas, que lêssemos o artigo supracitado e outros textos sobre o tema. Posteriormente, foram marcados alguns encontros entre nós para discutirmos sobre o assunto. Após conversas nos foi proposto, que tentássemos trabalhar pelo menos uma atividade que tivesse a abordagem investigativa no semestre escolar. Sendo assim, eu e uma colega de dupla (trabalhávamos em duplas de bolsistas) propusemos uma atividade baseada no ENCI ao grupo de alunos com o qual trabalhávamos. Os alunos que participaram conosco do PIBID estavam no 7º ano do ensino fundamental. Eles estudavam no período matutino e participavam do PIBID no período vespertino.

Com base em nossos estudos sobre o Ensino de Ciências por Investigação, eu e minha colega de dupla, elaboramos um problema, o qual os alunos seriam instigados a resolver. Sob o tema *Diversidade da Vida*, lançamos aos participantes do PIBID a seguinte questão: *Onde há maior diversidade de formigas em uma pequena mata ou em um jardim?* Para responder a esta pergunta eles foram instigados com outras perguntas.

Durante estes questionamentos orientamos os alunos a pensar em experimentos que pudessem ser desenvolvidos para obter resposta ao problema inicial. Todas estas perguntas tiveram a intenção de estimular o pensamento dos alunos e que despertasse neles o desejo de aprender sobre o conteúdo diversidade da vida, mas também a natureza da ciência, o desenvolvimento de procedimentos e de processos.

A partir destes questionamentos os alunos levantaram a hipótese, com auxílio das bolsistas definiram um experimento, escolheram os materiais a serem usados no experimento para a coleta de dados, montaram os experimentos, fizeram coleta e analisaram o material. Na análise do material coletado os alunos tiveram contato com equipamentos que não estão presentes em suas salas de aulas cotidianas como lupa, placa de Petri, pinça de coleta. Posteriormente aos procedimentos e análise, os alunos debateram, desenharam e escreveram sobre tudo o que eles haviam desenvolvido.

Por se tratar de uma primeira abordagem sobre ENCI, os conhecimentos para o desenvolvimento da atividade ainda não estavam bem consolidados, mas foi possível observar a presença de ações que caracterizam o Ensino por Investigação.

O resultado positivo observado no desenvolvimento do ENCI me levou a querer compreender mais sobre essa abordagem de ensino. Assim, me propus a escrever um pré-projeto sobre Ensino de Ciências por Investigação, para inscrição em um mestrado de outra instituição de ensino, mas que por motivos pessoais não pude participar. Contudo, a vontade ainda mantida em mim, de me aprofundar sobre o assunto, encontrei oportunidade na Universidade Federal de Viçosa que abriu inscrições em sua primeira turma no Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciência e Matemática. E aqui estou eu, na expectativa e desejo de desenvolver um trabalho que contribua com meus demais colegas e professores na construção da aprendizagem sobre o ENCI, de modo que nossos alunos se tornem protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
2.1. Objetivo Geral.....	24
2.2. Objetivos Específicos .....	24
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>25</b>
3.1. O Ensino de Ciências por Investigação na Promoção da Alfabetização Científica .....	25
3.2. Características do Ensino por Investigação .....	27
3.3. Práticas Epistêmicas no Ensino de Ciências por Investigação .....	33
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>37</b>
<b>5. ANÁLISE DOS DOCUMENTOS OFICIAIS DA EDUCAÇÃO</b> .....	<b>40</b>
5.1. Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB) .....	41
5.2. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).....	43
5.3. Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	57
5.4. Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) .....	68
<b>6. ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS</b> .....	<b>76</b>
6.1. Livros Pertencentes ao PNLD de 2001/2002 .....	77
6.1.1. Análise do Livro “Ciências Novo Pensar” .....	77
6.1.2. Análise do Livro “Ciências Naturais no dia-a-dia” .....	97
6.2. Livros Pertencentes ao PNLD de 2020 .....	106
6.2.1. Análise do Livro “Araribá mais Ciências” .....	107
6.2.3. Análise do Livro “Ciências Naturais: Aprendendo com o Cotidiano.” .....	130
6.1.3. Análise do Livro “Inovar: Ciências da Natureza” .....	152
<b>7. PROPOSTAS INVESTIGATIVAS</b> .....	<b>173</b>
7.1. Proposta Investigativa: Livro “Araribá mais Ciências” .....	174
7.2. Proposta Investigativa: Livro “Inovar: Ciências da Natureza” .....	178
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>184</b>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	190
ANEXOS .....	194
APÊNDICE .....	223

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente observamos nas salas de aula um desinteresse, por parte dos estudantes, pelo processo de ensino aprendizagem. Diesel, Baldez e Martins (2017) ressaltam os discursos verbalizados de estudantes reclamando das aulas rotineiras, enfadonhas e pouco dinâmicas. As práticas de ensino desenvolvidas pelos professores observadas no cotidiano escolar, pautadas “na memorização, na transmissão e recepção de informações” (CARVALHO, 2017, p. 8), no geral, deixaram de ser atrativas para os eles, uma vez que não favorecem a sua participação no processo de ensino-aprendizagem. Isso acontece devido ao fato do estudante encontrar “barreiras na aprendizagem, pois é muitas vezes inserido num contexto de ensino dogmático onde prevalece a transmissão de informações e o papel ativo de todo o processo está restrito à figura do professor” (CARVALHO, 2017, p. 14).

Vasconcellos (1992) caracteriza a situação atual em sala de aula, em grandes linhas, como baseada numa metodologia "tradicional". O modelo de metodologia tradicional pode ser caracterizado como aquele no qual os estudantes organizam-se, na sala de aula, em fileiras e o professor à frente junto a lousa, expõe o conteúdo e pede a eles para lerem e realizarem atividades. Posteriormente, o professor realiza correções e esclarece suas dúvidas. Esse modelo tradicional de ensino, segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), prioriza a transmissão de informações, sendo o docente a figura central e os estudantes adotam postura passiva de recepção e reprodução de teorias. Para Behrens e Oliari (2007), a visão tradicional coloca o estudante como espectador obediente e destituído de expressão, ele é silenciado e impedido de expressar suas ideias. O docente reproduz o conhecimento historicamente acumulado como verdade absoluta e do estudante é exigido cópia, memorização e reprodução. Desta forma, “muito pouco é explorado, em sala de aula, sobre práticas e normas que caracterizam uma área de conhecimento e a abordagem das disciplinas fica restrita aos tópicos conceituais que a constituem” (SASSERON, 2018, p. 1065).

O modelo de metodologia tradicional de ensino, segundo Carvalho (2017), não favorece a interação do estudante com os objetos de estudo. Vasconcellos (1992) explica que na metodologia tradicional, chamada por ele de expositiva, o

baixo nível de interação entre sujeito-objeto de conhecimento, do ponto de vista pedagógico, gera um alto risco de não aprendizagem.

Sendo assim, Vasconcellos (1992) caracteriza o homem como um ser ativo e de relações. O modo como o sujeito se relaciona com os outros e com o mundo lhe permite atribuir significado à aprendizagem e construir um conhecimento significativo acerca dos conteúdos, que faça sentido para sua vida e que possa ser exercitado em seu cotidiano. Neste contexto o autor “entende que o conhecimento não é "transferido" ou "depositado" pelo outro (conforme a concepção tradicional), nem é "inventado" pelo sujeito (concepção espontaneísta), mas sim que o conhecimento é construído pelo sujeito na sua relação com os outros e com o mundo” (VASCONCELLOS, 1992, p. 2).

Desta forma, faz-se necessário que seja dada ao sujeito a oportunidade de exercitar sua relação com o ambiente de aprendizagem, com o professor e com o material didático disponível. Dentre os materiais didáticos acessíveis à professores e alunos, o livro didático se trata do recurso mais utilizado, sendo ele uma ferramenta consolidada na educação brasileira, o qual é distribuído gratuitamente nas escolas públicas de educação básica de todo país.

A preocupação com a inserção do livro didático na educação brasileira teve início em 1938 pelo Decreto-Lei 1006 (ROMANATTO 2009 *apud* FRISON *et al.*, 2009). Desde então “os livros didáticos foram sofrendo alterações no sentido de estarem sempre atualizados e de acordo com a política vigente” (SOUZA, 2015, p. 19).

Em uma história mais recente, a distribuição de livros didáticos para as escolas ocorre após um processo de pré-seleção realizada pelos órgãos competentes do Ministério da Educação e Cultura (MEC), que posteriormente são autorizadas. Até o ano de 2017 os livros didáticos eram elaborados pelas editoras com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e posteriormente aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que está em vigor desde 1985 pelo Decreto-Lei nº 91.542. A partir de 1995 passaram a ser disponibilizados aos professores guias com sínteses de informações sobre as obras para auxiliá-los na escolha (SOUZA, 2015). Em 2018 foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os livros didáticos passaram a ser elaborados baseados neste novo documento regulamentador da educação nacional.

Esse processo de avaliação criteriosa do livro didático pelo PNLD ao longo dos anos vem produzindo visíveis avanços, como por exemplo, a correção de erros conceituais e a reestruturação dos livros com atualização de conteúdos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Neste contexto, Vasconcelos e Souto (2003) propõem em seu trabalho critérios para analisar livros didáticos de ciências, dentre os quais ele propõe parâmetros para análise das atividades, dando ênfase nos critérios contextualização e problematização dos conhecimentos.

Estas ideias de contextualização e problematização propostas pelos autores vão de encontro com a proposta de um ensino mais centrado no estudante onde este seja agente principal e fundamental da construção do seu conhecimento.

Mediante ao exposto trazemos o Ensino por Investigação como abordagem didática potencialmente significativa na promoção de um processo de ensino mais participativo pelos estudantes. Esta abordagem tem ganhado destaque devido oportunizar a construção de seu conhecimento de forma mais ativa. Sendo assim, é crescente o número de autores que têm demonstrado interesse por esta abordagem no ensino de ciências, tais como: Sá *et. al.* (2007); Munford e Lima (2007); Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011); Zômpero e Laburú (2011); Sasseron (2015, 2018); De Carvalho (2018), uma vez que o Ensino de Ciências por Investigação visa oportunizar ao estudante a aproximação da ciência escolar, da cultura científica, ou seja, conhecer aspectos inerentes às ciências.

Esta abordagem fornece ao estudante a oportunidade de levantar hipóteses, planejar experimentos, manipular materiais, refletir sobre teorias, questionar resultados, construir consenso sobre explicações de fenômenos, dentre outras ações em prol da resolução de uma situação-problema. Essas e outras ações são caracterizadas por alguns autores como práticas epistêmicas, práticas estas envolvidas na produção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento (KELLY; LICONA, 2018). No caso do ensino de ciências por investigação essas práticas assemelham-se às práticas desenvolvidas pela comunidade científica na construção do conhecimento científico, contudo, na ciência escolar essas práticas são voltadas para a construção de conhecimentos já consolidados na comunidade científica. O professor passa a atuar como orientador no processo de ensino-aprendizagem e não mais como figura central, conferindo a possibilidade de protagonismo na construção de conhecimentos.

Santos e Costa (2012) ressaltam a importância das atividades investigativas para aprendizagem de conteúdos, procedimentos e atitudes, mas “também aspectos ligados ao trabalho conjunto como, por exemplo, questões morais e éticas” (Sasseron, 2015, p. 64), que podem ser trabalhados no Ensino por Investigação.

Se tratando de uma importante abordagem para construção do conhecimento, principalmente na área das ciências, o ensino por investigação propicia aos estudantes a oportunidade de tornarem-se sujeitos ativos na construção do conhecimento, uma vez que favorecem a compreensão de conceitos científicos, de procedimentos e atitudes pertencentes à ciência, bem como oportuniza a aproximação da ciência escolar da ciência acadêmica.

Com base na abrangência do ensino por investigação, acreditamos que o livro didático de ciências deva conter atividades e/ou orientações que contribuam para um ensino de ciências investigativo.

Neste contexto, Souza (2015) cita trabalhos de alguns autores os quais observaram que atividades investigativas em livros didáticos não são muito recorrentes. Foi observado que há a presença de atividades práticas e experimentais, geralmente roteirizadas, de modo que este tipo de atividade não caracteriza um ensino investigativo. Entretanto, foi ressaltada a possibilidade de adequação destas atividades a fim contemplar características desta abordagem, tais como discussão, reflexão, proposição de relatos, releitura, entre outras.

Para Vasconcelos e Souto (2003) os livros de Ciências apresentam características peculiares que os difere das demais áreas de conhecimento, tendo como função de aplicação do método científico, estimulando a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões, de modo a estimular a capacidade investigativa do estudante, bem como promover a reflexão sobre múltiplos aspectos da realidade, de modo a assumir a condição de agente na construção do seu conhecimento, características estas inerentes ao ensino de ciências por investigação.

Para tanto, analisamos livros didáticos de ciências para avaliar a presença de atividades e textos que favoreçam práticas que permitam o desenvolvimento de um ensino de ciências por investigação, bem como analisamos documentos oficiais da educação no Brasil para avaliar a presença de diretrizes que instruem para um ensino investigativo, dentre eles a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), os

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de ciências, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG).

Para realizar nossas análises escolhemos o tema Efeito Estufa por se tratar de um tema de repercussão na própria comunidade científica, sendo favorável para a construção de conjecturas científicas pelos estudantes.

O Efeito Estufa é um fenômeno natural que acontece pela interação entre alguns gases atmosféricos, como vapor de água, gás carbônico e metano, com a radiação infravermelha emitida pela Terra, resultante da interação dos raios ultravioleta provenientes do Sol com os corpos<sup>1</sup> terrestres.

Associado ao Efeito Estufa é comum ouvirmos o termo aquecimento global, o que muitas vezes causa confusão na distinção de ambos os fenômenos. De modo que o segundo refere-se à intensificação do primeiro por causas naturais e antrópicas.

As causas da intensificação do Efeito Estufa, que provoca o aquecimento global, geram controvérsias entre a comunidade científica, uma vez que a maior parte acredita que as ações antrópicas estão intensificando a velocidade do aquecimento global e causando mudanças climáticas de forma acelerada. Contudo, alguns cientistas acreditam que as variações que ocorrem na temperatura do planeta estão relacionadas à fenômenos naturais como ciclo solar e distância entre a Terra e o Sol, visto que no antes a Terra já passou por períodos de maiores temperaturas globais.

Portanto, esta divergência de opinião entre a comunidade científica é propícia para gerar discussões em sala de aula, bem como favorecer a construção de argumentos pelos estudantes em um ambiente de ensino investigativo. Sendo assim, acreditamos que seja importante que estas conjecturas científicas sejam abordadas nos livros didáticos, a fim de oportunizar um ensino de ciências voltado para a construção de conhecimento baseado em discussões que ocorrem na comunidade científica, deste modo, além dos conceitos científicos, o fazer científico também é contemplado nas aulas de ciências.

Diante das perspectivas abordadas buscamos compreender: Há diretrizes que orientam para o ensino por investigação? O livro didático oferece oportunidades de desenvolvimento de práticas investigativas? As atividades contidas apresentam

---

<sup>1</sup> Utilizamos o termo “corpos” no sentido de nos referirmos aos componentes continentais e aos oceanos.

caráter investigativo? Há presença de um suporte pedagógico que contemple o ensino por investigação?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Esta pesquisa tem por objetivo analisar o potencial investigativo nas atividades propostas nos livros didáticos de ciência, bem como as possibilidades de ajustes em algumas destas atividades para que elas possibilitem inserção do trabalho investigativo na sala de aula de ciências.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar nos documentos oficiais da educação as diretrizes que orientam para a proposição de um ensino investigativo e se os livros didáticos acompanham estas diretrizes.
- Analisar o potencial das propostas de ensino, presentes em diferentes livros, textos, para a emergência de sequências investigativas.
- Apresentar propostas investigativas sobre o Efeito Estufa reunindo as principais formações/metodologias.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo reuniremos um conjunto de ideias que permeiam o ensino de ciências no que diz respeito à abordagem investigativa. Para tanto, trouxemos em nosso referencial teórico as principais características que condicionam o ensino de ciências por investigação, bem como seu potencial de promoção da alfabetização científica. Também abordamos os conceitos envolvidos no desenvolvimento de práticas epistêmicas, uma vez que estas condizem com ações que são desenvolvidas pelos estudantes durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativo.

Mediante ao exposto, dividimos nosso referencial teórico em três subseções: a primeira delas busca evidenciar como a alfabetização científica pode ser promovida a partir do desenvolvimento de práticas de ensino investigativo e sua importância para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, atuantes na sociedade. A segunda subseção apresenta as características da abordagem investigativa, que poderão estar presentes durante o desenvolvimento de uma atividade de ensino investigativo. E por fim, trazemos a relação das práticas epistêmicas como ações presentes em sequências de ensino investigativo.

#### 3.1. O Ensino de Ciências por Investigação na Promoção da Alfabetização Científica

Sasseron e De Carvalho (2011) ao estudar a Didática das Ciências na literatura estrangeira, observaram uma variação de termos no ensino de ciências que expressam a preocupação em formar cidadãos para ação e atuação na sociedade. Dentre os termos encontrados estão: “Alfabetização Científica”, “Letramento Científico”, “*Scientific Literacy*”, “*Alphabétisation Scientifique*”, “Enculturação Científica”. Todos estes termos encontrados pelas autoras, na literatura, possuem o mesmo objetivo no ensino de ciências: “almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (SASSERON; DE CARVALHO, 2011, p. 60). Usaremos neste trabalho o termo Alfabetização Científica, para denotar os objetivos supracitados.

Baseado no trabalho de Sasseron e De Carvalho (2011) é perceptível a preocupação crescente com a Alfabetização Científica como objeto central do Ensino de Ciências. As autoras encontram “respaldo e consistência na percepção da necessidade emergente de formar alunos para atuação na sociedade atual, largamente cercada por artefatos da sociedade científica e tecnológica” (SASSERON; DE CARVALHO, 2011, p. 75).

Em uma sociedade repleta de transformações se faz necessário que os estudantes se tornem cidadãos críticos, ou seja, cidadãos com capacidade de avaliar situações, que possam compreender e opinar sobre fatos que ocorrem na sociedade. A Alfabetização científica é um meio pelo qual os estudantes são incentivados a raciocinar e argumentar sobre situações problemas, de modo a construir o conhecimento sobre fenômenos que impactam a sociedade. Desta forma Sasseron (2015) afirma que a Alfabetização Científica, “revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento” (SASSERON, 2015, p. 56).

Sasseron e De Carvalho (2011) mencionam um trabalho realizado por Fourez<sup>2</sup>, no qual ele argumenta que a Alfabetização Científica é necessária para a inserção dos cidadãos na sociedade atual. São perceptíveis as mudanças que ocorrem em diversos setores da sociedade, principalmente no que diz respeito à diversidade de meios e formas de comunicação, pelas quais informações das mais diversas áreas são divulgadas como política, saúde, ciências, dentre outras. Informações estas, que na maioria das vezes, são divulgadas sem uma análise pertinente ou mesmo uma comprovação sobre o fato. Isto torna ainda mais importante a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, com capacidade de investigar e averiguar a procedência das informações que percorrem o âmbito social. Desta forma, torna-se importante que a Alfabetização Científica também seja um processo contínuo e sempre em construção (SASSERON, 2015).

Gil-Pérez e Vilches-Peña (2001, *apud* Sasseron; De Carvalho, 2011) propõem o ensino por investigação como “uma forma excelente de favorecer a Alfabetização Científica”, defendendo um currículo baseado em propostas de situações problemáticas nas quais os estudantes se envolvam na busca por uma resposta.

---

<sup>2</sup> Fourez. *Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences*, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

Faz-se necessário a promoção de situações-problemas que os levem a refletir que todo conhecimento adquirido e acumulado ao longo dos tempos provém de procedimentos investigativos, os quais começaram a ser investigados a partir de um problema, uma dúvida, um questionamento. Esses problemas de origem social ou não, como a produção de um medicamento ou de uma vacina, o melhoramento na produção alimentícia, o lançamento de sondas espaciais, o envio do homem à Lua, e milhares de outros estudos foram desenvolvidos a partir da necessidade de trazer melhorias para a sociedade ou aprimorar o conhecimento sobre mundo.

Neste contexto, Munford e Lima (2007) fundamentam o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) no diagnóstico de que o ensino de ciências vem sendo realizado sob proposições científicas, como leis e conceitos, tomados como verdades, sem diálogo entre teorias e evidências do mundo real. Segundo elas, não é dada ao estudante a oportunidade de investigar e argumentar, e por consequência estes não aprendem Ciências e nem conseguem relacioná-la cultural e socialmente. Assim, Sasseron (2015) considera que o Ensino por Investigação promove a Alfabetização Científica, “uma vez que atitudes de caráter crítico, social, racional e objetivo podem ser postas em prática juntamente e auxiliando a aprendizagem de conceitos das ciências” (SASSERON, 2015, p. 64.).

Ensinar ciências sob a perspectiva do Ensino por investigação implica em conduzir os estudantes na aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes de modo a compreender que o conhecimento não é imutável e, portanto, novos conhecimentos são produzidos a todo momento e que estes conhecimentos têm relação com nossa vida. E por isso, acredita-se, que o Ensino por Investigação tem grande potencial para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, visto que promove a aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos da natureza das ciências, favorecendo a formação de cidadãos críticos e pensantes sobre assuntos de interesse para a sociedade.

### **3.2. Características do Ensino por Investigação**

O Ensino por Investigação trata-se de uma abordagem didática que tem ganhado destaque no ensino de ciências. Quando nos referimos ao Ensino por Investigação como uma abordagem didática de ensino, isto se dá ao fato de que este “extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos

conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos” (SASSERON, 2015, p. 58).

Alguns autores têm demonstrado interesse por esta abordagem didática no ensino de ciências, tais como: Sá *et al.* (2007); Munford e Lima (2007); Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011); Zômpero e Laburú (2011); De Carvalho (2013); Sasseron (2015, 2018); De Carvalho (2018), devido ao fato desta oportunizar a aproximação da ciência de sala de aula da cultura científica. Sasseron (2015) explica que a atividade investigativa do cientista é ampla e complexa, de modo que não há uma estratégia específica para desenvolvê-la. Segundo a autora, a atividade investigativa pode estar associada a “testes empíricos, experimentos de pensamento, análise e avaliação de dados e toda uma gama extensa de modos congregados” (SASSERON, 2015, p. 61). Por isso alguns autores, como: Munford e Lima, 2007; De Carvalho, 2013; Sasseron, 2015 esclarecem que o ensino por investigação não tem intenção de que os estudantes pensem e se comportem como cientistas, uma vez que a atividade investigativa dos cientistas é complexa e tem por objetivo produzir novos conhecimentos, enquanto a atividade investigativa da ciência escolar trabalha com conhecimentos já consolidados. Portanto, o que se pretende é criar um ambiente em sala de aula propício para a investigação, que possa demonstrar alguns aspectos do trabalho científico, a fim de que eles possam ampliar os conhecimentos sobre a cultura e a linguagem científica. Tomada essa perspectiva, a prática de ofício proveniente da atividade científica escolar, ainda que possa se assemelhar ao processo de construção de conhecimento nas ciências, não representa integralmente a prática científica desenvolvida em laboratórios e centros de pesquisa (SASSERON, 2015).

Sá *et al.* (2007), ressaltam que falta uma definição clara do conceito de ensino por investigação. Entretanto, os autores concordam que há “características e circunstâncias propícias ao ensino por investigação” tais como, a criação de situações-problema que desempenha um papel central na deflagração de uma atividade investigativa; a valorização do debate e da argumentação; a oportunidade de propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; a aplicação e avaliação de teorias científicas, além de permitir múltiplas interpretações (SÁ *et al.*, 2007).

Zômpero e Laburú (2011), acreditam que o ensino com base na investigação possibilita:

[...] o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses, nas quais é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio desta metodologia de ensino. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p. 79).

Também a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento oficial homologado em dezembro de 2017, que passou a regulamentar a educação brasileira, em sua segunda competência geral, menciona características do Ensino por Investigação:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9).

O ensino por investigação na visão dos autores acima mencionados, bem como apresentado na BNCC, trata-se de uma forma de mobilizar o estudante na solução de um problema. Para Sasseron (2015) esta abordagem possibilita ao professor fazer com que os estudantes se engajem na construção do conhecimento, propiciando a eles um papel ativo ao realizar,

[...] ações como, por exemplo, a delimitação por condições de contorno, o controle de variáveis, o trabalho com hipóteses, em sua concepção e teste, a análise de dados e resultados, o confronto de informações, a busca por explicações, o estabelecimento de validação e os processos de generalização. (SASSERON, 2015, p. 62).

Desta forma “espera-se que os alunos possam construir não apenas o entendimento dos conteúdos, mas também, e especialmente, conhecimentos sobre a própria ciência, as influências mútuas entre ciência e sociedade e os modos de construir conhecimentos científicos” (SASSERON, 2018, p. 1082).

Mediante às características das atividades investigativas aqui mencionadas, estas atividades podem ser confundidas com práticas experimentais de laboratório, nas quais há uso de equipamentos sofisticados e inacessíveis e procedimentos difíceis de serem executados. Entretanto, Munford e Lima (2007) atentam que “uma

atividade experimental, muitas vezes, não apresenta características essenciais da investigação, e que atividades que não são práticas podem ser até mais investigativas do que aquelas experimentais, dependendo da situação” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 10). Outro ponto importante orientado pelas autoras é que não é possível, nem necessário trabalhar todo conteúdo por meio de uma abordagem investigativa. Alguns temas seriam mais apropriados para essa abordagem do que outros.

Neste contexto, De Carvalho (2013) orienta a condução de uma sequência de ensino investigativa (SEI) elencando alguns passos importantes para o desenvolvimento deste tipo de atividade. O primeiro já mencionado anteriormente é a proposição de um problema, o qual pode ser **experimental**, **experimental demonstrativo** ou **não experimental**, corroborando com as ideias de Munford e Lima (2007) mencionadas anteriormente sobre o fato de que nem sempre uma atividade investigativa precisa ser necessariamente experimental.

De Carvalho (2013) explica que no caso do problema experimental, os materiais devem ser de fácil manejo e possibilitar ações que deem condições para que o estudante resolva o problema. Quanto aos experimentos demonstrativos, o professor realizará os procedimentos, esta situação é aconselhável quando se trata de manuseio de objetos e substâncias perigosas. Os problemas não experimentais se tratam de problemas teóricos e podem ser desenvolvidos com uso de textos ou imagens, por exemplo, de revistas, jornais ou sites, podendo ser usadas notícias ou reportagens.

Após a proposição do problema, o professor deve distribuir o material, experimental ou não, ou realizar a demonstração e conferir se os estudantes entenderam, para que assim estes possam levantar suas hipóteses, a partir das quais testarão suas ideias. Neste caso, o erro tem papel importante para evidenciar o que não deu certo e assim possam realizar novos testes eliminando as variáveis.

Realizadas as ações de emissão de hipótese, obtenção e análise de evidências, sugere-se que o professor realize com os estudantes uma sistematização coletiva dos conhecimentos por eles construídos durante o manuseio ou observação investigativa. Essa sistematização pode ser promovida através do debate, durante o qual eles poderão argumentar sobre os resultados obtidos, bem como construir explicações para o fenômeno observado.

Posterior à sistematização coletiva sugere-se a sistematização individual, a qual é importante para a tomada de consciência dos estudantes acerca do processo de construção do conhecimento durante a investigação. Esta sistematização pode ser realizada por meio da escrita ou de desenho, de modo que eles possam refletir todo processo, sendo importante para a construção do conhecimento individual. Isto favorece a ampliação do vocabulário dos estudantes familiarizando-os com a linguagem científica, uma vez que durante o debate tende a prevalecer uma linguagem informal e ao escrever textos explicando os resultados são introduzidos em uma linguagem mais formal da ciência.

De Carvalho (2013) também destaca o papel do professor durante todo processo, como condutor da investigação, questionando e instigando os estudantes com perguntas que lhes propiciem refletir, por exemplo, perguntar **“Por quê?”** ou **“Como?”** realizaram determinada ação, de modo que os conduza na explicação dos fenômenos.

Assim sendo, tem-se como fator importante para a condução de uma atividade investigativa a proposição de um bom problema. Este pode contribuir para o nível de direcionamento dado aos estudantes pelo professor. Para Sá *et. al.* (2007) o ponto inicial para que haja a promoção de uma atividade investigativa é a proposição de uma situação-problema pelo professor. Este propõe um problema com intuito de despertar a curiosidade dos educandos de modo a deflagrar o interesse pela investigação. Sasseron e De Carvalho (2011) ressaltam a importância de a temática do problema ser capaz de evidenciar a estreita relação das ciências e seus produtos, com nosso dia a dia.

De Carvalho (2013), seguindo na linha piagetiana e vigotskiana, ressalta que a construção de um novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior, de forma que a nova aprendizagem deve ser realizada de acordo com o que o educando já conhece, onde estes conhecimentos vão servir de âncora para os novos conhecimentos. Os conhecimentos prévios, bem como o problema devem dar condições para que os estudantes construam hipóteses, a partir das quais buscarão resolver o problema, uma vez que propiciam a reflexão e a reformulação de suas ideias visando a construção de novos conhecimentos.

Neste contexto, De Carvalho (2018) elenca algumas características de um bom problema:

- dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo;
- dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo;
- dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem;
- dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar;
- quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos. (DE CARVALHO, 2018, p. 771).

Portanto, é importante que o problema dê condições aos educandos de investigar o fenômeno a ser resolvido, a partir do qual terão oportunidade de emitir hipóteses, obter e analisar evidências, debater e argumentar, construir explicações, dentre outras ações características do ensino investigativo. Essas ações são denominadas na literatura de práticas epistêmicas e falaremos sobre elas na seção seguinte.

Um fator importante para se pontuar são os níveis de direcionamento de uma atividade investigativa. Pode-se pensar que este tipo de estratégia requer atividades muito abertas, entretanto, Munford e Lima (2007) ressaltam que há diferentes níveis de direcionamento por parte do professor. As autoras acreditam que o nível de direcionamento deve ser dado de acordo com as condições de ensino-aprendizagem, tais como disponibilidade de tempo, conceitos a serem trabalhados, características dos estudantes, relações dentro da turma e experiência do docente e seus educandos com essa abordagem.

Neste contexto De Carvalho (2018) distingue 5 níveis de direcionamento oferecido pelo professor durante três diferentes tipos de atividades investigativas: atividades experimentais, resolução de problemas e discussão de texto histórico. A autora caracteriza os graus 1 e 2 como um ensino diretivo, no qual o professor é responsável pela condução de quase todo processo de ensino-aprendizagem, tendo o estudante pouca liberdade intelectual. No grau 1, os educandos atuam apenas na obtenção dos dados, na resolução de problemas ou na leitura de texto, sendo as demais ações de investigação realizadas pelo professor. Já no grau 2, apesar de diretivo, o professor atua um pouco mais aberto, favorecendo mais a interação dos estudantes, como por exemplo na formulação de hipóteses, no planejamento das atividades e na problematização. Os graus 3, 4 e 5 foram caracterizados pela autora como ensino investigativo, onde os graus 3 e 4 constituem-se de um ensino investigativo no qual o professor dirige a problematização e as demais ações da

investigação são conduzidas pelos educandos com orientação do professor, sendo que no grau 4, eles já estão acostumados com o ensino por investigação, cabendo a eles discutirem os eles conduzem todo processo e o professor orienta conforme a sua necessidade e solicitação. Por fim, o grau 5 trata-se de um ensino investigativo conduzido em sua totalidade pelos estudantes, inclusive a problematização. Segundo a autora este grau, geralmente não é observado no ensino fundamental e médio, muito raramente em feira de ciências.

Sendo assim, uma atividade investigativa depende da forma como o professor conduz o trabalho dos estudantes, sendo de extrema importância a familiaridade do professor com a turma para saber em qual dos níveis é possível conduzi-los em uma sequência de ensino investigativo. Vemos, portanto, o importante papel do professor como mediador do conhecimento, ele é quem conduzirá os estudantes sem lhes entregar respostas prontas, mas sim os questionará e orientará na construção do conhecimento.

### **3.3. Práticas Epistêmicas no Ensino de Ciências por Investigação**

O ensino típico de ciências observado nas salas de aula provém de um discurso autoritário no qual o professor e o livro didático são detentores do saber. A ciência é tida como uma entidade inabalável, uma ciência baseada no acúmulo de fatos tidos como verdades absolutas, de modo que os educandos tenham uma aprendizagem superficial e mecânica acerca de conceitos e teorias (SANDOVAL; REISER, 2004).

Devido ao modo como a ciência vem sendo trabalhada, é perceptível a crescente preocupação com o ensino de ciências que forme cidadãos cientificamente alfabetizados, de modo que possam usar o conhecimento científico adquirido em questões de ordem social, cultural, política, dentre outras. Assim, para que a alfabetização científica seja alcançada acredita-se que se faz necessário o conhecimento acerca da natureza do conhecimento científico, ou seja, é necessário compreender como os conhecimentos científicos são produzidos. Portanto, aprender sobre ciências “implica necessariamente participar de algumas práticas dos cientistas” (NUNES; MOTOKANE, 2013, p. 2).

Sandoval e Reiser (2004) ressaltam que para aprender ciências é preciso uma compreensão dos aspectos epistêmicos das disciplinas científicas. Quando se

propõe ensinar ciências é preciso compreender que a construção do conhecimento científico se dá através de práticas que caracterizam as ciências como uma área do conhecimento. Portanto, “aprender ciências é ser aprendiz do raciocínio e das práticas discursivas de comunidades científicas específicas” (SANDOVAL; MORRISON, 2003, p. 370, *tradução nossa*).

“Para a ciência, práticas importantes incluem a capacidade de formular questões pesquisáveis, projetar e conduzir investigações informativas e formular argumentos persuasivos” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 347, *tradução nossa*). “Além disso, se entende que o conhecimento científico produz enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias que não constituem meras opiniões, mas devem estar sustentadas com provas e/ou dados empíricos” (SILVA, 2005, p. 7). Neste contexto alguns autores têm-se dedicado ao estudo de práticas epistêmicas em situações de investigação em sala de aula (SANDOVAL e MORRISON, 2003; SANDOVAL e REISER, 2004; SILVA, 2011; SASSERON, 2020; DOS SANTOS SANTANA e SEDANO, 2021).

As práticas epistêmicas são definidas como aquelas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (SANDOVAL e MORRISON, 2003; SANDOVAL e REISER, 2004). Silva (2011) identificou e caracterizou três instâncias das práticas epistêmicas que ocorrem em atividades científicas:

1. Os momentos de **produção** são marcados pelas ações e discursos que se relacionam diretamente às condições e o contexto de manipulação de artefatos, de leitura e pesquisa de textos científicos, de realização de ensaios experimentais.
2. Os momentos de **comunicação** estão relacionados aos processos de troca de informações sobre os resultados ou sobre o andamento do projeto realizado, seja nas apresentações realizadas na sala de aula ou no artigo.
3. Quanto ao momento de **avaliação**, ele pode ser relacionado ao empenho de socialização ampla da investigação que se dá por meio das críticas que emergem quando da publicação de artigos e outros trabalhos escritos, apresentação em congresso ou seminários etc. (SILVA, 2011).

Kelly e Licona (2018) definem as práticas epistêmicas como “formas socialmente organizadas e realizadas interacionalmente que os membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam as reivindicações de conhecimento” (KELLY; LICONA, 2018, p. 140, *tradução nossa*). Percebemos que os autores adicionam a instância legitimação às práticas epistêmicas.

Sasseron (2020) considera as quatro instâncias propostas por Kelly e Licona (2018) e as distingue. Para a autora as práticas relacionadas à produção do

conhecimento referem-se aos processos envolvidos na obtenção e análise de dados. A comunicação trata-se das manifestações das ideias dos estudantes, enquanto a avaliação está relacionada à construção destas ideias. As práticas relacionadas à legitimação ocorrem quando eles entre si, aceitam uma ideia.

Silva (2011) analisou as práticas epistêmicas desenvolvidas por estudantes de uma disciplina de graduação durante uma atividade investigativa. O autor observou como eram os movimentos epistêmicos durante uma atividade investigativa por um semestre. Ele percebeu que eles internalizaram as práticas à medida que realizavam essas ações várias vezes ao investigar o tema de estudos. Foi possível observar que no princípio os estudantes tinham uma atenção redobrada ao manusear artefatos e com o tempo internalizaram essas práticas pertinentes à cultura científica. Podemos dizer que eles se apropriaram de práticas comuns à comunidade científica, sendo este um dos objetivos do ensino de ciências por investigação.

Dos Santos Santana e Sedano (2021) analisaram como as práticas epistêmicas em uma atividade investigativa promoviam a alfabetização científica em uma turma de 3º ano do ensino fundamental. Os autores observaram a importância das perguntas feitas pelo professor para manter os educandos engajados na investigação. Essa ideia é reforçada por Sasseron (2021) em seu trabalho, que também analisa as práticas epistêmicas desenvolvidas por estudantes do ensino fundamental, anos iniciais, em uma oficina ofertada em uma escola. A autora pôde perceber o quão importante foi a orientação dos monitores ao longo da atividade investigativa, influenciando no envolvimento dos estudantes com a investigação na proposição de ideias, na comunicação de informações obtidas, na legitimação dos conhecimentos e na avaliação de situações.

Além destas características, Dos Santos Santana e Sedano (2021) observaram que as práticas relacionadas à comunicação incentivaram o desenvolvimento das outras instâncias das práticas epistêmicas - produção, avaliação e legitimação dos conhecimentos construídos.

Dos Santos Santana e Sedano (2021) compilaram, a partir do trabalho de Kelly e Liconi (2018), algumas práticas epistêmicas no ensino por investigação e apresentaram em um quadro que dispomos abaixo:

**Quadro 1.** Práticas epistêmicas no ensino por investigação.

<b>Tipos de Práticas epistêmicas</b>	<b>Exemplos ilustrados de práticas no Ensino por Investigação</b>
Proposição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar questões científicas</li> <li>• Planejar investigações científicas para responder questões</li> <li>• Fazer observações</li> <li>• Prever evidências relevantes baseadas em uma investigação</li> <li>• Construir e refinar modelos</li> </ul>
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver uma linha de raciocínio científico</li> <li>• Fornecer justificativa específica disciplinar para reivindicações de conhecimento</li> <li>• Escrever uma explicação científica (relatório de laboratório)</li> <li>• Comunicar uma explicação científica</li> <li>• Construir uma explicação científica baseada em evidências e raciocínios</li> </ul>
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar os méritos de uma reivindicação, evidência ou modelo científico</li> <li>• Avaliar uma linha de raciocínio científico</li> <li>• Avaliar da explicação científica</li> <li>• Considerar explicações alternativas</li> </ul>
Legitimação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir consensos em grupo para explicações cientificamente sólidas</li> <li>• Estar de acordo com a explicação que mais se aproxima das teorias cientificamente aceitas preexistentes</li> <li>• Reconhecer o conhecimento relevante à comunidade epistêmica</li> </ul>

**Fonte:** Extraído de Dos Santos Santana e Sedano (2021, p. 382).

Apresentamos algumas práticas listadas por Dos Santos Santana e Sedano (2021), entretanto, Kelly e Licona (2018) afirmam que as práticas epistêmicas,

[...] não são estáticas ao longo do tempo e podem ser contextualizadas para grupos relativamente locais – por exemplo, uma técnica de laboratório pode ser inventada e usada em um contexto local de pesquisa antes de ser difundida com várias atividades de disseminação. (KELLY; LICONA, 2018, p. 144, *tradução nossa*).

Portanto, “não há um conjunto limitado de práticas científicas” (KELLY; LICONA, 2018, p. 144), essas práticas acima apresentadas podem variar mediante a atividade que está sendo desenvolvida, bem como de acordo com a vivência dos envolvidos no processo de investigação, ou seja, não são estáticas.

Kelly e Licona (2018) explicam que as práticas epistêmicas são aprendidas por meio da interação dos aprendizes com membros mais familiarizados com essas práticas socialmente aceitas. Neste contexto, Sasseron (2021) explica que,

As práticas epistêmicas não são ensinadas por meio de simples apresentação do que sejam: elas devem ser vivenciadas, experimentadas, uma vez que demandam o envolvimento com conhecimentos, com um grupo e com as normas e padrões que conectam pessoas e conhecimentos; devem surgir pelas oportunidades conferidas para que os estudantes proponham, comuniquem, avaliem e legitimem ideias e conhecimentos em atividades didáticas. (SASSERON, 2021, p. 5).

Mediante ao exposto, observamos que muitos trabalhos buscam caracterizar as práticas epistêmicas nas ações e no discurso dos estudantes durante atividades com abordagem investigativa. Contudo, nosso trabalho não pretende analisar como se dá o desenvolvimento de práticas epistêmicas em uma atividade investigativa, mas sim mensurar a possibilidade apresentada pelos textos e atividades presentes nos livros didáticos de ciências que favoreçam o desenvolvimento de ações que configuram um ensino investigativo, levando à compreensão das práticas e do discurso da comunidade científica.

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta é uma pesquisa qualitativa que visa a obtenção de seus dados por meio de análise de livros didáticos de ciências sobre sequências de ensino investigativo.

A pesquisa qualitativa corresponde ao aprofundamento do conhecimento para interpretar, mediante análise de conteúdo, o contexto do objeto que está sendo pesquisado (DEL-MASSO; COTTA; SANTOS, 2012). Segundo Ollaik e Ziller (2012) a pesquisa qualitativa é mais restrita com relação a generalizações, uma vez que seus eventos são singulares. Para eles este tipo de pesquisa busca descrever e compreender um fenômeno, de modo que a descrição e compreensão, de cada situação analisada, estão restritas a um contexto específico. Embora não seja possível reproduzir em sua plenitude o contexto estudado, sua investigação e análise possibilita compreender a relação de ensino e aprendizagem estabelecida, que pode ser utilizada em outras situações.

A coleta de dados foi realizada por meio de análise documental de documentos oficiais da educação, bem como a análise de livros didáticos de Ciências. Segundo Del-Masso, Cotta e Santos (2012) esse tipo de pesquisa exige uma leitura e análise atenta do pesquisador. As autoras caracterizam a análise documental como com aquela que ainda não foi submetida a nenhum tratamento analítico.

Os documentos oficiais da educação por nós analisados foram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) - Lei 9.394/96, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs/1998), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC/2017) e o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG/2018). Nosso foco de estudos tanto no PCN quanto na BNCC e no CRMG foram os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano). Nestes documentos buscando diretrizes que orientem para o trabalho com o ensino investigativo, mais especificamente para o ensino de ciências por investigação.

Para realização das análises dos livros didáticos, escolhemos o tema Efeito Estufa, uma vez que este tema gera repercussão na própria comunidade científica, sendo favorável para a construção de conjecturas científicas pelos estudantes. Primariamente, buscamos nos documentos oficiais da educação em qual ano de escolaridade é indicado o estudo deste tema. O localizamos no 7º ano do ensino fundamental nos livros em consonância com a BNCC, nos livros anteriores a este documento, encontramos o tema em anos de escolarização variados, 5ª série (atual 6º ano), 8ª série (atual 9º ano) e 9º ano. Essa diferença se dá pela BNCC ter reorganizado os conteúdos de ensino a fim de assegurar os direitos de aprendizagem dos estudantes em todo território nacional, uma vez que o Brasil é um

país de grande extensão territorial e desta forma eles não serão prejudicados ao se deslocarem de uma cidade para outra ou de um estado para o outro.

Analisamos 3 (três) livros didáticos anteriores à BNCC, sendo que um deles foi feito um exame comparativo com um similar (do mesmo autor e editora) produzido nos conformes da BNCC. Também analisamos 3 (três) livros didáticos produzidos após a homologação da BNCC. Ao explorarmos os capítulos dos livros que contemplam o tema Efeito Estufa, buscamos identificar a presença de atividades ou textos que contemplem o ensino de ciências por investigação.

Utilizamos nosso referencial teórico para avaliar a presença de características correspondentes às presentes na literatura sobre o Ensino por Investigação, tais como: a presença de um problema a ser resolvido, de modo a estimular os estudantes na formulação de hipótese; a obtenção e análise de evidências; o debate e a argumentação; a aplicação e avaliação de teorias; e a comunicação do fenômeno observado. Avaliamos também a possibilidade de as atividades e demais recursos presentes nos livros didáticos, serem capazes de promover o desenvolvimento de práticas epistêmicas relacionadas ao ensino de ciências por investigação, uma vez que estas práticas consistem em ações que podem ser desenvolvidas pelos educandos durante a investigação científica.

A análise dos capítulos selecionados foi norteadas pelas questões que apresentamos no quadro 2.

**Quadro 2.** Critérios para análise do potencial Investigativo das atividades.

Abordagem de ensino	Questão utilizada para análise das atividades contidas nos livros didáticos
Ensino por Investigação	Há uma situação-problema a ser resolvida?
	A situação-problema possibilita o levantamento de hipóteses?
	As atividades favorecem o engajamento dos estudantes na busca por informações?
	As atividades oportunizam a obtenção e análise de evidências?
	As atividades valorizam o debate e a argumentação?

	As atividades possibilitam a aplicação e a avaliação de teorias científicas?
--	--

**Fonte:** Elaborado pela própria autora (2022).

Após a análise e identificação de atividades e/ou textos que têm potencial de favorecer o ensino de ciências por investigação, propusemos duas Sequência de Ensino Investigativo sobre o tema Efeito Estufa, elaboradas com base no referencial teórico sobre o Ensino de Ciências por Investigação.

Por fim, elaboramos um produto educacional, o qual consiste em um livreto destinado ao professor que conterà informações, exemplificando situações nas quais o professor pode usar textos e atividades presentes em livros didáticos para problematizar o ensino, potencializando as possibilidades de desenvolvimento de um ensino de ciências investigativo. Nosso objetivo é auxiliar o professor em suas atividades diárias favorecendo o uso da abordagem investigativa, de modo que possa torná-la parte integrante de seu plano de aula.

Este material será disponibilizado na Universidade Federal de Viçosa - *Campus* UFV Florestal junto a esta dissertação, e também serão produzidas algumas cópias impressas para distribuição gratuita aos professores interessados.

## 5. ANÁLISE DOS DOCUMENTOS OFICIAIS DA EDUCAÇÃO

Nesta seção apresentaremos uma análise reflexiva sobre o que dizem os documentos oficiais e orientadores da educação básica brasileira a respeito do ensino de ciências, buscamos a presença de textos que fazem menção ao Ensino de Ciências por Investigação.

Os documentos analisados tratam-se da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), documento normativo que rege o sistema educacional brasileiro, bem como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) documento orientador da educação, sendo que neste caso foi analisado o PCN de Ciências Naturais e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que normatiza os direitos de aprendizagem em todo território nacional, também para a área de Ciências da Natureza. Um documento mais específico do estado de Minas Gerais também foi analisado, o novo currículo de Minas Gerais alinhado à BNCC, Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG), também nas áreas de Ciências.

Apresentamos a seguir nossas observações sobre o que está contido nestes documentos e que nos remete ao Ensino de Ciências por Investigação.

### 5.1. Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB)

O primeiro documento com Diretrizes e Base da Educação Nacional foi promulgado pela Lei Nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, foi a primeira lei a dar diretrizes para a educação no Brasil. Devido ao fato desta ser reconhecida como obsoleta quanto aos objetivos educacionais, vários de seus artigos foram revogados e novas diretrizes foram criadas dando origem ao atual documento oficial da educação, a Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 chamada Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB) que regulariza e organiza a educação no Brasil. Esta lei está em consonância com a Constituição Federal de 1988 e traz os direitos educacionais dos cidadãos brasileiros.

Nossa análise deste documento teve por objetivo encontrar diretrizes que mencionam aspectos inerentes ao ensino investigativo, não especificamente no campo das ciências, mas de uma maneira geral, visto que se trata de um documento normativo, não buscamos por instruções pedagógicas, mas sim orientações que fundamentassem o uso do ensino investigativo.

Após a leitura da LDB não observamos diretamente diretrizes explícitas para o ensino por investigação, mas alguns poucos aspectos inerentes à esta abordagem de ensino, como por exemplo, no artigo 35 que dispõe sobre o ensino médio em seu inciso IV (quatro), “**a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos** dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”, bem como em seu parágrafo oitavo, inciso I (um), no qual é objetivo que o estudante demonstre “**domínio dos princípios científicos e tecnológicos** que presidem a produção moderna”. Não há um direcionamento explícito para um ensino investigativo, mas é objetivo que os estudantes compreendam e dominem o conhecimento acerca dos processos científicos correspondentes ao nível de escolarização.

No que diz respeito ao ensino superior é mais perceptível um direcionamento para o ensino investigativo, por exemplo, no artigo 43, em alguns de seus incisos são feitas menções a características de um ensino investigativo e também da alfabetização científica, tais como “**o desenvolvimento do espírito científico e do**

**pensamento reflexivo”; “trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura”; “divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos [...] através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação”,** bem como a importância da aproximação entre o ensino superior e a educação básica.

Observamos com maior frequência a presença de aspectos que caracterizam a Alfabetização Científica, conforme o trabalho de Sasseron e De Carvalho (2011) no qual as autoras explicam que a Alfabetização Científica almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. Neste contexto, encontramos na LDB aspectos inerentes a Alfabetização Científica, dentre os quais podemos citar:

**Art. 1º** A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. (BRASIL, 1996, p. 8).

Observamos que logo no artigo primeiro da LDB há o objetivo de uma educação abrangente, que forme os cidadãos para diversas esferas da vida em sociedade. O artigo segundo reforça essa ideia de desenvolvimento integral do indivíduo, quando se refere ao pleno desenvolvimento para o exercício da cidadania:

**Art. 2º** A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996, p. 8).

Outros artigos da LDB mencionam a formação crítica e para a cidadania, tais como o artigo 22 no qual expõe a necessidade de assegurar ao educando “formação comum indispensável para o **exercício da cidadania**” e o artigo 35, inciso III (três), “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da **autonomia intelectual e do pensamento crítico**”.

Como citado, por se tratar de um documento onde são dispostas leis que regulamentam a educação, não encontramos um número expressivo de orientações para um ensino investigativo, entretanto, alguns aspectos mencionados na LDB

estão relacionados à Alfabetização Científica, a qual pode ser promovida pelo ensino por investigação.

## 5.2. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são documentos oficiais que orientam a educação básica no Brasil, sendo que em 1997 entrou em vigor para os anos iniciais do ensino fundamental, em 1998 para os anos finais e em 1999 para o ensino médio. Este documento é dividido por ciclos de ensino e separado por disciplinas escolares. Os ciclos constituem os anos de escolarização, sendo que até 2005 o ensino fundamental era dividido em 8 (oito) anos, da seguinte forma:

- I. 1º ciclo: 1ª e 2ª séries
- II. 2º ciclo: 3ª e 4ª séries
- III. 3º ciclo: 5ª e 6ª séries
- IV. 4º ciclo: 7ª e 8ª série

Com a Resolução CNE/CEB nº 3/2005, o ensino fundamental passou a se organizar em 9 (nove) anos, da seguinte forma:

- I. Ciclo de alfabetização: 1º, 2º e 3º ano
- II. Ciclo complementar: 4º e 5º ano
- III. Ciclo intermediário: 6º e 7º ano
- IV. Ciclo de consolidação: 8º e 9º ano

Os ciclos de alfabetização e complementar constituem os anos iniciais do ensino fundamental e os ciclos intermediário e de consolidação constituem os anos finais do ensino fundamental. O ensino médio trata-se da etapa conclusiva da educação básica e é dividido em 3 anos de escolarização<sup>3</sup>.

Neste trabalho analisamos o PCN de ciências naturais dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano), referido neste documento como 3º e 4º ciclos.

O documento é apresentado ao professor sendo possível observar a preocupação com a formação do indivíduo para uma sociedade em progresso científico-tecnológico, bem como para o respeito à diversidade. Desta forma, espera-se que o conjunto de conhecimentos socialmente construídos contribua para a

---

<sup>3</sup> RESOLUÇÃO SEE Nº 2.197, de 26 de outubro de 2012.

formação dos jovens para o exercício da cidadania, o que nos remete a aspectos da alfabetização científica.

Segue-se à apresentação ao professor os objetivos gerais propostos para o ensino fundamental como um todo, dentre os quais chamam atenção para a alfabetização científica e para características do ensino por investigação, os objetivos abaixo destacados:

- posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas;
- questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação (BRASIL, 1998, p. 7-8).

O PCN de Ciências Naturais é dividido em 2 (duas) partes, a primeira traz um apanhado geral sobre as Ciências Naturais no ensino fundamental e a segunda é específica para as Ciências Naturais no 3º e 4º ciclos (intermediário e de consolidação).

A primeira parte do PCN Ciências Naturais traz um breve histórico sobre o ensino de ciências no Brasil, desde a promulgação da LDB em 1961, sendo a disciplina de Ciências Naturais obrigatória apenas nos 2 últimos anos do ginásio, passando a ser obrigatória nas 8 séries a partir de 1971 por meio da Lei nº 5.692.

É destacado o modelo de ensino pautado na transmissão de informações, com objetivo de avaliar os estudantes mediante a testes. Com o crescimento das pesquisas em educação a partir da década de 80, dentre eles o movimento Escola Nova, o ensino de ciências passa por uma renovação, na qual começa a valorização da participação dos estudantes no processo de aprendizagem, destacando a importância de atividades práticas que envolvam o educando, bem como oferecendo condições para vivenciar o método científico por meio de observações, bem como “levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos” (BRASIL, 1998, p. 20). Contudo, houve dificuldade de implantação, uma vez que parte dos professores adotou o ensino de ciências como um método científico, numa perspectiva descritiva e prescritiva.

Neste contexto é destacado “que a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla, não garante a aprendizagem dos conhecimentos

científicos” (BRASIL, 1998, p. 20) e chama atenção para o ganho de destaque da tendência na área Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual traz uma abordagem mais social para o ensino de ciências, evidenciando a importância de discussões coletivas e o trabalho com temas de importância real para a sociedade fazendo uma aproximação com áreas como ciências humanas e sociais e, dando ainda mais importância ao protagonismo do estudante. Estas ideias corroboram com a concepção educacional freiriana, na qual o ensino precisa partir das realidades e contradições dos indivíduos de uma comunidade, de modo que o conhecimento será construído socialmente por meio do diálogo, da problematização e da conscientização dos que pertencem à esta realidade (MIRANDA; PAZINATO; BRAIBANTE, 2017). Neste contexto, os conhecimentos populares passaram a ser tomados como uma forma de introduzir o conhecimento científico, presumindo a necessidade de interação professor/estudante/conhecimento visando um diálogo entre as ideias prévias e a visão científica.

Podemos observar que o movimento Escola Nova, iniciado no Brasil na década de 80, e as crescentes pesquisas na área da educação em ciências evidenciam aspectos de uma ciência baseada no estudante como sujeito na construção de seu conhecimento, bem como características que orientam para um ensino investigativo. Contudo, observa-se a **necessidade de se trabalhar estes aspectos inicialmente com os professores**, a fim proporcionar a estas capacitações para o trabalho com um ensino de ciências mais próximo da ciência praticada pelos cientistas, uma vez que destaca a falta de preparo dos professores em conduzir este tipo de aula. Apesar de estes estudos mencionados nos PCNs serem da década de 80, ainda é possível observar o tipo de ensino acima mencionado nas salas de aula atuais, um ensino de ciências baseado em transmissão de conceitos como verdades absolutas sem que haja um diálogo e reflexão sobre aquilo que é apresentado nos materiais didáticos e quando se dá o uso de atividades experimentais, estas na maioria das vezes são feitas como procedimentos pré-definidos, com ausência de contextualização e de reflexão.

Em continuidade é discutida a relação entre Ciências Naturais e Cidadania e entre Ciências Naturais e Tecnologia. Destaca-se o avanço das tecnologias, para usos negativos tais como a bomba atômica, armas químicas e nucleares, mas também positivos como no uso da medicina, por exemplo, em tomografias e produção de medicamentos, devido a isso,

[...] cresce a necessidade de conhecimento a fim de interpretar e avaliar informações, até mesmo para poder participar e julgar decisões políticas ou divulgações científicas na mídia. A falta de informação científico-tecnológica pode comprometer a própria cidadania, deixada à mercê do mercado e da publicidade. (BRASIL, 1998, p. 22).

Neste contexto, faz-se necessária uma postura reflexiva e investigativa no ensino de ciências, a fim de não aceitar qualquer informação, buscando construir uma autonomia de pensamento e de ação, ou seja, a formação de um cidadão crítico, com participação social e desenvolvimento mental que propicie o exercício de sua cidadania. Elementos fundamentais na Alfabetização Científica.

A importância do debate para a produção do conhecimento científico evidencia a sua produção de forma coletiva, portanto, uma construção social. Vários exemplos de produções de conhecimento coletivo são trazidos como a teoria da evolução de Darwin e Wallace, a qual teve importante respaldo na geologia de Lyell; os trabalhos de Copérnico, Kepler e Galileu na astronomia; a mecânica de Newton até a mecânica quântica mais atual; os trabalhos de Lavoisier como ponto de partida até se descobrir as partículas subatômicas. Esses exemplos que também evidenciam a provisoriedade do conhecimento científico.

O próximo capítulo, presente na primeira parte do PCN, apresenta as Ciências Naturais no ensino fundamental. O ensino é tratado como sendo livresco e o conhecimento dogmático, com ausência de diálogo e de forma fragmentada, persistindo o trabalho com conceitos presentes nas enciclopédias, não refletindo a “natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra” (BRASIL, 1998, p. 27) da ciência, não sendo vista como um empreendimento humano com procedimentos, necessidades, interesses e valores. Diante disto, são apresentadas possibilidades para diversificação do ensino livresco como uso de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, a fim de buscar o interesse por parte dos estudantes. Há de se pensar que apenas a aplicação de metodologias diversificadas por si só não garante aprendizagem, é preciso pensar em um ensino reflexivo, no qual o estudante seja protagonista. Apenas o recurso utilizado no ensino não é suficiente para que uma aprendizagem seja significativa, o interesse do estudante e a forma como o professor trabalha com o material tem influência direta na aprendizagem.

Além da construção do conhecimento conceitual devem ser trabalhados, os procedimentos, atitudes e valores, sendo fatores importantes para a construção de uma postura crítica mediante a sociedade. Neste contexto são destacados conteúdos procedimentais que remetem ao ensino por investigação, tais como:

[...] a **observação**, a **experimentação**, a **comparação**, a **elaboração de hipóteses e suposições**, o **debate** oral sobre hipóteses, o estabelecimento de **relações entre fatos ou fenômenos e idéias**, a **leitura** e a **escrita de textos informativos**, a **elaboração de roteiros de pesquisa bibliográfica**, a **busca de informações em fontes variadas**, a **elaboração de questões para enquete**, a **organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos**, o **confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação**, a **elaboração de perguntas e problemas**, a **proposição para a solução de problemas**” (BRASIL, 1998, p. 29).

Por conseguinte, o PCN traz o tema Avaliação, sendo esta importante para que o professor avalie o que foi aprendido pelos estudantes, seus avanços, possibilidades e dificuldades, bem como a reflexão de suas práticas. A avaliação deve ocorrer durante todo o processo de ensino e aprendizagem e deve considerar os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. É necessário que os objetivos da avaliação estejam claros.

A avaliação pode ocorrer de múltiplas formas, como individual, coletiva, oral e escrita, em diversos tipos de atividades como pesquisas, filmes, experimentos, debates, relatórios, entre outros. Contudo, é destacado o caráter quantitativo dado às avaliações, realizadas geralmente em forma de testes escritos, perdendo a perspectiva abrangente de um processo formativo, uma vez que os erros são considerados apenas de forma negativa, e não como forma de replanejamento do ensino.

Também é destacado o papel do erro, sendo este uma forma de o estudante tomar consciência de sua própria aprendizagem, bem como é importante para o professor reajustar o que foi ensinado, entretanto, observa-se que o erro é tido apenas como discrepância dos conceitos e procedimentos avaliados.

Finalizando esta parte de discussões legais e pedagógicas são trazidos os objetivos específicos para o ensino de Ciências Naturais, dentre os quais destacam-se com relação ao ensino de ciências por investigação:

- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento (BRASIL, 1998, p. 33).

Além dos objetivos, também são apresentados os critérios de seleção dos conteúdos de modo a favorecer a construção do entendimento do mundo como um todo e o ser humano como modificador desse mundo, de modo a relacionar fenômenos naturais e tecnologias, bem como possuir relevância social, cultural e científica e propiciar a aprendizagem de conceitos, procedimentos, atitudes e valores. Eles foram organizados em quatro eixos temáticos trabalhados no ensino fundamental, sendo eles: “Vida e Ambiente”; “Ser humano e Saúde”; “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”. Os três primeiros são introduzidos no primeiro e no segundo ciclo, e o último inicia-se no terceiro ciclo. O PCN apresenta a integração desses eixos como uma possibilidade de interdisciplinaridade, pois além de abranger conteúdos biológicos, físicos, químicos, envolve aspectos sociais, culturais e tecnológicos.

É dado um grande enfoque no ensino investigativo, tal como mostra o exemplo a seguir sobre o tema alimentação:

[...] **investigação** comparativa dos ambientes como hortas, pomares, grandes plantações e criações, que dão origem aos alimentos; as informações podem ser **coletadas** em ilustrações informativas, **visitas** ou **acompanhamento** da própria horta escolar [...] **investigam-se** os hábitos alimentares dos estudantes, por observações e entrevistas [...] a relação entre a alimentação variada e as necessidades do organismo são **investigados**, por exemplo, por meio de leituras, **levantamentos** de informação e **sistematização** de conhecimentos sobre tipos de alimentos [...] **investigação** sobre a participação humana em cadeias alimentares de vários ambientes [...] **levantamento** de hábitos alimentares em diversas culturas humanas [...] **Interpretando** rótulos de alimentos comercializados, **identificam** a composição dos diferentes alimentos [...] A partir de **dados estatísticos**, refletem sobre a fome e as doenças decorrentes de carência alimentar [...]. (BRASIL, 1998, p. 37).

Vários aspectos do ensino por investigação são evidenciados tais como: levantamento, análise e comparação de dados, sistematização de informações, observação de diferentes ambientes e interpretação de dados de diferentes fontes como rótulos e dados estatísticos. Por exemplo, as observações e entrevistas para

obtenção de dados contribuindo para a produção do conhecimento; a leitura como meio de avaliar teorias que justifiquem as evidências observadas; a comparação entre ambientes a fim de observar e analisar fatores que os tornam diferentes; a interpretação de diferentes fontes de informação como rótulos de alimentos e dados estatísticos como forma de interpretar diferentes linguagens; a sistematização dos conhecimentos que antecede a comunicação de resultados. Estas e outras características estão presentes no trecho acima e evidenciam a presença de orientações ao professor para o desenvolvimento de atividades investigativas, por meio de diferentes ações que podem ser configuradas como práticas epistêmicas, envolvidas na produção, avaliação e comunicação do conhecimento.

Cada eixo temático é apresentado de forma separada, mas sempre buscando uma interlocução entre os eixos e os temas transversais, bem como com outras áreas do conhecimento buscando uma interdisciplinaridade. Para cada eixo, são apresentados os conteúdos propostos, estes conteúdos são apresentados de forma contextualizada, a fim de evidenciar ao professor uma forma mais acessível ao estudante, contribuindo com a aprendizagem.

Um exemplo da presença de orientações para o ensino investigativo é trazido dentro do eixo “Vida e Ambiente”:

[...] as **observações** diretas, as **experimentações**, os **levantamentos** e **comparações** de **hipóteses** e **suposições**, os **registros** variados têm lugar. [...] Também a **comunicação** de resultados de estudos, em livros, folhetos e outras formas, para os colegas de classe e outros membros da comunidade, é interessante para a valorização da disseminação de informações. (BRASIL, 1998, p. 42).

No eixo “Tecnologia e Sociedade” é feita a problematização: “*De onde vem a luz das casas?*”. Esta problematização tem por objetivo deflagrar uma investigação acerca dos processos envolvidos na geração, transmissão e transformação de energia, propriedades dos materiais, funcionamento das usinas, impactos ambientais entre outros assuntos que podem ser contemplados em uma investigação planejada. Desta forma, é evidenciada ao professor a importância da problematização corroborando com as ideias Sá *et al.* (2007) sobre o problema ser o ponto central da atividade investigativa e com De Carvalho (2018) sobre a importância de se propor um bom problema, bem como com a perspectiva freiriana

que destaca a importância de o problema estar relacionado a situações vivenciadas pelos estudantes.

Além destas características do ensino de ciências por investigação a preocupação com temas de relevância social também é observada no PCN, aspecto que nos remete a alfabetização científica, por exemplo, ao tratar assuntos como a manutenção da saúde, tanto individual quanto coletiva, abordada no eixo “Ser humano e Saúde” juntamente ao tema transversal “Saúde”, em seus aspectos econômicos, políticos, sociais e históricos, assuntos relacionados à sexualidade humana de grande interesse e relevância social, tanto em suas dimensões biológicas, culturais, sociais e afetivas, bem como temas de alcance da mídia a fim de promover a tomada de consciência, de modo que o professor possa trabalhar as concepções trazidas pelos estudantes obtidas em casa ou na mídia, com o intuito de que estes se tornem “aptos a discriminar informações, identificar valores agregados a essas informações e realizar escolhas” (BRASIL, 1998, p. 47).

Após a apresentação dos eixos temáticos inicia-se uma breve apresentação dos Temas Transversais e sua relação com as Ciências Naturais. Como citado anteriormente, os temas transversais são temas de relevância social, que tem como objetivo ajudar na formação do cidadão de forma integral, contribuindo para que este enfrente os desafios da sociedade, favorecendo a tomada de decisão, e tenha capacidade de reflexão crítica. Sendo assim, acreditamos que estes temas transversais têm grande potencial para promoção da alfabetização científica, uma vez que são temas de relevância social.

São seis os temas transversais: Ética; Orientação Sexual; Meio Ambiente; Saúde; Pluralidade Cultural; Trabalho e Consumo. O PCN traz a importância de considerar como cada área se relaciona com os temas transversais, apresentando possibilidades de trabalho interdisciplinar.

A segunda parte do PCN de Ciências naturais se refere às orientações para o trabalho com os conteúdos, especificamente, no terceiro e no quarto ciclos. Pontos podem ser destacados, tais como, a necessidade de compreender as mudanças biológicas, psicológicas, sociais que acontecem nos estudantes e a necessidade de formação continuada dos professores, a fim de superar o ensino transmissivo descontextualizado.

Diversos exemplos de atividades diversificadas são apresentados, tais como, **ler texto científico; experimentar e observar; fazer resumo; esquematizar**

**ideias; ler matéria jornalística; valorizar a vida; respeitar os colegas e o espaço físico; debates; dramatizações; entrevistas e exposições** espontâneas ou preparadas; **atividades em grupo; observação e reflexão**, bem como a importância da natureza lúdica, gestual e coletiva, ao lado do uso de desenho e da escrita coletiva como forma de **sistematização**, a fim de proporcionar o registro das discussões, bem como a **socialização das ideias** e a **formulação de textos** consistentes.

Outro ponto mencionado é a necessidade de o professor oportunizar aos estudantes o contato com fenômenos naturais e artefatos tecnológicos em atividades problematizadoras. A importância de o professor ouvir os significados que os estudantes dão para o que estão estudando, promove uma evolução conceitual do conhecimento científico permitindo a reformulação do entendimento sobre o assunto abordado. É dada importância do uso de laboratório, quando a escola possui, para desenvolvimento da **autonomia** dos estudantes, pois por meio de um roteiro eles podem aprender o **manuseio de objetos**, bem como desenvolver a capacidade de **observar, explicar e prever** resultados, **comparação** com os trabalhos dos colegas. A linguagem também pode ser favorecida mediante a **interpretação** de gráficos e ilustrações, a **elaboração** de legendas, a **produção** de sínteses e resumos, que **consolidam** o aprendizado. E em seguida são apresentados os objetivos das Ciências Naturais no terceiro ciclo.

- reconhecer que a humanidade sempre se envolveu com o conhecimento da natureza e que a Ciência, uma forma de desenvolver este conhecimento, relaciona-se com outras atividades humanas;
- valorizar a disseminação de informações socialmente relevantes aos membros da sua comunidade;
- elaborar, individualmente e em grupo, relatos orais e outras formas de registros acerca do tema em estudo, considerando informações obtidas por meio de observação, experimentação, textos ou outras fontes;
- confrontar as diferentes explicações individuais e coletivas, inclusive as de caráter histórico, para reelaborar suas ideias e interpretações;
- elaborar perguntas e hipóteses, selecionando e organizando dados e ideias para resolver problemas (BRASIL, 1998, p. 60-61).

Os quatro eixos temáticos são apresentados de forma específica para o terceiro ciclo, cada qual com os conteúdos a serem trabalhados no ciclo, bem como com exemplos e sugestões para se trabalhar alguns temas, dentre os quais foram identificadas situações que favorecem a abordagem investigativa.

Na sequência inicia-se a apresentação do quarto ciclo, que constitui o fechamento aos estudos do ciclo anterior. O aprendizado do ciclo anterior deve ser ampliado, ao tempo que novos conhecimentos são necessários, bem como se espera uma maior autonomia dos estudantes em situações como, avanços na discussão sobre valores humanos, o aprendizado de procedimentos como **observar**, **medir** e **comparar** dados, a **natureza da ciência** e sua relação com a tecnologia e sociedade, maior formalidade no pensamento e na linguagem que aumenta sua capacidade de compreensão de definições científicas dos livros didáticos, bem como amplia sua capacidade de **obter informações**, **organizar dados**, **construir hipóteses** que colaboram com investigações mais longas e detalhadas. Estes aspectos mencionados nas orientações para o quarto ciclo estão diretamente relacionados às propostas do ensino de ciências por investigação, evidenciando ainda mais a necessidade da presença de características investigativas durante o processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, destacam-se exemplos de atividades que podem ser situadas dentro de uma proposta de ensino investigativo e que tem o potencial de engajar os estudantes no desenvolvimento de práticas epistêmicas da ciência, por exemplo, a **construção e interpretação de gráficos**; de **tabelas de dupla entrada**; de **esquemas** sobre sistemas complexos; de **textos informativos e dissertativos** longos; bem como a **manipulação de instrumentos**, tais como termômetros e microscópios, que contribuem para a compreensão de processos envolvidos na produção do conhecimento científico e também na comunicação dos resultados obtidos, entre os membros da sala de aula e até mesmo para comunidade escolar, configurando práticas importantes da comunidade científica.

O reconhecimento da ciência e tecnologia como fazeres humanos, realizados e legitimados dentro de um contexto social e histórico, que valoriza o conhecimento acumulado pela humanidade, pode ser feito pela introdução de textos relativos à **História da Ciência**. Bem como a **investigação sobre conhecimentos científicos divulgados na mídia**, **debates de artigos de jornais** com o intuito de discutir o caráter dinâmico do conhecimento e a ciência não sendo uma verdade absoluta. Isto permite confrontar fenômenos, ideias ou fatos com teorias científicas contribuindo para que **os estudantes avaliem** se as explicações são baseadas em evidências científicas.

No que diz respeito ao trabalho com História e Filosofia da Ciência, o PCN faz uma menção importante à pouca ou inexistente formação inicial dos professores nestas áreas, fato que é evidenciado por diversas pesquisas em educação, sendo que estudos nestas áreas são importantes para que o professor desenvolva bem seu trabalho. Isto nos leva a questão: como anda a formação de professores no Brasil? Como é organizado o currículo dos cursos de licenciatura? Porque estudos evidenciam a importância da História e Filosofia da Ciência, mas esses campos não são bem contemplados na formação inicial dos professores? Não é objeto de estudo deste trabalho, entretanto, são questões importantes de se discutir no ensino de ciências.

Da mesma forma que no terceiro ciclo, o quarto ciclo também apresenta separadamente a apresentação dos conteúdos a serem trabalhados.

Finalizada a apresentação explicativa dos conteúdos de cada ciclo, os quais analisamos, são apresentados critérios para avaliação, os quais devem ser adequados às individualidades da sala de aula, considerando com conceitos, procedimentos e atitudes que realmente foram discutidos em sala de aula.

Por fim, o PCN traz orientações didáticas visando à integração de conteúdos por meio de temas de trabalho, para a intervenção problematizadora, para a busca de informações em fontes variadas e para a sistematização de conhecimentos, iniciando-se pelo planejamento anual que deve ser realizado por unidade ou projetos que serão desenvolvidos ao longo do ano. Achamos importante apresentar aqui neste trabalho a sugestão de sequência de ensino proposta pelo PCN, pois ao nosso entendimento, nos remete a uma abordagem investigativa, visto que segue etapas características do ensino por investigação, apresentadas em nosso referencial teórico.

- **apresentação do tema** pelo professor, que pode consistir em exposição dialogada (conversa com os estudantes) ou acompanhada de algum recurso didático, como passar um trecho de filme, apresentar uma notícia de jornal ou outra situação concreta **para iniciar a problematização**. Nesta etapa é importante a apresentação dos fatos, levantamento de interpretações, dúvidas e questões dos próprios estudantes, que o professor organiza, mas não explica completamente;
- **delimitação dos problemas** que serão investigados e levantamento de hipóteses para sua solução. Os conhecimentos prévios dos **estudantes manifestam-se em suas hipóteses ou interpretações dos problemas** e devem ser registrados coletivamente, para posterior comparação com os conhecimentos sistematizados;
- **investigação propriamente dita**, com a utilização das fontes de informação e outros recursos didáticos, como jogos e simulações. O

professor, com a participação dos estudantes, propõe as fontes mais adequadas para cada uma das questões. Durante esta etapa há **confronto entre as hipóteses iniciais e as informações obtidas**, e os estudantes reestruturam explicações. As diferentes atividades, como **exploração bibliográfica, entrevista, experimentação, trabalho de campo** ou outras, devem ser registradas de diferentes formas, para proporcionar melhor aprendizagem;

- **sistematização final de conhecimentos**, com a apresentação de seminário, relatório ou outras formas de **conclusão**, também podem compor a avaliação individual e grupal;

- realização de exercícios finais e auto-avaliação dos estudantes. Nesta etapa, como na anterior, a comparação entre os resultados e os conhecimentos prévios interessam também para o aluno reconhecer e valorizar seu processo de aprendizagem (BRASIL, 1998, p. 115-116).

Destacamos alguns pontos que estão de acordo com as ideias apresentadas em nosso referencial. Conforme já mencionado neste trabalho, é papel do professor realizar a problematização do tema a ser trabalhado (SASSERON, 2015), sendo o problema o ponto inicial da investigação (SÁ *et al.* 2007). Este deve dar condições para que os estudantes, baseados em seus conhecimentos prévios, interpretem-no e levantem hipóteses a serem investigadas, bem como proponham um planejamento para resolvê-lo (DE CARVALHO, 2018). Por conseguinte, eles irão utilizar seu planejamento para realizar a investigação propriamente dita, observando fenômenos, coletando dados, analisando evidências, comparando e comunicando resultados, avaliando teorias, entre outras ações (SASSERON, 2015). Por fim, é importante que seja realizada a sistematização dos conhecimentos de forma coletiva, para que relembrem e tomem consciência de todo processo realizado, bem como a sistematização individual, como uma forma de construir explicações e compreender o fenômeno analisado, de forma a construir conhecimento (DE CARVALHO, 2013).

Neste contexto, a problematização está relacionada à vivência dos estudantes, ou seja, partir daquilo que ele já sabe, uma vez que a partir de suas vivências, eles irão buscar explicações para a resolução do problema, de modo que as explicações científicas serão construídas baseadas naquilo que sabem sobre o assunto. Em uma perspectiva freiriana, é importante que o professor considere as vivências do educando para que possa escolher o tema de trabalho a ser investigado, o que também pode favorecer a interdisciplinaridade dos conteúdos. Um exemplo relativo à interdisciplinaridade trazido pelo PCN é questionar os estudantes “*Como o ser humano percebe e se relaciona com o meio em que se encontra?*”. Percebemos que é apresentado um problema e não uma pergunta

objetiva a ser respondida. No ensino por investigação é importante que a pergunta destinada aos estudantes não tenha uma resposta óbvia, mas sim que os levem à reflexão acerca do tema. Nesse problema apresentado, vários conteúdos podem ser abordados de forma integrada e interdisciplinar, por exemplo, em biologia pode deflagrar a investigação sobre os órgãos do sentido, seu funcionamento, a integração com o sistema nervoso, desvios e mau funcionamento e sua correção por meio de tecnologias (ex. lentes). Em física, podem ser estudadas as formas de energia e como elas sensibilizam os órgãos do sentido, as ondas sonoras e suas propriedades, bem como aplicações tecnológicas como rádio, TV, telefone entre outras fontes de comunicação. Quanto aos conhecimentos de química podem ser realizadas investigações sobre as partículas constituintes de substâncias que possuem cheiro e/ou gosto, por exemplo, pela leitura de rótulos de produtos, que podem evidenciar a adição de substâncias químicas que realçam o sabor dos alimentos ou que dão cheiro aos perfumes, assuntos que também se relacionam ao eixo Tecnologia e Sociedade.

Espera-se que o professor se questione ao problematizar os temas de trabalho. Um exemplo trazido pelo PCN refere-se à alimentação dos seres vivos, o professor precisa se perguntar: *“Que perguntas poderão gerar conflitos sobre a alimentação das plantas? Como poderão compreender que a terra não é alimento para as plantas?”*. Uma ideia que pode permear o entendimento dos estudantes é que as plantas obtêm alimento do solo, por meio das raízes. Assim o professor pode questionar: *“Se as plantas retiram alimento da terra, por que a terra dos vasos não diminui?”*, *“Como explicar o fato de algumas plantas sobreviverem em vasos apenas com água?”* e *“Como algumas plantas vivem sobre outras plantas, com as raízes expostas (algumas samambaias, orquídeas)?”*. A partir desta problematização, os estudantes podem realizar experimentações e observações as quais devem ser trazidas para o contexto da ciência, ou seja, vão passar a explicar o fenômeno de um novo ponto de vista, a partir da situação problematizada.

O texto traz a importância de atividades diversificadas para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, bem como para a reelaboração de ideias e atitudes.

A primeira a ser apresentada é a observação, o PCN traz como a atividade mais básica do ensino de ciências. O texto cita a observação como a atividade mais básica, ele traz que é necessário observar o “velho” com um “novo olhar”, ou seja, é

preciso uma reinterpretação, fato que exige bastante atenção e reflexão e a comunicação sendo uma das condições para se considerar a observação uma vez que por meio da comunicação o professor pode se inteirar das observações dos estudantes e orientá-los no processo.

A próxima atividade é a experimentação, que não deve ser confundida com um conjunto de métodos de ensino de ciências, uma vez que o simples fazer não garante que o conhecimento seja construído. Portanto, a problematização é importante para guiar a experimentação, bem como a importância de oportunizar ao estudante a participação, seja pelo levantamento de hipóteses; comparação de resultados obtidos com esperados; discussão de ideias; manipulação de materiais (quando não perigosos) dentro dos protocolos de segurança; ou mesmo solicitar que proponham experimentos para testar suas hipóteses, essa situação os estimula a discutir sobre o problema, sobre os materiais necessários, os modos de coletar e relacionar os resultados, de modo que a autonomia dada a ele é maior.

A interdisciplinaridade com a matemática é bastante favorecida em atividades experimentais, pela realização de medidas e uso das unidades, permitindo que o professor explore os significados destas, seus múltiplos e submúltiplos, proposição de relações entre as unidades de medida, bem como compreendê-las em um conjunto de fatos.

A atividade trabalho de campo contempla visitas a ambientes naturais, a áreas de preservação ou conservação, áreas de produção primária (plantações) e indústrias, bem como o próprio pátio da escola, a praça que muitas vezes está a poucas quadras da escola, as ruas da cidade, os quintais das casas, os terrenos baldios e outros espaços do ambiente urbano, como a zona comercial ou industrial da cidade, sendo importantes momentos de preparação antes da saída de campo e a sistematização após a atividade. Neste caso a problematização também é importante a fim de criar um clima de investigação no qual os estudantes formulem suas suposições, registrem dados e observações. Posteriormente, podem realizar a organização e análise das informações obtidas, o aprofundamento em leituras que tenham informações que ajudem a solucionar o problema. O trabalho de atitudes também pode ser favorecido por meio de atividades que discutam regras de segurança e de preservação do meio, ou de autopreservação sendo que atividades como “como debates, dramatizações e produção de cartazes, poderão ser produzidos também objetos reais de divulgação ou participação na sociedade, como

uma carta, um jornal ou uma exposição de trabalhos, o que faz do trabalho de campo um elemento de projeto” (BRASIL, 1998, p. 127).

O uso de textos específicos das Ciências Naturais é um outro tipo de atividade. O PCN sugere que o professor não se atenha apenas ao livro didático, e busque outros recursos para aquisição de textos como enciclopédias temáticas; livros de divulgação ou ficção científica; matérias de jornais ou de revistas; folhetos de origem diversa (museus, postos de saúde, organizações não-governamentais, empresas, etc.) e livros paradidáticos, estes últimos propiciam maior contextualização e flexibilidade dos conteúdos, além da articulação com a História da Ciência. Destaca-se a importância da interpretação e apropriação dos textos pelo estudante, sendo fundamental uma boa seleção por parte do professor, uma vez que os textos apresentados não são isentos de erros e preconceitos e nem são autoexplicativos, além de serem apresentados dentro de contextos históricos e éticos. Para sistematização é sugerida produção de resumos, esquemas, comunicações públicas entre outros.

A última atividade sugerida é o uso da informática. A internet propicia um volume de informações muito grande, sendo que os computadores permitem que possamos nos conectar e processá-las em grande quantidade e velocidade, sendo possível a troca de informações entre pessoas em diferentes pontos do planeta. Com o computador é possível realizar gráficos, tabelas, textos, elaboração e organização de escritas mais elaboradas, bem como permite a interatividade entre as pessoas.

Em todas as atividades a sistematização do conhecimento é importante para que os estudantes consolidem o conhecimento. Trata-se de um momento no qual eles podem comparar os conhecimentos prévios e com os conhecimentos construídos ao longo de todo o processo.

### **5.3. Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é apresentada como,

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e

desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (BRASIL, 2018, p. 7).

Ela está em conformidade com a Lei 9.394/1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), a qual orienta os princípios éticos, políticos e estéticos que visam a formação humana integral e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Estes marcos legais são explicados detalhadamente, bem como os fundamentos pedagógicos, os quais embasaram a construção deste documento.

Trata-se de um documento referência para a reformulação dos currículos e tem como objetivo integrar e alinhar as políticas educacionais, tais como formação de professores; avaliação; elaboração de conteúdos e infraestrutura, a fim de superar a fragmentação do sistema educacional, bem como fortalecer o regime de colaboração entre as esferas federal, estadual e municipal.

Na BNCC as competências gerais consubstanciam os direitos de aprendizagem que devem ser assegurados aos estudantes. Neste documento competência é definida como,

[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2018, p. 8).

Desta forma é reconhecida a necessidade de formação integral do indivíduo, firmando valores e estimulando ações que contribuam para a transformação da sociedade tornando-a mais humana, justa e voltada para preservação da natureza (BRASIL, 2018).

Constituem-se um total de 10 (dez) competências gerais, as quais se inter-relacionam nas diferentes etapas da educação básica, articulando conhecimentos, habilidades, atitudes e valores em conformidade com a LDB. Destacaremos aqui as competências que acreditamos ter maior relação com nossa área de trabalho: **o ensino de ciências por investigação.**

1. **Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos** sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer **à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a**

**imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções** (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

4. Utilizar **diferentes linguagens** – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e **científica**, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação **de forma crítica, significativa, reflexiva e ética** nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, **resolver problemas** e **exercer protagonismo** e autoria na vida pessoal e coletiva.
7. **Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões** comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BRASIL, 2018, p. 9).

A competência 1 nos remete à natureza da ciência, oportunizando evidenciar aos estudantes a provisoriedade do conhecimento científico bem como sua construção baseada em fatos e evidências. As competências 2, 4, 5 e 7 trazem características do ensino investigativo dentre os quais algumas práticas epistêmicas são evidenciadas, tais como argumentar, formular questões, negociar e defender ideias, elaborar, testar e formular hipóteses e resolver problemas, características estas que se espera que estejam presentes em um ensino com abordagem investigativa. A competência 5 em especial, objetiva uma formação crítica, reflexiva e ética, aspectos importantes para a alfabetização científica.

Dentre os fundamentos pedagógicos destaca-se o foco no desenvolvimento de competências, visando as avaliações internacionais. As competências da BNCC indicam o que os estudantes devem “saber” e o que devem “saber fazer”. O “saber” está relacionado aos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que devem ser desenvolvidos, enquanto o “saber fazer” se refere ao uso do “saber” para resolver situações complexas da vida cotidiana. Portanto, é necessário que as competências estejam explícitas na BNCC, a fim de fortalecer ações que assegurem as aprendizagens essenciais.

Assim como a preocupação no desenvolvimento de competências, também é preocupação deste documento a formação integral do indivíduo:

[...] o conceito de educação integral com o qual a BNCC está comprometida se refere à construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea. (BRASIL, 2018, p. 14).

Sociedade esta, que necessita de um olhar inovador e inclusivo para questões tais como, o que é para que aprender, como ensinar, como estabelecer uma aprendizagem colaborativa, como avaliar o aprendizado e superar a fragmentação disciplinar, utilizando-se como meio a contextualização e o protagonismo estudantil. A BNCC traz exemplos de situações que requerem muito além do acúmulo de informações, tais como, “reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável” (BRASIL, 2018, p. 14).

A próxima proposta da BNCC diz respeito à igualdade, diversidade e equidade na educação, por meio de um pacto interfederativo, uma vez que a autonomia entre os entes federados promove desigualdades sociais, devido a uma grande diversidade cultural presente no Brasil. Diante disso, a BNCC propõe uma **igualdade** das aprendizagens essenciais para todos os estudantes. Contudo, diante das desigualdades existentes, é necessário que seja promovida **equidade** nas redes e instituições de ensino, uma vez que se pressupõe que as desigualdades geram necessidades distintas entre os estudantes, sendo necessário promover ações que contemplem a **diversidade** estudantil. Neste contexto, é apresentada a situação das populações indígenas, quilombolas, afrodescendentes, pessoas com deficiência, e os que não conseguiram completar a escolaridade na idade própria, que necessitam de particularidades no processo de construção da aprendizagem. Sendo, portanto, necessária a adequação dos currículos às diferentes modalidades de ensino.

Após a introdução a BNCC traz uma seção que explica a estruturação da BNCC para as três etapas da educação básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. A cada etapa foi construído um diagrama que mostra como estão organizados e agrupados os direitos de aprendizagens dos estudantes da educação básica. A primeira etapa a ser apresentada é a educação infantil e a última etapa é o ensino médio, as quais não constituem nosso objeto de estudo e, portanto, não realizamos análise destes.

A seção na qual é tratada a etapa do ensino fundamental é iniciada com uma breve introdução sobre pontos importantes desta etapa. Trata-se da etapa mais

longa, com nove anos de duração e compreendendo estudantes de 6 a 14 anos, portanto, contempla os estudantes com diferentes perfis etários, configurando um desafio para a elaboração de currículos.

Também esta etapa é dividida em duas fases: os anos iniciais e os anos finais, por exemplo, a mudança dos estudantes do 5º ano onde estão habituados a um professor generalistas para o 6º ano onde a professores especialistas nos diferentes componentes curriculares. Sendo necessárias adaptações e articulações a fim de evitar rupturas no processo de aprendizagem, de modo a favorecer seu desempenho, bem como a promoção da sistematização dos conhecimentos de forma progressiva proporcionando novas formas de relação com o mundo por meio de “ler e formular hipóteses sobre os fenômenos, de testá-las, de refutá-las, de elaborar conclusões, em uma atitude ativa na construção de conhecimentos” (BRASIL, 2018, p, 58). Os estudantes também passam a ter maior desenvoltura e autonomia, ampliam a leitura, a escrita, a oralidade, o uso de signos matemáticos, registros artísticos, midiáticos e científicos, entre outras situações.

Neste contexto, a BNCC traz a relação dos conceitos e fazeres científicos como possibilidade de os estudantes desenvolverem **observações, análises, argumentações**, potencializando **descobertas**, aspectos estes inerentes ao ensino por investigação. A valorização das experiências nos mais diversos contextos, familiar, social, cultural e tecnológico como forma de estimular-los a **fazerem perguntas**, incentivando a emergência do **pensamento criativo, lógico e crítico**, bem como a **avaliação de perguntas**, a **argumentação**, a **interação cultural e tecnológica**, a **comunicação**, a **compreensão** de si, do mundo natural e social, são aspectos que se relacionam à alfabetização científica e também favorecem o ensino por investigação.

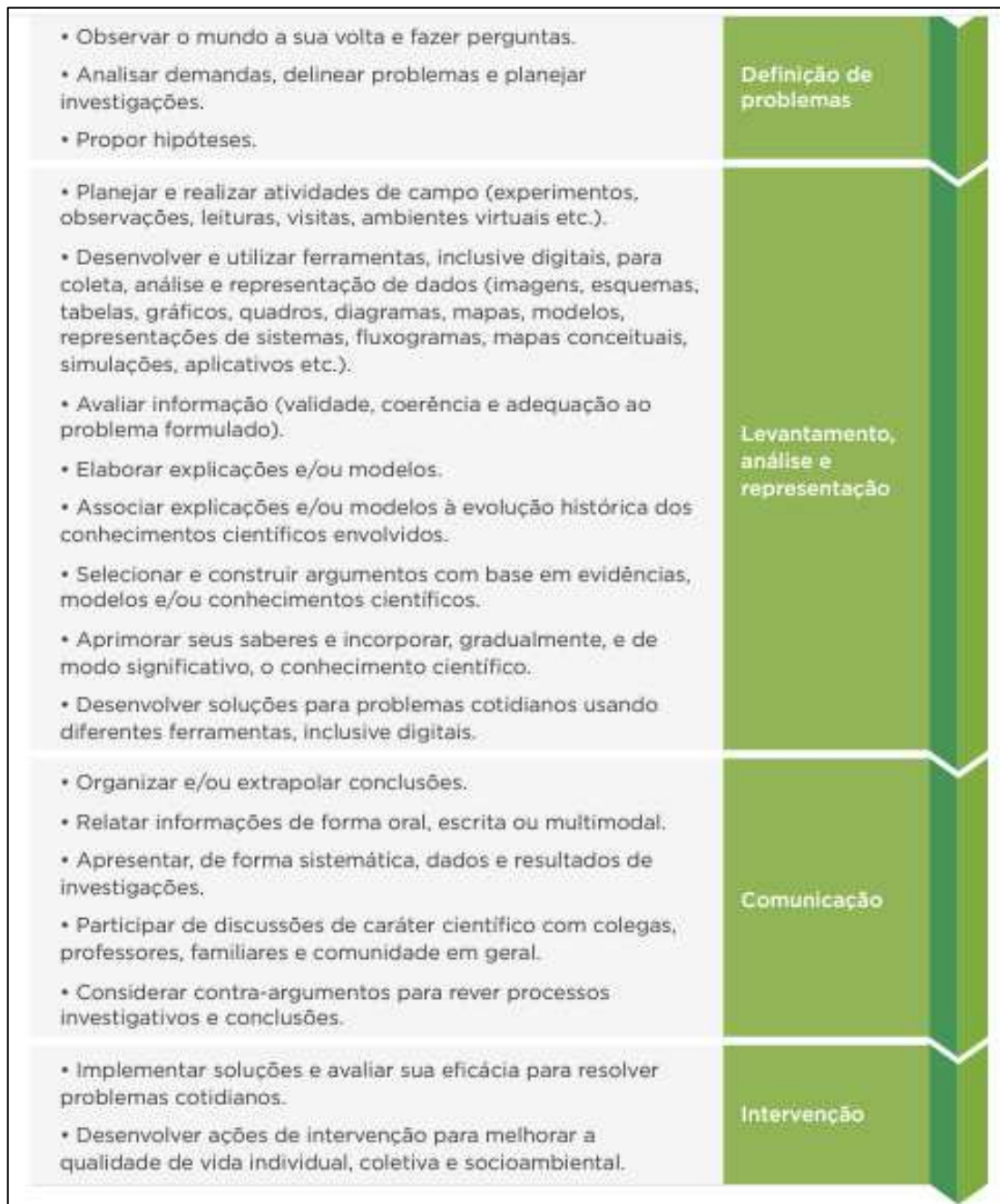
A última seção analisada por nós neste trabalho refere-se especificamente ao papel da área das Ciências da Natureza no ensino fundamental. Nesta seção estão dispostas uma introdução à área, as competências específicas da área, bem como as unidades temáticas abordadas dentro desta área nos respectivos anos iniciais e finais do ensino fundamental.

Na introdução à Ciências da Natureza é apresentada a importância do desenvolvimento científico-tecnológico para a sociedade, que apesar de trazer benefícios também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade. Por isso, a BNCC traz como imprescindíveis conhecimentos éticos, políticos, culturais e

científicos para a formação integral dos estudantes. O texto faz menção ao **Letramento Científico** como sendo o “desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BRASIL, 2018, p. 321). Sasseron e Carvalho (2011) em seu trabalho de revisão de literatura sobre alfabetização científica observaram uma variação de termos que expressam essa preocupação com a formação do cidadão para atuação na sociedade, dentre eles o termo letramento científico, portanto, pelo objetivo apresentado no texto sobre a formação para exercício da cidadania, acreditamos que este foi usado para expressar as mesmas ideias trazidas pelas autoras em seu trabalho.

Outro ponto importante para o ensino das Ciências da Natureza é assegurar aos estudantes o “acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2018, p. 321). Baseado neste propósito, podemos inferir uma importância à história e natureza da ciência, pelas quais pode ser evidenciada, aos estudantes, a mutabilidade dos conhecimentos científicos, devido a constantes estudos que buscam aperfeiçoamento destes conhecimentos e por isso os conceitos não são estáticos, mas passíveis de mudanças mediante a novas investigações que são realizadas ao longo do tempo. Estas investigações podem ser realizadas das mais diversas formas, por exemplo, por meio de experimentos de laboratório, saídas de campo, leituras, entre outros. A BNCC esclarece que uma atividade investigativa não necessariamente deve seguir um conjunto de etapas predefinidas ou se restringir a manipulação de objetos ou experimentos de laboratório. O texto orienta para que as investigações sejam organizadas a partir de **questões desafiadoras**, que estimulem o **interesse** e a **curiosidade** dos estudantes, para que estes possam “definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções” (BRASIL, 2018, p. 322), devendo o processo investigativo ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, promovendo uma **postura reflexiva** de seus conhecimentos e da compreensão acerca do mundo. Estas ações citadas no texto estão em conformidade com as características do ensino por investigação apresentadas em nosso referencial. Neste contexto são apresentadas situações que devem ser promovidas pelo ensino de Ciências:

**Figura 1.** Descrição de situações que devem ser promovidas pelo ensino de ciências



**Fonte:** Base Nacional Comum Curricular. (BRASIL, 2018, p. 323).

As situações apresentadas na imagem acima retirada da BNCC retratam práticas que condizem com aquelas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico - práticas epistêmicas, práticas estas envolvidas no ensino investigativo. A coluna à direita apresenta as instâncias sociais as quais envolvem diferentes práticas epistêmicas descritas na coluna à esquerda.

Após as situações de aprendizagem que nos remetem ao ensino por investigação e as práticas epistêmicas contempladas nele, a BNCC traz as competências específicas a serem desenvolvidas no ensino fundamental. São oito as competências específicas para o ensino de Ciências na Natureza:

**1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.**

2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como **dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas**, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

**3. Analisar, compreender e explicar** características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, **exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções** (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

**4. Avaliar aplicações e implicações** políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

**5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista** que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

**6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação** para se comunicar, acessar e disseminar informações, **produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.**

7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, **recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões** científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários. (BRASIL, 2018, p, 324).

Destacamos nas competências específicas da área Ciências da Natureza pontos importantes que nos remetem às práticas epistêmicas a serem desenvolvidas pelos estudantes durante a construção do conhecimento em ciências, tais como **fazer perguntas, buscar respostas, criar soluções, analisar, compreender, explicar, avaliar, construir argumentos com base em dados e evidências,**

**debater e comunicar informações.** Neste contexto, o ensino de ciências por investigação tem potencial de favorecer o desenvolvimento destas práticas, de modo que a própria competência específica 2 indica a investigação científica para a prática e domínio de processos inerentes a ciências.

Outros destaques importantes estão na competência 1 onde é mencionada a provisoriedade da ciência evidenciando a importância de se estudar aspectos inerentes à Natureza da Ciência. Também a Alfabetização Científica é contemplada na competência 8 quando indica a **recorrência aos conhecimentos científicos para tomar decisões** acerca de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e na competência 6, ao se referir a **resolução de problemas** de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.

O texto dá sequência na apresentação das unidades temáticas da Ciência, contendo as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas neste componente curricular. São três as unidades temáticas: **Matéria e Energia, Vida e evolução, Terra e Universo**, esses três eixos estão presentes em todos os nove anos do ensino fundamental, ganhando complexidade à medida que avança o ano de escolarização e são descritos os conteúdos que se espera que os estudantes aprendam dentro de cada eixo.

Pretende-se que esses três eixos apresentados sejam abordados ao longo dos nove anos do ensino fundamental e que eles não sejam trabalhados de forma isolada, sendo importante a integração dos temas. Por exemplo, para compreender o tema saúde de forma abrangente, é preciso envolver conhecimentos relacionados ao próprio corpo, ao saneamento básico, a geração de energia, aos impactos ambientais, além de terem ideia de que os medicamentos são materiais sintéticos que atuam no funcionamento do organismo. Outro exemplo é a importância da biodiversidade para manter os ecossistemas e o equilíbrio socioambiental, que envolve a análise de hábitos de consumo de recursos naturais que se relacionam com processos atmosféricos, geológicos, celestes e sociais.

O texto traz a importância da educação científica, a qual está diretamente relacionada ao desenvolvimento da tecnologia na sociedade humana. Neste contexto a BNCC traz como exemplo,

A investigação de materiais para usos tecnológicos, a aplicação de instrumentos óticos na saúde e na observação do céu, a produção de material sintético e seus usos, as aplicações das fontes de energia e suas

aplicações e, até mesmo, o uso da radiação eletromagnética para diagnóstico e tratamento médico, entre outras situações, são exemplos de como ciência e tecnologia, por um lado, viabilizam a melhoria da qualidade de vida humana, mas, por outro, ampliam as desigualdades sociais e a degradação do ambiente. Dessa forma, é importante salientar os múltiplos papéis desempenhados pela relação ciência-tecnologia-sociedade na vida moderna e na vida do planeta Terra como elementos centrais no posicionamento e na tomada de decisões frente aos desafios éticos, culturais, políticos e socioambientais. (BRASIL, 2018, p. 330).

Este trecho traz como sugestão o uso da investigação sobre questões tecnológicas que possibilitam a discussão, o posicionamento e a tomada de decisão de forma crítica, ética, levando em conta cultura, política e questões socioambientais. Apesar de não trazer orientações sobre como proceder com a investigação, os fatores acima mencionados são importantes para uma alfabetização científica.

As unidades temáticas estão estruturadas em habilidades a serem desenvolvidas progressivamente em complexidade pelos estudantes ao longo dos anos. As habilidades são apresentadas em tabelas conforme unidade temática, para cada ano do ensino fundamental, sendo nosso foco nas habilidades dos anos finais do ensino fundamental. As habilidades mobilizam conhecimentos, conceituais, procedimentais, processuais, entre outros, envolvidos em investigação para construção do conhecimento na ciência.

Pudemos observar, ao analisar as habilidades, que estas constituem ações que deverão ser realizadas pelos estudantes para construir conhecimento acerca do que se propõe na habilidade. No que diz respeito ao ensino por investigação, **não encontramos nas habilidades diretrizes específicas que orientam o desenvolvimento das habilidades por meio da abordagem investigativa**, apenas podemos relacionar algumas das ações indicadas pelos verbos, que podem consistir em práticas epistêmicas de forma isolada, não compreendendo um processo investigativo por completo. Por exemplo, no 7º ano para o eixo Terra e Universo há o Objeto de Conhecimento “Efeito Estufa”, destacando-se a habilidade,

(EF07CI13) **Descrever** o mecanismo natural do Efeito Estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, **discutir** as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e **selecionar e implementar** propostas para a reversão ou controle desse quadro. (BRASIL, 2018, p. 347).

Observamos nesta habilidade algumas práticas que podem se configuram práticas epistêmicas, bem como estarem presentes no ensino de ciências por investigação, tal como “descrever o mecanismo”. Para que o estudante descreva algo, supõe-se que este observe ou leia em algum documento sobre o assunto abordado. Ao “discutir” sobre o assunto, eles levam em consideração as evidências, bem como um referencial teórico que aborde o assunto e justifique suas proposições. Também se faz necessário uma reanálise que os permita “selecionar e implementar propostas” de modo a chegar a uma conclusão sobre o tema. O que podemos perceber é que a habilidade dá condições para o desenvolvimento de um ensino investigativo, mas não traz orientação alguma para que o professor o faça. Desta forma, se o professor não tem conhecimento acerca da abordagem investigativa, dificilmente ele a utilizará em seu cotidiano escolar. Portanto, apesar de oportunizar o ensino investigativo, a habilidade em si não favorece o desenvolvimento concreto do ensino por investigação.

Comparando com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a BNCC deixa a desejar no que diz respeito à orientação ao trabalho do professor, uma vez que apenas apresenta o que deve ser ensinado, sendo ausentes exemplos e orientações que contribuam no trabalho docente. A nosso ver, o documento é muito sucinto e não oferece suporte ao professor para suas atividades diárias, indicando apenas um conjunto de aprendizagens ditas essenciais, mas nem ao menos justifica o objetivo do desenvolvimento dessas habilidades. Desta forma, o PCN auxilia muito mais o professor em seu trabalho docente, uma vez que exemplifica situações de ensino além de indicar conteúdos a serem trabalhados em cada ciclo de ensino. Também pudemos encontrar no PCN de Ciências Naturais diversas situações nas quais são indicadas e exemplificadas atividades com abordagem investigativa, praticamente ausente na BNCC.

Compreendemos que a BNCC é um documento de caráter normativo enquanto o PCN é um documento orientador. O que nos faz refletir: Discriminar um conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes é capaz por si só de ajudar os docentes e os educandos no processo de ensino-aprendizagem, mais especificamente, no ensino de ciências por investigação? Não é objetivo do nosso trabalho essa discussão, mas quando nos referimos ao processo de ensino-aprendizagem é importante refletir sobre as condições para que isto aconteça.

#### **5.4. Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG)**

O Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) para a Educação Infantil e Ensino Fundamental é composto por nove capítulos que consistem em Textos introdutórios, a etapa da Educação infantil e do Ensino fundamental, após esta última são apresentadas as áreas do conhecimento correspondentes ao ensino fundamental. O ensino médio é organizado em um documento a parte.

Desta forma, analisamos as partes do currículo referentes ao nosso objeto de estudo que é o ensino de ciências por investigação no ensino fundamental. Fizemos a análise dos seguintes capítulos: “Textos Introdutórios”, “O Ensino Fundamental no Contexto da Educação Básica” e a “Apresentação da área: Ciências da Natureza”.

O capítulo referente aos Textos Introdutórios traz ao professor orientações legais e pedagógicas que foram utilizadas para a construção do CRMG. Neste contexto, o CRMG teve como base legal, a Constituição Federal (1988), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), o Plano Nacional de Educação (PNE/2014) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC/2017). Também foram considerados e estudados outros documentos curriculares já existentes no estado como o Currículo Básico Comum (CBC), também o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), bem como reconhecimento e valorização dos diferentes povos, culturas, territórios e tradições existentes em Minas Gerais.

O CRMG foi construído em regime de colaboração entre a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEEMG) e a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação de Minas Gerais (UNDIME/MG), a fim de fortalecer e avançar na consolidação de um Sistema Integrado de Educação Pública – SIEP. O regime de colaboração para construção deste documento se fez central e ao mesmo tempo um desafio, devido à extensão do estado de Minas Gerais, vez que possui grande pluralidade cultural e diferentes realidades socioeconômicas. Por isso é importante uma parte comum no currículo que ofereça direitos de aprendizagens essenciais, devido aos estudantes transitarem entre as redes de ensino, bem como no território estadual, sem que sejam prejudicados nos direitos de aprendizagem.

Neste processo de construção foram estabelecidos uma Comissão Estadual, com representações políticas de órgãos e entidades, um Comitê Executivo para condução e tomada de decisão, uma Coordenação Técnica para encaminhamento

dos trabalhos e Grupos de Trabalho de Currículo para redação do documento. Toda a equipe envolvida participou de encontros formativos realizados pelo Ministério da Educação – MEC e formações internas oferecidas por professores e pesquisadores de universidades mineiras.

O regime de colaboração contou com profissionais de diversas áreas de conhecimento e de várias regiões do estado, a fim de conferir ao documento “um caráter próprio, incorporando as diretrizes e normativas da BNCC, bem como dos preceitos de uma educação libertadora, que vise a equidade e a qualidade educacional dos sistemas de ensino, promovendo a inclusão, reconhecendo e valorizando as diversidades” (MINAS GERAIS, 2018, p. 7).

Após edição do documento foi realizado o dia D no estado, o qual reuniu 120 mil profissionais da educação para analisar a versão preliminar do currículo, bem como contribuir para definições conceituais deste e com propostas para ampliá-lo. Também foi realizada uma consulta pública com participação de mais de 404 mil participantes.

Outras parcerias para a construção do CRMG foram o Fórum Estadual Permanente de Educação de Minas Gerais - FEPEMG, o Fórum Mineiro de Educação Infantil – FMEI, o Conselho Estadual de Educação de Minas Gerais - CEE/MG, além de outras entidades e atores colaboradores.

O Currículo Referência de Minas Gerais:

[...] coloca as crianças, adolescentes, jovens e adultos no centro do processo de ensino e aprendizagem; que dialoga e considera os sujeitos numa visão integral, com múltiplos anseios e necessidades de formação; que reverbera o processo de ensino e aprendizagem de forma participativa e produtora de conhecimentos, imanente às realidades dos atores participantes; que inova numa visão de formação para além dos conteúdos escolares, e também para as práticas nas relações sociais no e com o mundo. (MINAS GERAIS, 2018, p. 8).

Posterior ao processo de construção é feita uma relação com a BNCC e com a sala de aula. Ressalta a BNCC como referência nacional para a construção dos currículos, sendo frisado seu papel como “referência” a fim de orientar a construção dos referenciais curriculares de cada estado/sistema de ensino e dos projetos político-pedagógicos. Desta forma, a Base indica o ponto aonde se quer chegar e o currículo traça o caminho até lá. De modo que, ambos os documentos têm por objetivo assegurar aos estudantes os direitos de aprendizagens por meio do

desenvolvimento de competências que se configuram na mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para a resolução de demandas complexas da vida cotidiana.

Espera-se que os estudantes desenvolvam algumas aprendizagens dentre as quais no campo do ensino de ciências se destacam a valorização dos conhecimentos construídos historicamente; a recorrência à abordagem própria das ciências tais como “investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções” (MINAS GERAIS, 2018, p. 10), a utilização de diferentes linguagens dentre as quais a linguagem científica, a compreensão de diferentes fontes de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, bem como argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões. Características estas condizentes com o que se espera do Ensino de Ciências por Investigação e que estão explícitas no texto como objetivo do ensino de ciências.

Ao longo de nossa análise dos textos introdutórios do Currículo Referência de Minas Gerais, pudemos perceber que não é feita referência explícita à abordagem ensino por investigação. Contudo, é observado um discurso favorável às mudanças no modelo de ensino, além da menção explícita de várias características do ensino com abordagem investigativa.

Posterior à análise dos textos introdutórios, partimos para a parte específica relacionada à nossa área de estudos, o Ensino de Ciências nos anos finais do ensino fundamental. Primeiro analisamos a apresentação da área de Ciências da Natureza e posteriormente o currículo propriamente dito com os direitos de aprendizagens propostos para cada ano do ensino fundamental anos finais.

As ciências são apresentadas como uma forma de o ser humano buscar explicações para suas inquietudes acerca do mundo. Ela está associada à história da humanidade e, portanto, não é uma verdade absoluta, mas sim um processo de investigação acerca de processos físicos, químicos, biológicos e sua relação com os avanços tecnológicos da sociedade. “A investigação visa a formação de sujeitos que atuem como agentes questionadores e transformadores, conscientes de sua responsabilidade frente aos fenômenos naturais” (Minas Gerais, 2018, p. 731), aspectos estes inerentes à Alfabetização Científica.

Vários procedimentos relacionados à Ciência da Natureza são apresentados, tais como:

[...] a **observação**, a **experimentação**, a **comparação**, a **elaboração de hipóteses e suposições**, o **debate** oral sobre hipóteses, o **estabelecimento de relações** entre fatos ou fenômenos e ideias por meio da leitura e escrita de textos informativos, a elaboração de roteiros de **pesquisa bibliográfica** e questões para **enquete**, a busca de informações em fontes variadas, a **organização de informações** por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, o **confronto entre suposições** e entre elas e os dados obtidos por investigação, a **elaboração de perguntas e problemas**, a **proposição para a solução** de problemas. (MINAS GERAIS, 2018, p. 731).

Estes procedimentos correspondem a práticas condizentes com o trabalho científico e estão diretamente relacionadas ao ensino de ciências por investigação. Neste contexto é apresentado o mesmo quadro (já colocado neste trabalho na seção referente à análise da BNCC, vide figura 1 da página 71) presente na BNCC, com as situações que devem ser promovidas pelo ensino de Ciências.

Em continuidade o CRMG apresenta o componente curricular de Ciências, o qual pertence à área das Ciências da Natureza. É necessário que o currículo seja flexível às diferentes realidades das escolas mineiras, contudo, alguns direitos de aprendizagem são considerados essenciais, sendo obrigatórios no Estado de Minas Gerais. Diante disso, é necessário que os temas sejam flexíveis que permitam a sistematização pelos estudantes nos diferentes meios que estão inseridos potencializando uma aprendizagem significativa. O uso de temas de trabalho parte de uma perspectiva freiriana no qual o ensino dos novos conhecimentos deve partir das realidades e contradições do indivíduo que podem se relacionar ao conhecimento científico que se quer trabalhar, ou seja, é favorável à construção do conhecimento a partir daquilo que o estudante já sabe e incorporar novas ideias que serão confrontadas com seus conhecimentos prévios.

Além de uma aprendizagem significativa, espera-se do ensino de ciências a promoção do Letramento Científico, que no CRMG é explicado como a “capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (Minas Gerais, 2018, p. 733), sendo importante para o exercício da cidadania. O termo usado pelo CRMG trata-se de Letramento Científico, contudo nós optamos pelo uso do termo Alfabetização

Científica para descrever os processos envolvidos na formação cidadã do indivíduo para atuação na sociedade.

O Currículo Referência de Minas Gerais em Ciências compõe-se de Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades contempladas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Também são apresentadas as oito competências específicas do ensino de Ciências da Natureza para o ensino fundamental, que já foram apresentadas por nós na seção de análise da BNCC.

Além das bases legais e pedagógicas, também se faz necessário que o ensino de ciências seja reflexivo, para isso o texto traz questionamentos importantes para se repensar o ensino de ciências dentre os quais um deles se destaca no que se refere ao ensino de ciências por investigação: *“Quais os tipos de dificuldades o estudante apresenta nesta etapa da sua formação diante dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica?”* (MINAS GERAIS, 2018, p. 735). Os demais questionamentos se referem à importância do ensino de ciências para a formação social, os fenômenos relacionados ao ensino de ciências e as expectativas do ensino fundamental.

A área de Ciências da Natureza envolve conhecimentos nas dimensões cognitiva, emocional, social, cultural, intelectual e física, as quais devem ser consideradas para uma formação integral dos estudantes, sendo a interdisciplinaridade importante para esse processo. É preciso considerar que o ensino de ciências envolve um processo contínuo de contextualização histórica, social e cultural, com finalidade que desenvolvam autonomia e senso crítico, bem como exercitem o diálogo, a argumentação, para exercício da cidadania de modo a promover a inclusão.

Desta forma, o ensino de ciências objetiva a formação de estudantes questionadores e investigativos, que construam e reconstruam conhecimentos e relacionem esses com a sociedade. O ensino investigativo se dá por meio da,

[...] observação e da pesquisa com o objetivo da integração do conhecimento científico resultante da investigação da natureza para interpretar racionalmente os fenômenos naturais observados, decorrentes de contextos históricos, sociais e econômicos considerados no tempo, espaço, matéria, movimento, força, campo, energia, vida e evolução. (MINAS GERAIS, 2018, p. 737-738).

Fazendo-se necessária a promoção de situações nas quais os estudantes possam: “observar analisar, propor, planejar, investigar, relatar, desenvolver e

implementar ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental” (Minas Gerais, 2018, p. 738), práticas estas que podem ser contempladas pela proposição de problemas desafiadores que instigue os estudantes, bem como pela valorização dos conhecimentos prévios dos mesmos.

Diante disto não se pretende homogeneizar as práticas docentes, mas sim sugerir caminhos para que o professor organize seu trabalho, a fim de que amplie a noção de conteúdo, o qual envolve conceitos, procedimentos e atitudes. Mais especificamente no campo das ciências é necessário criar um ambiente investigativo, no qual os conteúdos sejam um ponto de chegada, sendo importante o entendimento da ciência como uma construção humana que envolve relações com os contextos: cultural, ambiental, socioeconômico, histórico e político.

São listadas algumas posturas e estratégias pedagógicas que podem auxiliar na construção de um ambiente investigativo:

1. Reconhecer a importância do conhecimento prévio dos estudantes como elemento fundamental a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem;
2. 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;
3. 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;
4. 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. (MINAS GERAIS, 2018, p. 739).

Para a efetivação de um ensino de qualidade é preciso considerar que os estudantes possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural que devem ser valorizados e mobilizados, sendo o ponto de partida para construção de conhecimentos mais amplos. Para isso é necessário envolvê-los em investigações que lhes possibilitem:

[...] exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação; desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza. (MINAS GERAIS, 2018, p. 739).

Diferente dos textos introdutórios, percebe-se que a parte específica do currículo de ciências no ensino fundamental traz bastante ênfase no uso da investigação e das práticas envolvidas no processo investigativo como abordagem para o ensino de ciências. Diversas práticas similares às desenvolvidas pelos cientistas na produção, avaliação e comunicação dos conhecimentos, são mencionadas ao longo do texto, tais como: **observar**, **analisar**, **propor**, **planejar**, **investigar**, **relatar**, **desenvolver**, **argumentar** para **resolver problemas** desafiadores da vida cotidiana, de forma crítica e reflexiva, a fim de exercer sua cidadania.

O ensino de ciências deve promover a reflexão sobre ética, estética e política, bem como aprender sobre si, da manutenção da vida, dos materiais e os recursos naturais e suas transformações, das fontes de energia, do nosso planeta no Sistema Solar e no Universo e da aplicação dos conhecimentos científicos nas várias esferas da vida humana. Nos anos iniciais por meio da exploração das vivências dos estudantes de modo a ampliar ao longo do percurso com progressiva abstração e autonomia quando atingem os anos finais do ensino fundamental, sendo fundamental oportunizar o protagonismo estudantil, bem como valorizar suas experiências individuais e coletivas.

Os direitos de aprendizagem foram agrupados em quatro unidades temáticas, sendo que três delas correspondem às presentes na BNCC, “*Matéria e energia*”, “*Vida e evolução*”, “*Terra e Universo*” e, uma delas foi acrescida pelo estado de Minas Gerais, “*Ciência e Tecnologia*”. Essa última foi incluída objetivando a construção de uma educação contemporânea e crítica, baseada no conhecimento científico e socioambiental. Além da inclusão dessa unidade temática foram acrescentadas outras habilidades, que não estão presentes na BNCC, mas que contemplam a diversidade do ensino nas diferentes regiões do estado.

Vários dos temas abordados nas unidades temáticas favorecem a oportunidade de integração, sendo que questões socioambientais, relacionadas à saúde e a tecnologias, por exemplo, podem ser abordadas de formas conjuntas. Um exemplo semelhante ao trazido na BNCC diz respeito ao entendimento de saúde, para isso o estudante precisa conhecer o corpo humano, relacionar o saneamento básico a questões sanitárias, bem como à degradação do meio ambiente e os impactos ambientais. Além de compreender que medicamentos são substâncias sintéticas que atuam no funcionamento do nosso organismo. Podemos assim

perceber que os eixos se integram para o entendimento sobre saúde e por isso a importância de se pensar também na interdisciplinaridade, uma vez que neste exemplo outras áreas podem ser contempladas, por exemplo, em geografia pode-se abordar as condições de saneamento nas diferentes regiões do país, a história pode abordar as questões sociais envolvidas, a interpretação de gráficos favorece a matemática, bem como a leitura de textos a língua portuguesa. Portanto, a integração das unidades pode também favorecer a interdisciplinaridade, promovendo um ensino de situações cotidianas.

Por fim, é tratada a avaliação a qual deve ser realizada diariamente de forma dialógica e com um repertório diversificado de atividades. No campo das ciências espera-se que a avaliação da aprendizagem oportunize aos estudantes o desenvolvimento de habilidades para **identificar, descrever, relacionar, inferir, comparar, justificar, localizar e argumentar**, ou seja, que propicie o desenvolvimento de práticas epistêmicas. A avaliação deve ser pensada de forma que eles possam **participar de experiências**, de **debates** dos quais podem originar **sínteses individuais ou coletivas**, que possam **questionar informações científicas**, uma vez que não são verdades absolutas, que possam interpretar evidências obtidas em investigações a fim de **sustentar explicações com base em argumentos** que lhes propicie defender seus pontos de vista.

A avaliação da aprendizagem é efetiva quando oferece um retorno do desenvolvimento dos estudantes, uma vez que por meio dela é que o professor planeja as intervenções pedagógicas. Ela é processual e deve considerar além dos conteúdos, as atitudes e as condutas dos educandos, como respeito, saber ouvir, posicionamento em debates, iniciativa, entre outros. Sendo assim, o papel do professor é de mediador, que irá conduzi-los no processo da construção do conhecimento.

Mediante às análises dos documentos oficiais da educação, observamos que não há indicações e/ou instruções para o ensino por investigação na LDB por esta se tratar de um documento com leis que regulamentam a educação, tratando-se, portanto, de um documento normativo. A BNCC e o CRMG em seus capítulos destinados ao ensino de ciências apresentam uma preocupação com um ensino de ciências que forme cidadãos críticos, pensantes e atuantes na sociedade, aspectos estes condizentes com a Alfabetização Científica. Diversas práticas epistêmicas são elencadas ao longo do texto e há a preocupação com o desenvolvimento de ações

que aproximem o ensino de ciências das práticas desenvolvidas pela comunidade científica, deixando sempre claro que não é objetivo da educação básica formar cientistas, mas sim familiarizar os estudantes com as práticas que envolvem o ensino e aprendizagem em ciências, aspectos inerentes ao ensino de ciências por investigação. Estes dois documentos possuem caráter normativo-orientador, portanto, não trazem especificamente orientações de como o professor pode atuar para promover o ensino de ciências com foco nas práticas inerentes às ciências e à construção do conhecimento científico.

No que diz respeito ao PCN de ciências, um maior número de orientações que contribuem para o trabalho do professor foi observado, talvez por se tratar de um documento de caráter mais orientador. Pudemos observar que ao longo das explicações sobre os eixos temáticos, são detalhadas ao professor formas de se trabalhar diversos conteúdos, dentre as quais as características do ensino de ciências por investigação foram bem mais contempladas e orientadas.

Portanto, apesar de os documentos em vigor não trazerem orientações mais específicas para o ensino de ciências por investigação, eles mencionam características inerentes a esta abordagem de ensino. O PCN apesar de não ser o documento principal da educação básica atualmente, não deve ser abandonado, uma vez que traz mais detalhadamente instruções de como os professores podem abordar alguns conteúdos de forma mais investigativa e com características próprias da ciência.

## **6. ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS**

Nesta seção fizemos uma análise de livros didáticos de ciências com intuito de observar a presença de atividades e/ou textos que orientem o professor no desenvolvimento de atividades com uma abordagem investigativa.

Após analisarmos os documentos que normatizam e orientam a educação nacional, percebermos algumas diretrizes que orientam para o ensino investigativo, tais como orientações didáticas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de ciências, algumas habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG), ambos na área das ciências. Assim, escolhemos livros didáticos pertencentes a diferentes anos de publicação, a fim de observar se os livros didáticos se encontram em consonância

com os documentos orientadores da educação nacional no que diz respeito à abordagem investigativa.

Para nossa análise, dividimos esta seção em duas subseções: livros didáticos produzidos anteriormente à BNCC e livros didáticos produzidos após a homologação da BNCC. Para tanto, usamos o tema escolhido, Efeito Estufa, a fim de avaliar se há a presença de textos e atividades que usam a abordagem investigativa ou que permitem a adaptação para contemplar esta abordagem. Nosso objetivo foi analisar se o ensino de ciências por investigação já estava presente em livros mais antigos (anteriores à BNCC) e se nos livros mais recentes (posteriores à BNCC) esta abordagem de ensino foi introduzida ou aprimorada, uma vez que estudos nesta área têm sido crescentes.

### **6.1. Livros Pertencentes ao PNLD de 2001/2002**

Primeiramente analisamos dois livros da década de 2000 elaborados no período no qual os PCNs eram a base orientadora para a produção de livros didáticos. O terceiro livro anterior à BNCC foi analisado de forma comparativa com sua versão mais recente (pós BNCC), e por isso se encontra na seção 6.2.

Nos baseamos no tema Efeito Estufa e realizamos a leitura dos capítulos que contemplavam este assunto. Buscamos por características descritas em nosso referencial teórico para avaliar a presença de atividades investigativas e/ou textos que possibilitem o desenvolvimento ou adaptação para que contemple o ensino de ciências por investigação.

Realizamos a leitura e mediante nosso referencial teórico discutimos pontos importantes presentes nos livros passíveis de atenção, uma vez que possuem potencial investigativo.

#### *6.1.1. Análise do Livro “Ciências Novo Pensar”*

Dentre os livros didáticos anteriores à BNCC, analisamos o livro Ciências Novo Pensar para a 5ª série do ensino fundamental (atualmente 6º ano do ensino fundamental, devido à reorganização dos ciclos de ensino pela Resolução CNE/CEB nº 3/2005) no qual encontramos textos relacionados ao tema Efeito Estufa. Este livro

é do PNLD de 2002, elaborado pelos autores Demétrio Gowdak e Eduardo Martins e produzido pela FTD.

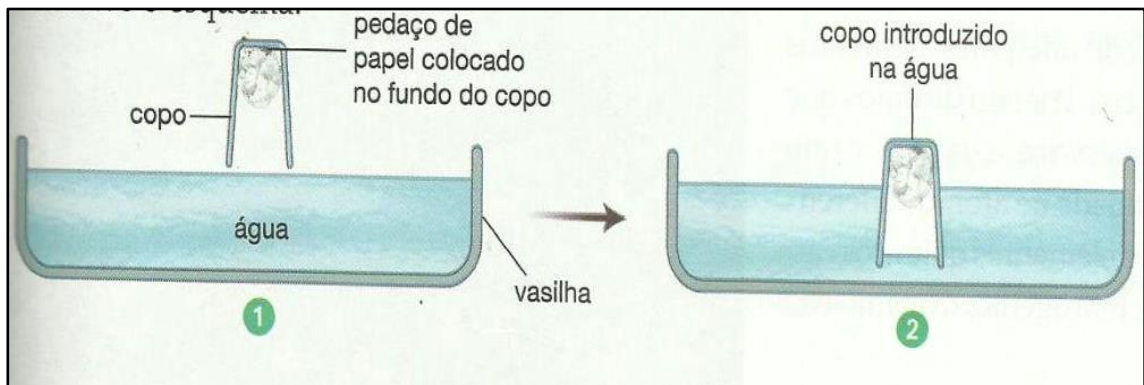
O livro foi escolhido mediante a presença de temas relacionados ao Efeito Estufa. Neste volume identificamos o tema Efeito Estufa na unidade intitulada “O ar”, que é composta por 5 capítulos. Os capítulos analisados que se relacionam mais diretamente com o estudo de fenômenos que têm relação com o Efeito Estufa são o capítulo 2, “O ar em volta da Terra” e o capítulo 3 “Os componentes do ar”. Estes capítulos englobam assuntos referentes à presença de uma atmosfera gasosa, a composição do ar atmosférico, a função de alguns dos gases da atmosfera, bem como a possibilidade de alteração desta por fatores naturais e antrópicos.

O capítulo “O ar em volta da Terra” se inicia buscando evidenciar a presença de ar em nosso meio apresentando situações tais como, ficar próximo a um ventilador ligado, folhas de árvores balançando ao vento e um atleta praticando windsurf no mar. Duas perguntas são feitas para introduzir estes exemplos. A primeira quer saber dos estudantes se *“uma caneta existe?”*, logo abaixo a resposta é apresentada: *“É claro”*, justificando sua existência pelo fato de poder vê-la, na sequência pergunta-se se o ar existe e afirma que a resposta terá de ser sim, apesar de não podermos vê-lo.

A nosso ver, os autores, por meio das perguntas, buscam a interação dos estudantes, problematizando o fato do ar ser uma mistura de gases, embora não possa ser visto. A questão da materialidade do ar tem grande potencial de iniciar uma sequência investigativa, caso fosse solicitado que buscassem por evidências de que ele realmente existe e ocupa lugar no espaço, tal como uma caneta. Entretanto, ao disponibilizar uma resposta logo em seguida à pergunta não favorece a reflexão, não permitindo que seus conhecimentos prévios sejam explorados. Caberia ao professor fazer uso da questão trazida pelo livro para transformá-la em uma atividade investigativa.

Após esta introdução é apresentado um experimento para demonstração da existência do ar, por meio de um esquema. Nesse, um pedaço de papel seco e amassado e colocado em um copo, o qual é mergulhado verticalmente em um recipiente com água como mostrado na Figura 2.

**Figura 2.** Esquema ilustrando um experimento que demonstra a presença de ar no ambiente.



**Fonte:** Livro Ciências Novo Pensar (PNLD, 2002, p. 25).

A nosso ver se trata de um experimento simples que poderia ser realizado pelos estudantes e problematizado para que eles busquem as evidências para formularem hipóteses, por exemplo, pedir que tentem mergulhar o copo de várias maneiras. Desta forma a prática de manipulação de materiais é favorecida, contribuindo com a instância epistêmica de produção do conhecimento. Inclusive essa situação experimental é trabalhada pelo grupo de pesquisa da USP, no LaPEF FEUSP. O LaPEF é um Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP.

O desenvolvimento das experimentações com os estudantes foi gravado e disponibilizado no canal do Youtube do grupo a 9 anos atrás e está disponível ao acesso público<sup>4</sup>. O objetivo do experimento era demonstrar a existência de ar e o espaço ocupado por ele. Na descrição do vídeo informa que este experimento é bastante conhecido pelos professores, mas realizado de forma demonstrativa. O grupo optou por adaptar a atividade de modo que modificaram a forma de aplicação propondo-a a partir de um problema a ser resolvido com condições para que elaborassem hipóteses. Os materiais foram apresentados a eles juntamente com o problema: *“Como colocar o papel dentro do copo e afundar o copo dentro da água sem molhar o papel?”* Os professores deixaram os grupos de estudantes livres para experimentar diversas formas de afundar o copo em um balde com água, até que eles conseguissem realizar o experimento sem molhar o papel. Destacamos aqui o papel do erro como importante na construção do conhecimento, à medida que

<sup>4</sup> O problema do copo. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=jsHgfbBNPE&t=546s&ab\\_channel=LaPEFFEUSP](https://www.youtube.com/watch?v=jsHgfbBNPE&t=546s&ab_channel=LaPEFFEUSP). Acesso: 13 ago. 2022.

experimentam diversas formas de afundar o copo sem molhar o papel, eles erraram e tentaram novamente. Para sistematização dos conhecimentos eles formaram um único grupo e cada estudante explicou como fez para realizar o experimento e obter o resultado esperado, sendo uma forma de promover o debate, além de contribuir para a tomada de consciência. É destacado o papel das perguntas realizadas pelo professor para conduzir o debate, por exemplo, perguntar “Por quê?”, assim propõem explicações para o fenômeno. Por fim, é solicitado que os estudantes escrevam e desenhem sobre o experimento, sendo uma forma de sistematização individual.

A sequência do texto trata sobre a matéria, elementos químicos, átomos, moléculas, fórmulas químicas, bem como um pouco da história do surgimento da química moderna.

Após o conteúdo é apresentada a seção “Agora é sua vez” a qual possui atividades para serem respondidas pelos estudantes (ANEXO A). As questões não apresentam caráter investigativo.

Posterior às atividades há um *Box* “Desafio” que solicita aos estudantes que elaborem um experimento diferente do livro que demonstre a existência do ar. Esta atividade nos chama atenção para sua possibilidade de deflagrar uma atividade investigativa, contudo, se faz necessária uma orientação do professor. Os estudantes têm o **problema** a ser resolvido que é demonstrar a existência do ar, e precisam **elaborar** um experimento que lhes evidencie o fenômeno. Ao fazer isso eles poderão **analisar** variáveis, **discutir** resultados, **avaliar** se há a presença do ar, dentre outras práticas envolvidas em uma atividade investigativa. Observamos claramente a intenção de se promover um ensino investigativo, mediante ao problema apresentado aos estudantes, neste caso, se faz de extrema importância a orientação do professor para que o ensino investigativo seja contemplado.

Após as atividades escritas é indicada uma atividade prática com objetivo de provar a existência do ar e que este ocupa lugar no espaço. Consiste em uma vela acesa, um recipiente com rolha na qual 2 furos devem ser feitos, um para encaixar um funil e no outro um canudo. Pelo funil será colocada água no recipiente e o canudo deve ser direcionado para a chama da vela, conforme é mostrado na Figura 3.

**Figura 3.** Experimento para demonstrar a presença de ar.

**OUTRAS ATIVIDADES**

**■ Atividade prática**

**Objetivo**  
Provar que o ar existe e ocupa espaço.

**Material**

- Água
- Vela acesa
- Funil
- Recipiente com rolha com dois furos
- Tubinho dobrado (pode ser um canudinho de refrigerante)

**Procedimento**  
Monte o material conforme a figura ao lado e jogue água pelo funil.

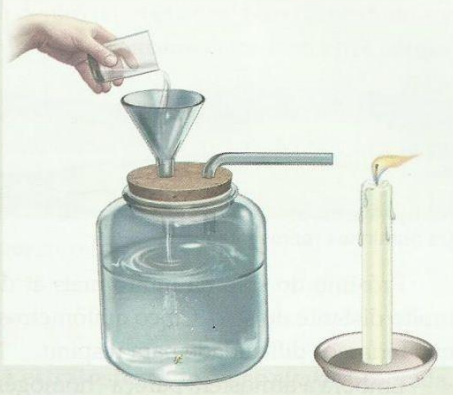
**Conclua e responda no caderno.**

**a)** Por que a chama se movimentou após a adição de água no funil?

**b)** Por que o ar saiu pelo tubinho?

**■ Trabalhe com seu grupo**  
Recorte fotos de jornais ou revistas e monte um mural que mostre a importância do ar no nosso dia-a-dia.

**Obs.: não se esqueça de que você deve fazer o experimento com cuidado e com a supervisão de um adulto.**



**Fonte:** Livro Ciências novo pensar. (PNLD, 2002, p. 31).

Duas perguntas são apresentadas: **“a) Por que a chama se movimentou após a adição de água no funil? B) Por que o ar saiu pelo tubinho?”**. Ambas as perguntas contribuem para a elaboração de uma **hipótese** pelos estudantes, por exemplo, eles podem mensurar que **“Quando a água entra no recipiente ela movimenta o ar que sai porque ele é mais leve”**. As perguntas apresentadas favorecem o debate acerca do fenômeno observado, onde eles têm oportunidade de **avaliar** a teoria de que o ar tem massa e ocupa lugar no espaço. Durante a atividade, o professor pode formular outras perguntas, a fim de favorecer o **debate** entre eles. Portanto, esta atividade bem orientada pelo professor pode deflagrar características de um ensino investigativo. Também há uma atividade de pesquisa em grupo que solicita a montagem de um material de divulgação.

O próximo tema a ser estudado são as camadas da atmosfera. O texto questiona os estudantes sobre **“onde há mais ar?”** E pede aos estudantes que

observem a imagem do planeta Terra ao lado na qual é destacada uma camada que representa a atmosfera (Figura 4).

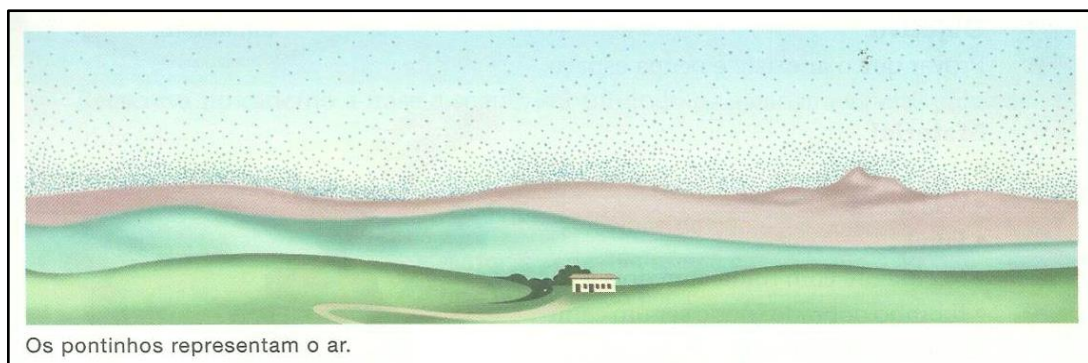
**Figura 4.** Esquema ilustrativo da atmosfera terrestre.



**Fonte:** Livro Ciências novo pensar. (PNLD, 2002, p. 31).

Uma segunda imagem esquemática na qual o ar é representado por pontinhos azuis (Figura 5), exemplifica a maior concentração de ar nas camadas mais baixas, próximas ao solo.

**Figura 5.** Esquema ilustrativo das partículas de ar na atmosfera.



Os pontinhos representam o ar.

**Fonte:** Livro Ciências novo pensar. (PNLD, 2002, p. 32).

Por conseguinte, é descrita cada camada da atmosfera sendo apresentadas as características e fenômenos que acontecem em cada. São elas: troposfera,

estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera, na ordem de proximidade com a superfície terrestre.

Após a caracterização das camadas da atmosfera há um *Box* “Fique mais informado” com o tema Conhecendo o gás ozônio. É explicada sua composição, bem como sua utilização como bactericida e sua importância nas camadas mais altas da atmosfera como filtro da radiação ultravioleta proveniente do Sol, entretanto, sendo um gás tóxico em baixas altitudes, proveniente dos escapamentos dos carros.

Segue-se outro *Box* ainda sobre o gás ozônio intitulado “Esclarecendo” tendo como tema “*Camada de ozônio: a guerra continua*”. Neste texto é tratada a destruição da camada de ozônio ocasionada por gases chamados clorofluorcarbonetos (CFC) que começaram a ser usados nos anos 30 e interagem com o ozônio reduzindo sua concentração, favorecendo a passagem de raios solares nocivos à saúde principalmente pele e olhos. Há a preocupação com a liberação dos CFCs e a iniciativa do Protocolo de Montreal em propor uma redução das emissões desses gases e posterior eliminação do uso destes. Por se tratar de um material disponibilizado em 2002, ainda era grande a preocupação com esses gases, de modo que o texto menciona que o problema do buraco na camada de ozônio na Antártica estava longe de ser solucionado e destaca a necessidade de recuperá-la.

Por fim, o capítulo traz algumas atividades na seção “Agora é sua vez”. As atividades não são problematizadas, não favorecem um ensino investigativo, tampouco referem-se ao Efeito Estufa (ANEXO B).

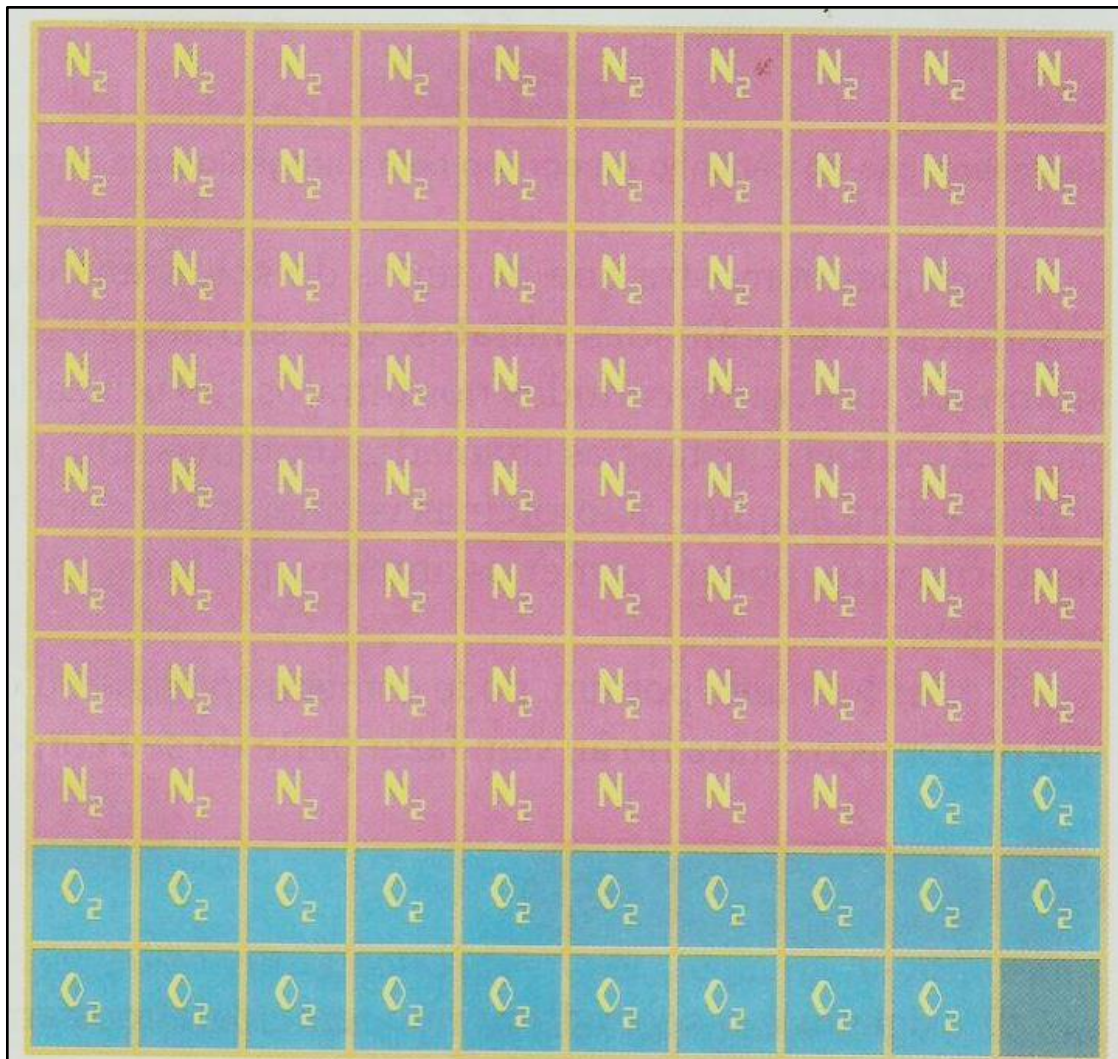
A atividade proposta no “Desafio”, trata-se de um júri simulado onde parte da turma deverá acusar e outra defender os CFCs. O júri simulado é uma atividade que pode deflagrar uma abordagem investigativa, uma vez que os estudantes precisam **investigar, buscar dados, elaborar hipóteses, analisar evidências, debater, argumentar** sobre o tema de modo a defender ou acusar o réu, neste caso os CFCs. Novamente é apresentada uma situação na qual os estudantes precisam contrapor dados e arguir sobre os mesmos para apresentar uma explicação para a situação analisada, ou seja, é evidente que os estudantes precisam investigar os fenômenos envolvidos e construir explicações para explicar o problema.

Ao final do capítulo há a seção “Outras atividades” que sugere o trabalho em grupo sobre o tema destruição da camada de ozônio. São apresentadas algumas informações aos estudantes e ao final é solicitado que eles criem uma campanha

publicitária consciente sobre uma geladeira ecologicamente correta, que não agrida a camada de ozônio, por meio de painéis ou cartazes (ANEXO C). Esta atividade pode ser utilizada para **sistematização** dos conhecimentos após a realização do júri simulado, uma vez que os estudantes colocaram em prática os conhecimentos adquiridos.

O próximo capítulo trata os componentes do ar. O texto questiona os estudantes sobre quais os gases presentes no ar e logo em seguida explica as proporções destes, apresentando uma tabela com os valores em porcentagem favorecendo a interdisciplinaridade com a matemática (Figura 6).

**Figura 6.** Esquema demonstrando porcentagens dos principais gases atmosféricos.



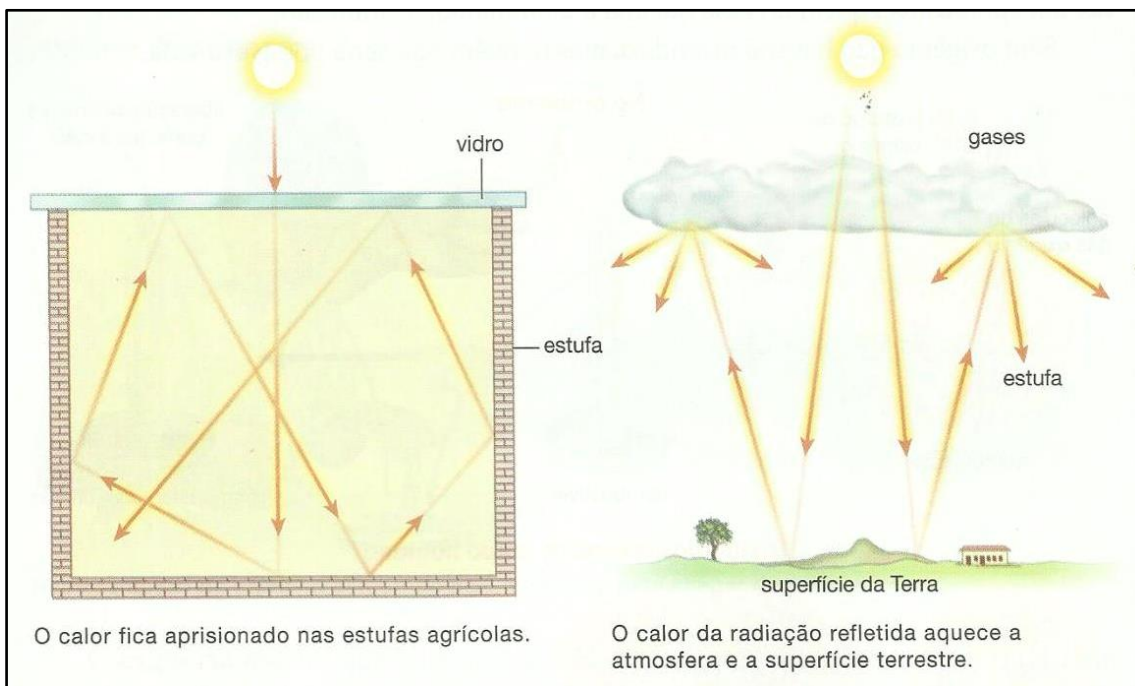
Fonte: Livro Ciências Novo Pensar. (PNLD, 2002, p. 39).

O primeiro gás a ser estudado é o nitrogênio. É explicada sua concentração na atmosfera, importância na formação de proteínas, sua fixação às plantas por bactérias e incorporação ao longo da cadeia alimentar e devolução ao ambiente por meio do processo de decomposição.

O próximo gás é o oxigênio, utilizado na respiração aeróbia na qual as células realizam a oxidação da glicose para produzir energia e também no processo de combustão. Há dois esquemas simplificados que representam uma visão geral de ambos os processos.

O gás seguinte é o gás carbônico, importante para a fotossíntese e para o chamado Efeito Estufa, sobre o qual é feita uma analogia com uma estufa de plantas. O texto questiona os estudantes sobre o que o gás carbônico tem a ver com o Efeito Estufa e em seguida compara com o fenômeno que acontece na Terra por meio de dois esquemas, conforme demonstrado na Figura 7.

**Figura 7.** Esquema comparativo de uma estufa de planta com o Efeito Estufa da Terra.



**Fonte:** Livro Ciências novo pensar. (PNLD, 2002, p. 42).

Por conseguinte, é mencionado o aumento da concentração desse gás na atmosfera após a revolução industrial devido ao aumento na queima de

combustíveis fósseis e tendo como consequência o aumento da temperatura do planeta, levando ao derretimento do gelo e aumento do nível do mar.

O próximo tópico é referente aos gases nobres, representando menos de 1% dos gases da atmosfera e o vapor de água que varia de acordo com o lugar e estação do ano, de modo que a umidade é evidenciada por duas imagens: uma de um ambiente úmido e outra de um ambiente seco.

Poeira e micróbios também são apresentados como constituintes do ar atmosférico, o primeiro proveniente de partículas sólidas e o segundo são microrganismos que podem causar doenças quando atingem as vias respiratórias.

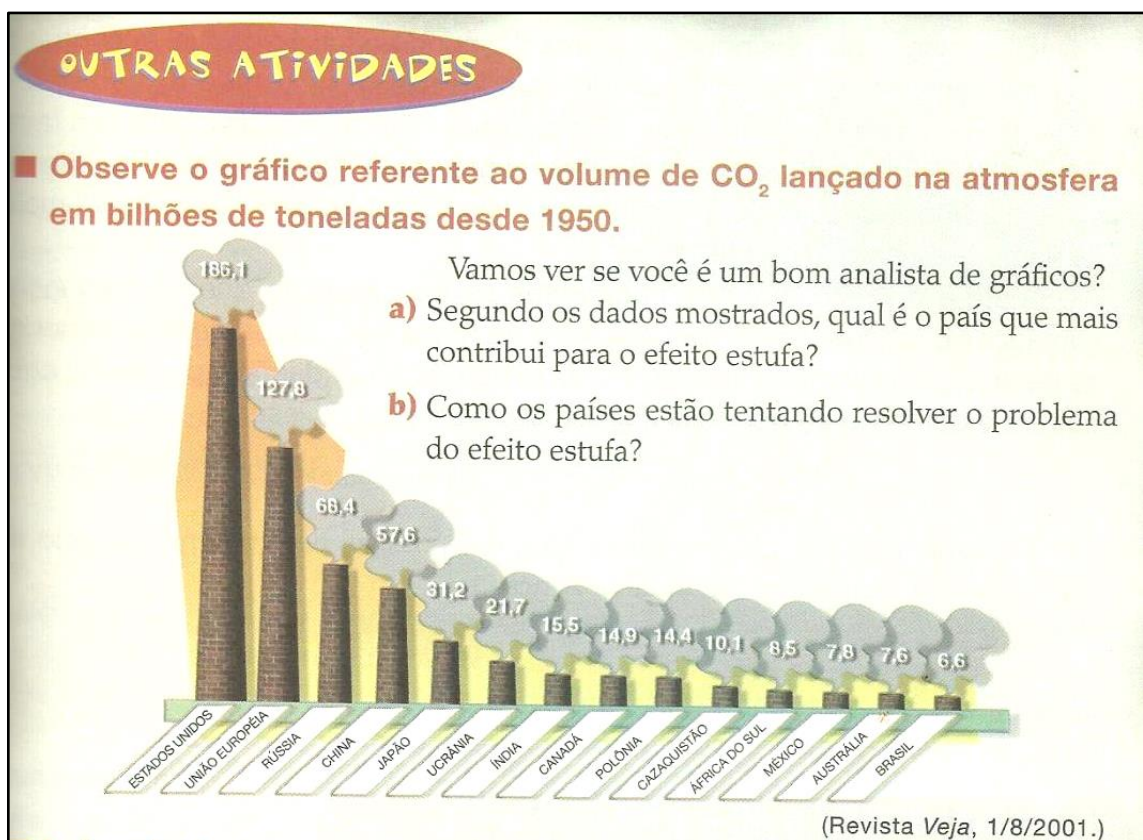
Há em seguida um *Box* “Fique mais informado”, seu título é “Países discutem o Efeito Estufa e mudanças climáticas – Tratado de Kyoto”. O texto discorre sobre o acordo firmado em Kyoto, no Japão, entre vários países buscando alternativas e propondo metas para redução da emissão de gases do Efeito Estufa. No texto é usada a seguinte expressão “podemos sofrer as consequências do Efeito Estufa”. Esta expressão foi usada de forma incorreta, uma vez que o Efeito Estufa é um fenômeno natural sem o qual não haveria vida na Terra como a conhecemos. Portanto, trata-se de um erro conceitual, a expressão correta que permitiria uma compreensão adequada do problema seria: “*podemos sofrer as consequências da intensificação do Efeito Estufa*”, visto que o real problema é o aumento da emissão de gases do Efeito Estufa o que tem potencial de provocar alterações neste fenômeno natural. O texto também chama atenção para este assunto como uma questão de cidadania e preservação ambiental.

A seção de atividades “Agora é sua vez” (ANEXO D) é apresentada e possui 5 questões a serem respondidas pelos estudantes. Estas questões discorrem sobre o formar frases sobre o capítulo em geral e sobre os gases da atmosfera. Destacamos a questão 5 que propõe a situação hipotética sobre “**o que aconteceria na Terra e com os seres vivos se faltasse o gás carbônico?**” Esta questão **problematiza** o tema e permite que **formulem hipóteses**. A partir desta questão o professor poderia sugerir que eles propusessem formas de comprovar a importância desse gás para a vida na Terra, por exemplo, poderiam **coletar** dados por meio de pesquisa, **analisar evidências**, **debater**, **construir argumentos** para a situação analisada.

Posterior às atividades há uma questão “Desafio” sobre o congelamento correto dos alimentos, tratando-se de uma pesquisa a ser realizada pelos estudantes.

A seção “Outras atividades” (Figura 8) traz uma interpretação de gráfico o que é importante para a interdisciplinaridade matemática, ambas não possuem caráter investigativo e novamente é apresentado o conceito errôneo de que o Efeito Estufa é um problema. A primeira questão é uma interpretação do gráfico e a segunda é uma pergunta direta a qual pode ser respondida com base nos textos do livro sem a necessidade de uma maior reflexão.

**Figura 8.** Atividades da seção “Outras atividades”.



**Fonte:** Livro Ciências Novo Pensar. (PNLD, 2002, p. 45).

A segunda atividade desta seção traz o texto “Greenpeace alerta que a neve do Kilimanjaro está derretendo”. Este texto se refere ao derretimento de geleiras devido ao aquecimento global. Por se encontrar no livro referente ao PNLD de 2002, ainda eram recentes os debates gerados pelo Protocolo de Kyoto assinado em 1997. Outro fator que observamos é a ausência de opiniões contrárias à ocorrência de mudanças climáticas, onde este fenômeno é apresentado como verdade

absoluta, não sendo levados em conta outros fatores que alteram o clima além do gás carbônico. Percebemos que o tom de alerta e preocupação com as mudanças climáticas é de certa forma bem maior e intenso do que o presente nos livros analisados referentes ao PNLD 2020.

A atividade associada ao texto pede aos estudantes que relacionem o aumento do gás carbônico e o possível derretimento do gelo do Kilimanjaro. Esta atividade tem potencial de deflagrar um ensino investigativo, uma vez que **problematiza** o assunto por meio do texto, entretanto, o professor precisa buscar outras fontes de informação para a condução deste tipo de atividade, visto que as informações presentes no capítulo estudado são muito superficiais, algumas errôneas e não são apresentados pontos de vista diferentes, o que leva o estudante à compreensão do assunto de forma unidirecional, sendo, as mudanças climáticas provocadas pela ação humana, apresentadas como verdade absoluta.

O próximo tema a ser abordado trata-se de como os seres vivos modificam o ar. Os estudantes são questionados se *o ar sempre foi igual ao que é agora e como um ser vivo pode modificar o ar*. Após estes questionamentos é apresentado o tema respiração. É feita uma analogia ao processo de combustão e também é explicada a fotossíntese. É feita uma comparação entre ambos os processos.

Posterior há o *Box* “Fique mais informado” com o título: “Evitando o aquecimento global.” Logo na frase inicial do texto encontramos um erro conceitual: **“Um dos problemas mais sérios da humanidade é o aquecimento global (ou Efeito Estufa)”**. Esta frase traz erroneamente a concepção de que Efeito Estufa e aquecimento global tratam-se do mesmo fenômeno, entretanto, não o são, uma vez que o Efeito Estufa é um fenômeno natural que propicia a vida na Terra como a conhecemos e o aquecimento global é causado pela intensificação do Efeito Estufa, provocado pela emissão de gases que retém maior quantidade de calor na atmosfera terrestre.

As demais informações contidas no texto são a respeito dos organismos fotossintetizantes que contribuem para **“retirada do excesso de gás carbônico da atmosfera lançado pelas indústrias”** o texto dá a entender que apenas as indústrias lançam gás carbônico na atmosfera, não leva em consideração fenômenos naturais como, a erupção de vulcões e a respiração aeróbia. Por fim fala da importância da conservação das áreas verdes para evitar o aquecimento global.

O *Box* seguinte, “Esclarecendo”, traz informações sobre as mudanças na atmosfera ao longo de 3 bilhões de anos.

A próxima seção é o “Agora é sua vez” e conta com 4 atividades sobre o tema. As questões não possuem características investigativas, não contextualizam e solicitam dos estudantes respostas diretas. Há outra questão desafio que pede a eles para pesquisarem a importância das florestas e das algas marinhas para a manutenção da quantidade de oxigênio no ar (ANEXO E).

Por último há o *Box* “Outras atividades” (Figura 9), que possui duas atividades práticas e um trabalho em grupo. A primeira atividade prática consiste em demonstrar a liberação de gás carbônico durante a combustão de uma vela e pela respiração humana. Para a realização destes experimentos são solicitados os seguintes materiais: recipiente cilíndrico; vela; tampa para o recipiente; canudinho e água de cal, a qual pode ser obtida a partir da mistura de bicarbonato de sódio com água. O primeiro procedimento consiste em colocar a água de cal no recipiente com a vela acesa fixada e observar o aspecto da água. No segundo é solicitado que se jogue a água fora, lave o recipiente e novamente coloque água de cal. Após é solicitado que o estudante com o uso do canudinho sopre a água do recipiente.

Figura 9. Experimento demonstrando a liberação de gás carbônico.

**OUTRAS ATIVIDADES**

■ **Atividades práticas**

**I. Objetivo**  
 Demonstrar que o ser humano ao respirar elimina gás carbônico.

**Material**

- 1 recipiente cilíndrico
- 1 vela
- 1 tampa para o recipiente
- 1 canudinho (para cada aluno(a))
- Água de cal (se você não tiver a água de cal pronta, basta adicionar três colheres de sopa de bicarbonato de sódio em 1 litro de água, deixar repousar e depois filtrar com algodão ou papel-filtro)

**Procedimentos**

- 1º) Coloque a água de cal dentro do recipiente onde já está fixa uma vela acesa. Tampe o recipiente e observe.
- 2º) Lave o recipiente usado no procedimento anterior. Coloque água de cal no recipiente e sopre durante um minuto pelo canudinho dentro da água de cal.

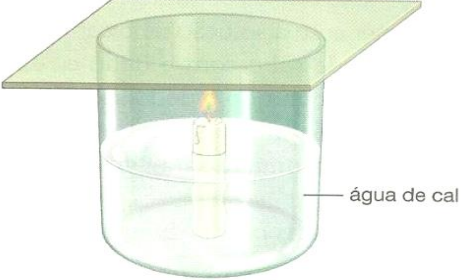
**Conclua e responda no caderno.**

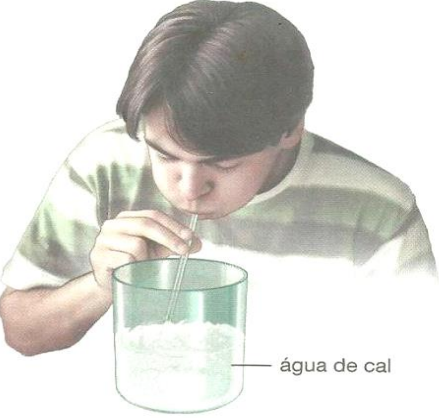
- a) Por que a vela apagou?
- b) Por que a água de cal ficou turva no 1º procedimento?
- c) Por que a água de cal ficou turva no 2º procedimento?

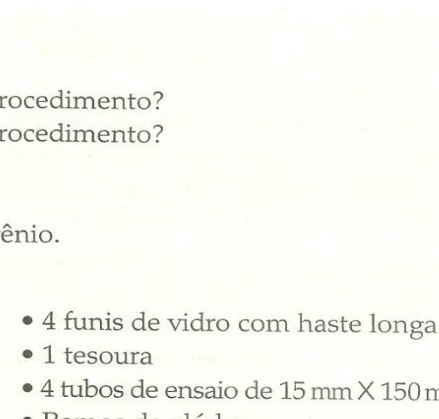
**II. Objetivo**  
 Demonstrar que a fotossíntese produz oxigênio.

**Material**

- Balde com capacidade para 5 litros de água
- 40 g de bicarbonato de sódio
- 4 béqueres de 1 000 mL
- 2 caixas de papelão
- 4 funis de vidro com haste longa
- 1 tesoura
- 4 tubos de ensaio de 15 mm X 150 mm
- Ramos de elódea







Fonte: Livro Ciências novo pensar. (PNLD, 2002, p.53).

Após a realização dos procedimentos são apresentadas três questões enumeradas de “a” a “c”, são elas: **“a) Porque a vela apagou?; b) Porque a água de cal ficou turva no 1º procedimento? e c) Porque a água de cal ficou turva no 2º procedimento? ”.**

A nosso ver esta atividade tem potencial para favorecer o desenvolvimento de um ensino investigativo. No experimento da vela o professor pode conduzir os estudantes à elaboração de uma **hipótese** sobre o que acontecerá com a chama da vela ao se tampar o recipiente com a água de cal, enquanto no outro pode ser levantada a **hipótese** sobre o que acontecerá com a água de cal após soprar com o canudinho. Em ambas as situações é importante que o professor os questione sobre o porquê de suas **hipóteses** e que as registrem para serem analisadas após a realização dos experimentos. Ao realizar os experimentos eles estarão exercitando a **manipulação de materiais**, a **observação** e **análise**, bem como **coletando evidências** que os permitam explicar o mesmo. O professor, por meio das perguntas, pode promover o **debate**, de modo que eles analisem os fenômenos e discutam os resultados obtidos em ambos, baseados no que foi estudado até o momento. Os textos do capítulo dão condições para eles **avaliarem** a eliminação de gás carbônico na respiração e na combustão. A discussão permite promover a **sistematização** coletiva das informações e posterior a ela, o professor pode solicitar que eles respondam às perguntas no caderno como uma forma de sistematização individual do conhecimento, bem como pode solicitar que expliquem o passo a passo dos resultados, como forma de **concluir** a construção do conhecimento.

Neste mesmo *Box* há uma segunda atividade experimental que também pode deflagrar em uma atividade investigativa (figura 10). Este tem por objetivo demonstrar a produção de oxigênio na fotossíntese. Os materiais solicitados são balde com água; bicarbonato de sódio; béqueres; caixas de papelão; funis de vidro; tesoura; tubos de ensaio e ramos de elódea (planta). Deverão ser montados quatro experimentos da seguinte forma: nos quatro béqueres serão colocadas a solução de água e bicarbonato de sódio, em apenas dois deles serão colocados os ramos de elódea e cobertos com os funis de vidro. O próximo passo é colocar a solução nos tubos de ensaio, tampar com o dedo e emborcar sobre o funil de vidro sem que se deixe entrar ar dentro do mesmo. Em todos os quatro béqueres serão colocados o funil e o tubo de ensaio, de modo que os experimentos que não contém a elódea funcionam como grupo controle do experimento. Por fim, é solicitado que cubra com as caixas de papelão dois dos experimentos, um com e um sem a elódea, ao tempo que outros dois experimentos (um com e outro sem a elódea) sejam deixados na presença de luz.

**Figura 10.** Experimento para demonstrar a liberação de gás oxigênio.

**Procedimento**

No balde, dissolva 40 g de bicarbonato de sódio em 4 litros de água.

Encha quase completamente os 4 béqueres com a solução.

Coloque dentro de dois deles uma boa quantidade de elódea. Corte os ramos dentro da solução.

Cubra os ramos com os funis.

Nos dois outros béqueres, coloque os funis sem a elódea.

Encher com a solução de bicarbonato de sódio cada tubo de ensaio até transbordar.

Tape cada tubo com o dedo e **emborque** -os sobre a haste de cada funil, retirando o dedo sem deixar entrar ar no tubo.

Desça cada tubo de ensaio até que fique apoiado sobre o funil.

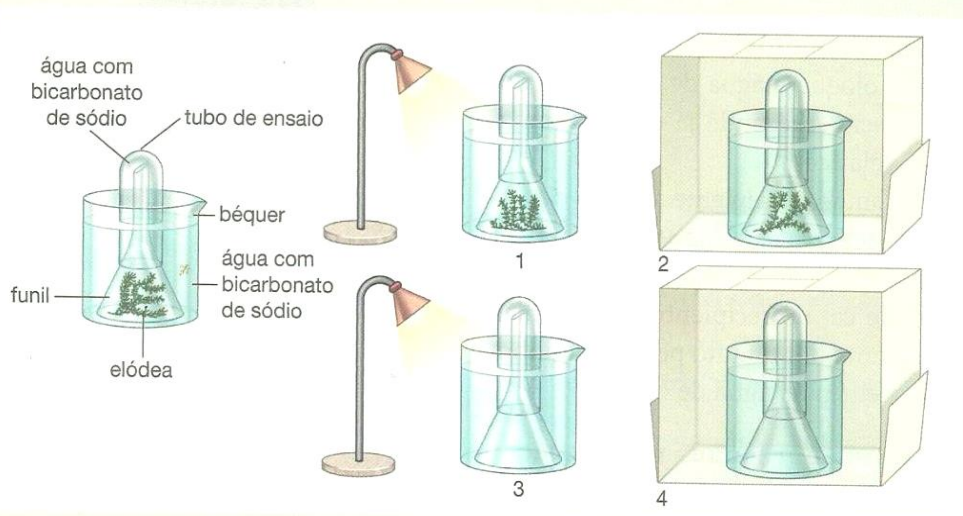
Mantenha uma montagem com elódea e outra sem elódea bem iluminadas.

Mantenha as outras duas cobertas pela caixa de papelão de modo que fiquem no escuro.

Após 15 minutos de experimento, retire as caixas.

Compare.

**Emborcar:**  
pôr de boca  
para baixo.



**Conclua e responda no caderno.**

- Sabendo que o bicarbonato de sódio forma na água o gás carbônico, por que ele foi usado?
- Por que foram feitas montagens sem as plantas?
- Por que foram feitas montagens para ficar no escuro?

**Trabalhe com seu grupo**

Recorte fotos de jornais e revistas e monte dois murais: um com qualquer tipo de atividade que colabore com o aquecimento global; outro com atividades que combatam o aquecimento global.

Após um período de **observações** dos sistemas, o professor deve orientar os estudantes na construção de **hipóteses** por meio de perguntas, como por exemplo, **“O que acontecerá com os ramos de elódea em ambos os sistemas? Por quê?”**. Os estudantes podem **hipotetizar**, por exemplo, que a planta elódea irá crescer no sistema iluminado porque ocorre a fotossíntese enquanto no outro não, uma vez que se encontra no escuro.

Ao longo das observações o professor pode solicitar que os estudantes desenhem ou descrevam o que foi observado ao longo dos dias, sendo uma forma de **coletar evidências**. Essas evidências obtidas podem ser **analisadas** e **discutidas** em grupos menores, a fim de que possam posteriormente **comparar** coletivamente seus dados com os demais grupos e assim promover uma sistematização coletiva, na qual o professor conduz por meio de perguntas.

Após a sistematização coletiva, as perguntas ao final do experimento contribuem para a sistematização individual. São elas: **a) Sabendo que o bicarbonato de sódio forma na água gás carbônico, por que ele foi usado?; b) Por que foram feitas montagens sem planta? E c) Por que foram feitas montagens para ficar no escuro?**

Essas perguntas são importantes para a compreensão do fenômeno investigado, bem como para a compreensão do trabalho científico, baseado em testes e comparação de variáveis nos diferentes sistemas.

A última atividade deste *Box* consiste em um trabalho em grupo no qual os estudantes deverão construir cartazes com informações sobre atividades que colaboram para o aquecimento global e atividades que ajudam a combater este fenômeno. Pode ser usada como forma de sistematização do conhecimento sobre esse tema.

Ao longo de todo capítulo há a indicação de sites sobre os temas estudados, no entanto, não direciona diretamente para as atividades, mas sim para a página principal, também alguns deles a página não foi encontrada, dificultando ou impossibilitando o acesso. Outra hipótese é que os sites não estejam mais em uso e por isso as atividades não estão acessíveis, isto porque o livro foi elaborado a bastante tempo.

Ao final do livro do professor há um caderno de atividades extra para que o professor possa desenvolver com os estudantes. Referente aos capítulos analisados as atividades sobre o tema “ar”, são atividades de palavra cruzada, verdadeiro ou

falso, interpretação de imagem. Essa última se relaciona ao nosso tema de estudos Efeito Estufa e por isso a analisamos. A imagem apresentada (Figura 11) na atividade mostra uma comunidade rural na qual as pessoas realizam suas atividades diárias, tais como crianças brincando, pessoas cozinhando e fazendo churrasco, regando plantas e ordenhando uma vaca e dois carros estacionados. A pergunta solicita aos estudantes que identifiquem na imagem atividades que aumentam o Efeito Estufa na atmosfera. Pode ser usada para contextualizar o assunto, uma vez que apresenta situações cotidianas as quais podem ser comuns aos estudantes, de modo que a partir do seu cotidiano possam relacionar ações que intensificam o Efeito Estufa. A questão cria um ambiente para diversos **questionamentos** sobre nosso modo de vida e como ele pode afetar o planeta. O professor por meio de perguntas pode levar os estudantes a **questionarem** e **debaterem** essas situações, bem como **argumentarem** se nosso modo de vida pode realmente comprometer a vida no planeta Terra. Trata-se de uma ótima atividade para **contextualizar** um ensino com abordagem investigativa.

**Figura 11.** Ilustração de uma situação cotidiana que busca contextualizar a influência humana no aquecimento global.



**Fonte:** Livro Ciências novo pensar, caderno de atividades (ao final do livro do professor). (PNLD, 2002, p.10).

A última atividade trata-se de uma prática que tem por objetivo avaliar a presença de vapor de água no ar. Consiste em um copo de vidro com gelo dentro, onde os estudantes devem observar a formação de gotículas fora do copo e inferir a presença de vapor de água no ar que condensa ao entrar em contato com o copo mais frio. Esse experimento dá condições ao professor de desenvolver um ensino investigativo, de modo que antes do experimento pode solicitar aos estudantes que formulem uma **hipótese** sobre o que acontecerá com o sistema observado. Ao realizar os procedimentos eles estarão contemplando a **obtenção de dados**, de modo que o professor pode pedir que eles **registrem** por meio de desenho ou de escrita o **fenômeno observado**, para que posteriormente possam **discutir esses resultados**. Após a discussão conduzida por questionamentos realizados pelo professor, os educandos poderão sistematizar seus conhecimentos de forma individual, de modo a avaliar a presença de vapor de água no ar.

Há também orientações didáticas gerais sobre o ensino de ciências no ensino fundamental. Elas trazem a importância dos documentos oficiais, LDB, PCN e temas transversais para a organização do sistema educacional brasileiro. Traz os objetivos do ensino fundamental baseados nos documentos acima mencionados, dentre os quais nos chama atenção o objetivo que trata de ***“questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação”***. As ações pontuadas neste objetivo nos fazem refletir na potencialidade do desenvolvimento de um ensino investigativo indicado pelos PCNs.

Outro ponto tratado nas orientações ao professor é a importância da interdisciplinaridade e da contextualização dos conteúdos a serem ensinados, uma vez que muitos dos problemas do dia a dia necessitam de várias áreas do conhecimento para serem resolvidos, bem como esses problemas são mais facilmente resolvidos quando estão dentro do contexto social do estudante.

Neste contexto, o ensino de ciências nos PCNs é proposto em função de sua importância social e relevância científico-tecnológica. De modo que o professor precisa promover o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes por meio de ações que promovam ***“o questionamento, o debate, a investigação, visando o***

***entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático***”, sendo estas, importantes na promoção de um ensino de ciências investigativo.

As orientações ressaltam o caráter transmissivo pelo qual os conhecimentos científicos eram passados e destacam as renovações nas formas de abordar diferentes conteúdos, sendo um deles as atividades práticas que proporcionam a vivência do fazer científico. Ressaltamos que meras experimentações não condizem com o fazer é necessário que haja uma problematização que oportunize aos estudantes o desenvolvimento de ações características do fazer científico.

Além desses pressupostos o texto traz como importante para o ensino de ciências por investigação, tal como: ***“a experimentação que envolve observação, elaboração de hipóteses, análise, comparação, discussão, resolução de problemas, leitura, criação de textos, organização de informações além da forma escrita, (tabelas, gráficos, etc.)”***.

Posteriormente são apresentados os objetivos gerais para o ensino de ciências naturais no ensino fundamental, retirados do PCN ciências naturais, bem como orientações sobre a avaliação dos estudantes e a necessidade desta, ter caráter processual, a fim de oferecer informações sobre a aprendizagem. Também são exemplificadas atividades avaliativas como prova escrita, oral, trabalho em grupo, participação, entre outras.

Há recursos complementares ao professor tais como, projetos (nenhum referente ao Efeito Estufa) e indicadas sugestões de leituras pedagógicas, bem como é apresentada a proposta pedagógica da coleção, além dos assuntos a serem abordados em cada volume da coleção, seguidos de um mapa conceitual de cada volume, a divisão anual dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de cada conteúdo. Por fim, há no livro do professor as respostas para as atividades de cada capítulo.

Observamos que há diversas passagens sobre o tema analisado que permite o desenvolvimento de um ensino de ciências investigativo, mesmo se tratando de um livro da década de 2000, já havia algumas atividades que permitem a problematização pelo professor. Algumas destas atividades deixam mais claras a possibilidade de problematização do que outras, por exemplo, nos *Box* “Desafio”, os quais destacamos ao longo de nossa análise deste exemplar. Os *Box* apresentam problemas ou situações que precisam ser resolvidas pelos estudantes, por exemplo, elaborando um experimento ou pesquisando sobre determinado assunto a fim de

propor uma explicação para o fenômeno observado. Diante destas possibilidades diversas características do ensino de ciências por investigação podem ser contempladas, tais como elaboração de hipóteses, obtenção e análise de dados e/ou evidências, debate, comunicação de resultados, elaboração de explicação. Portanto, o livro **Ciências Novo Pensar** apresentou situações potencialmente favoráveis ao ensino de ciências por investigação.

### 6.1.2. Análise do Livro “Ciências Naturais no dia-a-dia<sup>5</sup>”

Analisamos também o livro “Ciências naturais no dia a dia”, pertencente ao PNLD 2001/2002, portanto, anterior à BNCC. Nesta coleção encontramos menção ao tema Efeito Estufa no livro destinado à 8ª série do ensino fundamental (atual 9º ano), como mencionamos na análise do livro anterior houve a reorganização dos ciclos de ensino pela Resolução CNE/CEB nº 3/2005. Este livro foi produzido pela editora Dimensão sob autoria de Jenner Procópio de Alvarenga, José Luiz Perdesoli, Moacir Assis d’ Assunção Filho e Wellington Caldeira Gomes.

O capítulo no qual há menção ao Efeito Estufa foi intitulado “Um mundo de transformações químicas”. Em sua introdução os autores explicam que será apresentada a aplicação dessas transformações no dia a dia e em nossos organismos, também os ciclos de alguns elementos na natureza, bem como problemas ambientais relacionados às transformações no meio ambiente.

Para iniciar o assunto os autores trazem algumas perguntas para que os estudantes possam refletir sobre, conforme mostra a Figura 12.

---

<sup>5</sup> O termo dia-a-dia com hífen se deve ao fato de o livro ser anterior ao Acordo Ortográfico, mantivemos a escrita conforme o que está na capa do livro.

**Figura 12.** Questões introdutórias ao capítulo de estudos.

<p><b>1.</b> O que acontece nas indústrias? Pense em três tipos de indústrias e discuta com seus colegas sobre o que elas fazem, o que elas usam no início e o que elas produzem no final dos processos.</p> <p><b>2.</b> Quando as plantas realizam fotossíntese,</p>	<p>elas conseguem recolher gás carbônico (CO<sub>2</sub>) do ambiente para fabricar grandes moléculas formadas por muitos átomos de carbono que vão permitir a estruturação destes organismos. No nosso caso, a partir de que estruturamos o nosso organismo?</p>
<p><b>3.</b> O que ocorre em nossos organismos para que precisemos respirar o tempo inteiro?</p> <p><b>4.</b> O ferro, o alumínio e o cobre, que utilizamos na fabricação de muitos equipamentos e peças úteis, são obtidos a partir de minérios encontrados na natureza. Como é possível obtermos os metais de materiais tão diferentes deles?</p>	<p><b>5.</b> Uma estante cheia de vidros contendo diferentes substâncias: essa é uma boa imagem para representarmos como as substâncias químicas participam de nossa realidade? Se você acha que sim, explicita os motivos de sua concordância. Se você acha que não, escolha uma outra imagem para representar esse fato.</p>

**Fonte:** Livro Ciências naturais no dia-a-dia. (PNLD, 2020, p. 30-31).

Todas as perguntas se relacionam com situações reais e cotidianas o que permite uma contextualização do tema, sendo este um dos principais fatores para uma aprendizagem significativa. Nenhuma das perguntas se refere ao nosso tema de estudo.

O texto segue informando que serão estudados os ciclos do carbono, oxigênio, nitrogênio e cálcio. Há um *Box* “Pensando sobre o assunto” que traz a música de Guilherme Arantes, “Terra planeta água”, após a letra há algumas questões sobre o ciclo da água na natureza, os pontos positivos e negativos apresentados na letra, bem como indaga sobre outros ciclos existentes. Sobre os demais ciclos acima mencionados, é disposta as principais informações sobre cada um, como sua ocorrência e importância para os seres vivos. Por exemplo, o oxigênio importante para a respiração e combustão, o gás carbônico importante para a fotossíntese, o nitrogênio constituinte das proteínas e não sendo incorporado pelo ar, mas sim pela fixação às plantas por associação às bactérias fixadoras e, posteriormente, transportado ao longo da cadeia alimentar. E por último o ciclo do cálcio, o qual é tratado apenas nesta coleção analisada, sendo ele incorporado pelos

seres vivos, principalmente, dissolvido na água. Todos os ciclos estudados são representados de forma esquemática.

Segue-se um *Box* “Pense e responda” com algumas atividades sobre os temas trabalhados até o momento e também um *Box* “Pesquisa” sobre outros elementos químicos (ANEXO F). Não são atividades referentes ao Efeito Estufa e não apresentam caráter investigativo.

O próximo tópico trata da obtenção de energia a partir da queima de substâncias, processo chamado combustão. São exemplificados combustíveis, como madeira, carvão e gasolina e máquinas que funcionam por meio da combustão como fornos e motores. Há três imagens, no entanto, sem legenda, uma aparenta uma caldeira, outra a queima de algum material e a última um frentista abastecendo um automóvel. São apresentadas algumas equações da combustão do carvão, gasolina, etanol e gás de cozinha, bem como é comparada com o processo de respiração celular por meio da equação da respiração. Os processos de fotossíntese e respiração também são comparados, de modo que se busca evidenciar a oposição de ambos por meio de equações. Também há um *Box* “Pense e responda” sobre os constituintes do processo de combustão.

Ao final deste texto há uma menção ao Efeito Estufa como sendo causado por aumento na liberação de gás carbônico de modo a causar consequências ambientais. O Efeito Estufa não é explicado e uma menção é feita de forma errônea, referindo-se ao Efeito Estufa como um problema. Como já mencionado anteriormente na análise do livro anterior, o Efeito Estufa não é um problema, mas sim um fenômeno natural, que se intensificado pelo aumento da liberação de gás carbônico na atmosfera, pode ser preocupante para os fenômenos ambientais.

Após o texto há 10 questões na seção “Aplicando nossos conhecimentos”. Cada questão tem duas alternativas, “a” e “b” e o estudante apenas precisa escolher a alternativa correta (ANEXO G).

O próximo assunto a ser trabalhado é a metalurgia. É explicado o que é um minério, onde são encontrados, sendo apresentados alguns minérios e de qual metal é extraído, a produção de ligas metálicas e suas aplicações, bem como é apresentada a preocupação com as jazidas que são fontes esgotáveis, portanto, há a necessidade de desenvolver técnicas de reciclagem de metais.

Dentre os minerais é dado destaque ao minério de ferro, produzido em grande escala no Brasil, de modo que o processo de produção do aço é explicado no texto e

há um desenho esquemático de um alto-forno, bem como um *Box* “Você sabia?”, no qual é tratada a formação da ferrugem.

São tratadas questões relativas à poluição atmosférica, a formação da chuva ácida, apresentadas algumas equações com os componentes da mesma, e também é discutida a formação da camada de ozônio, bem como sua destruição pelos gases CFCs.

E por último questiona os estudantes sobre a importância das reações químicas no dia a dia e sobre a indústria petroquímica e seus derivados. São exemplificados materiais produzidos a partir do petróleo. Neste contexto de reações químicas e tecnologia são mencionadas as indústrias farmacêutica e alimentícia.

O tema Efeito Estufa não é explicado, há apenas um *Box* “Pesquisa” que pede aos estudantes para pesquisarem sobre o tema.

Há um segundo livro destinado ao professor com orientações didáticas voltadas ao trabalho docente, bem como respostas às atividades destinadas aos estudantes e atividades e textos extras os quais não estão presentes no livro do aluno. Também há a indicação de referências bibliográficas para os estudantes e para o professor, além das referências utilizadas na organização deste livro.

O livro se inicia com uma apresentação ao professor indicando o que se pretende estudar neste volume, a importância da contextualização no dia a dia e dos conhecimentos prévios dos estudantes, bem como a presença da interdisciplinaridade no cotidiano, além de destacar a importância da diversificação de atividades, uma vez que eles aprendem de diferentes formas.

Este livro apresenta, ao professor, uma fundamentação teórico-metodológica na qual ressalta a impossibilidade de se trabalhar todos os conteúdos, havendo a necessidade de se estabelecer prioridades, de modo que estas devem estar de acordo com a LDB e com o PCN. Além de destacar a provisoriade dos conteúdos, uma vez que a ciência está em constante evolução de modo que novos conhecimentos são produzidos e outros modificados.

O texto também faz uma distinção entre o que é ciências e a área das ciências, ou seja, engloba as disciplinas trabalhadas e a disciplina de ciências, que engloba os conteúdos a serem trabalhados. A ciência é trazida como uma construção humana, resultado de trabalho conjunto, que pode apresentar erros e acertos, sendo construída historicamente.

É trazido ao professor um breve histórico do ensino de ciências no Brasil, o qual foi retirado do PCN e, portanto, não transcrevemos aqui em detalhes. Refere-se à promulgação da LDB em 1961, a obrigatoriedade do ensino de ciências no ensino fundamental, o movimento Escola Nova e as mudanças objetivadas com o novo modelo de ensino, o foco no ensino experimental e as dificuldades em sua implantação, bem como a tendência CTS.

O papel da experiência no ensino de ciências tem um tópico destaque no texto, buscando evidenciar o fazer científico e a importância foi dada à experimentação para que os estudantes construíssem conhecimento do “fazer ciências”, entretanto, o que se obteve em estudos foi que a experimentação sozinha não consegue promover um ensino de ciências eficiente, portanto, é preciso investir em atividades diversificadas que permitam refletir sobre o conhecimento a ser construído.

Posteriormente, são apresentados os objetivos gerais do ensino de ciências, sendo os mesmos presentes no PCN. E em seguida é discutida a avaliação e a necessidade desta ser desenvolvida de forma processual e não apenas de forma quantitativa como é observado na maioria das vezes. Ao tempo que são cobradas avaliações externas padronizadas, o que a nosso ver é um paradoxo. São indicadas sugestões de formas de se avaliar diferentes tipos de atividades, tais como práticas, trabalhos de campo, entrevistas, pesquisa e montagem e manutenção de aquários e terrários.

Para cada um dos temas trabalhados no capítulo são apresentadas orientações específicas. A respeito do capítulo por nós analisado, há alguns textos informativos ao professor e também algumas atividades experimentais que podem ser realizadas com os estudantes.

Há um texto explicativo sobre o nosso tema de estudos, Efeito Estufa, mas nenhuma das atividades presentes neste livro se refere ao tema. Contudo, apesar de as atividades não se referirem ao nosso tema, algumas merecem destaque, pois apresentam potencialidade para o desenvolvimento de um ensino de ciências investigativo. Não há ilustrações destas atividades.

A primeira atividade presente no livro do professor tem por objetivo observar o ciclo do oxigênio em um terrário. Uma questão é apresentada ao professor e esta tem potencial para a **problematização** da atividade e a partir dela os estudantes **elaborarem suas hipóteses** sobre o que será observado. A questão apresentada é

**“Porque os seres vivos que estão no terrário não morrem se ele está fechado?”**. Com esta questão o professor já conduz os estudantes ao fato de que os seres vivos necessitam do “ar” para sobreviver, uma vez estando fechado, o ar contendo os gases não podem entrar no ambiente interno, dessa forma, como os seres vivos ainda se mantêm dentro do ambiente fechado? Os estudantes precisam **observar** e **analisar** os componentes presentes no terrário e compreender a função de cada um e como eles atuam neste sistema. Uma hipótese que pode ser apresentada pelos estudantes é que o **“ar” entrou no terrário quando ele foi montado**. Neste caso o professor, pode conduzi-los com outras perguntas, por exemplo: **“Se os seres vivos presentes no terrário usam o “ar” para sobreviver, este ar que entrou quando o terrário foi montado iria acabar, como é mantida a quantidade de ar necessária para a sobrevivência dos seres vivos?”**. O professor aqui leva-os à **reflexão**, uma vez que se tratando de um sistema fechado após utilização dos gases ali presentes estes precisam ser repostos para manutenção da vida. Desta forma o professor conduz os estudantes à compreensão de que ocorre algum processo dentro do terrário que mantém a vida no mesmo. Entretanto, as informações sobre o ciclo do oxigênio são bem escassas para permitir o debate e a argumentação, assim o professor precisa complementar as informações para que eles consigam propor explicações.

Uma segunda questão é apresentada no livro e pode ser usada como forma de **sistematização** dos conhecimentos, **“Façam um desenho do ciclo do gás oxigênio.”**. Além de compreenderem a ocorrência do ciclo do oxigênio, outra questão contribui para que os estudantes avaliem a presença de outros ciclos acontecendo no terrário: **“Que outro ciclo podemos perceber no terrário? Ilustre-o”**. Neste caso a pergunta os induz a falarem de apenas mais um ciclo, no entanto, o professor pode conduzi-los ao acontecimento de dois ciclos: o da água e do carbono, uma vez que o ciclo do carbono acontece por meio da realização da fotossíntese realizada pelas plantas e neste processo estas liberam também vapor de água que condensa e mantém o ciclo da água neste meio. A ilustração destes ciclos dentro do terrário pode ser usada como uma forma de **sistematização** dos conhecimentos construídos pelos estudantes.

Também é perguntado se **“está correto dizer que um terrário é um jardim fechado?”**. Esta questão também pode ser usada como forma de sistematização à

medida que os estudantes compreendam que aquele sistema possui um equilíbrio interno capaz de manter a vida dos seres vivos ali presentes, por algum tempo.

Uma segunda proposta trata-se de uma sequência com quatro atividades complementares com objetivo de evidenciar os processos de respiração e fotossíntese. As atividades 1, 2 e 3 tem por objetivo lembrar a fotossíntese, demonstrar a liberação de gás carbônico e relacionar a liberação do gás oxigênio e o consumo de gás carbônico, respectivamente. Vamos destacar aqui a atividade 4 desta sequência que oferece uma oportunidade mais elaborada de desenvolvimento de uma proposta investigativa.

A quarta atividade da sequência complementar visa analisar o que é necessário para as plantas produzirem açúcar e informa se tratar de uma atividade em grupo. Nesta atividade é solicitado que seja colocada água em quatro tubos de ensaio e colocadas gotas de uma substância chamada de azul de bromotimol, substância azul em meio não ácido e amarela em meio ácido. Nos tubos 2, 3 e 4 pede-se que os estudantes borbulhem gás carbônico com canudinhos até a solução ficar amarela e nos tubos 3 e 4 colocar um raminho de elódea. Os tubos 1, 2 e 3 devem ser mantidos bem iluminados e o 4 sem iluminação, e que observem por aproximadamente por 50 minutos o que ocorre nos quatro sistemas. Achamos pertinente descrever aqui os passos do experimento, pois este nos remete a **ações realizadas por cientistas ao coletarem dados**, sendo aqui bem exemplificada a utilização de diferentes sistemas constituindo uma forma de obter grupos de controle **para possíveis variáveis**. Não há uma problematização do tema que oriente os estudantes na elaboração de hipóteses, entretanto, o professor pode elaborar perguntas que problematizam o experimento ou mesmo as atividades anteriores para problematizar a atividade, a fim de oferecer condições de elaboração de **hipóteses**. Antes de iniciar o experimento o professor pode perguntar “**O que eles acham que irá acontecer com as soluções quando for borbulhado o “ar” pelo canudinho? E por quê?**”. Um exemplo de hipótese que eles podem elaborar é que “**haverá formação de bolhas por que a solução foi soprada**”. A hipótese não precisa estar sempre correta, uma vez que o erro tem papel importante na construção do conhecimento. São sugeridas algumas perguntas que contribuem para a **coleta de dados**: “**Em qual tubo ocorreu a mudança de cor?**”. Também o professor pode elaborar outras, como: “**Porque isso aconteceu? O que há no ar que sopramos que provoca essa mudança de cor?**”. Novas hipóteses podem ser

formuladas por eles para explicar essa alteração, por exemplo, “***nós liberamos gás carbônico e ele muda a cor da solução***”. E assim o professor poderá leva-los à compreensão de que o gás carbônico modifica as soluções observadas.

Após o tempo de **observação**, o professor pode focar nos tubos 3 e 4 nos quais foram colocados os ramos de elódea. São apresentadas 2 perguntas importantes para compreender o fenômeno observado: “***Por que o tubo 3 voltou a coloração azul? Agora compare os tubos 3 e 4. Por que no tubo 4 não ocorreu a mesma mudança de cor do tubo 3?***”. Isso reforça a **comparação entre diferentes variáveis** e contribui para a **análise de dados**. Deste modo, a diferença entre as soluções com elódea na presença e na ausência de luz indicam a ocorrência da fotossíntese já estudada. O professor ao questionar, promove **debates** e **argumentação** dos estudantes e espera-se que estes relacionem a retomada da cor no frasco 3 (com elódea e iluminado) como evidência de que o gás carbônico ali presente foi utilizado e por isso a solução retornou a cor inicial, o que não acontece no tubo 4, pois foi mantido sem iluminação, sendo que a fotossíntese, processo de produção de açúcar, acontece na presença de luz. Uma forma de **sistematizar** individualmente a construção deste conhecimento é pedir que descrevam ou ilustrem os passos realizados nos experimentos e **construam suas explicações** para o fenômeno observado.

Há outra sequência de atividades que possui potencial investigativo. O objetivo desta é analisar a formação de ferrugem em um prego. Para isso o professor irá distribuir um prego novo a cada estudante e pedir que levem para casa e coloquem no local que quiserem. Não é informado em quantos dias eles deverão trazer o prego para aula novamente, portanto, fica a critério do professor. Para que elaborem suas **hipóteses**, o professor pode questioná-los perguntando: “***O que acontecerá com o prego após este tempo que vocês deixarem ele em casa?***”. Após retomarem com o prego para as aulas é sugerido que o professor os peça que **relatem** onde deixaram o prego e o que aconteceu com ele, perguntando: “***Houve alguma transformação no prego? Se sim, tente explicar por quê.***”. Ao relatarem os fatos, eles estão **coletando evidências** sobre o fenômeno ocorrido e ao tentarem **explicar** a ocorrência de transformação **baseada nos dados coletados**, eles estão **analisando** este fenômeno. O professor pode pedir que **relatem e comparem os resultados** com seus colegas a fim de analisar as diferenças entre os pregos

deixados em diferentes lugares, é uma forma de promover o **debate**, permitindo **avaliar diferentes situações**.

Na próxima etapa os eles devem deixar um prego em um copo coberto por óleo, um em um copo coberto por água e um terceiro em um prato sobre um pedaço de algodão umedecido em água. Estes devem ser observados por 5 dias. O professor pode pedi-los que **anotem suas observações** para posteriormente **analisar** o que ocorreu com os pregos. Para promover o **debate** são apresentadas algumas questões: ***“Em qual sistema ocorreu mais enferrujamento? O que favoreceu o enferrujamento do prego? Em qual sistema ocorreu menor enferrujamento? Por quê? O prego que estava mergulhado na água enferrujou? Explique.”*** Desta forma, os poderão comparar seus resultados, analisar e avaliar os fatores presentes nos três sistemas que favorecem ou não o enferrujamento, e assim **construir explicações** para o fenômeno observado. Para **sistematizar** os conhecimentos, o professor pode pedir que descrevam o que fizeram e quais resultados obtiveram a fim de **concluir** o que foi analisado.

A terceira etapa pede que os coloquem o prego em um frasco de vidro, adicionem água fervida (o professor pode realizar em sala uma vez que há risco de queimadura com água fervendo) e vedem o frasco sem deixar ar, perguntado: ***“O que você espera que aconteça? O prego vai enferrujar?”***. Observa-se que novas variáveis foram adicionadas e as questões dão condições para a **formulação de uma nova hipótese**. Eles deverão **observar** por alguns dias e recomendamos que seja feita anotação para posterior **debate**.

Após as análises o professor pode **discutir as hipóteses** com os estudantes, a fim de **analisar** se estas estavam corretas e **buscar explicações** para o que foi observado. Por fim, pede a eles que sugiram um local para guardar o prego sem enferrujar. Acreditamos ser importante que o professor acrescente o "porquê" para que eles **justifiquem** sua opinião baseada no que já foi **observado e analisado** nos demais experimentos. Para concluir o professor pode pedir que guardem nos locais que sugeriram e discutam em sala se o local que cada um sugeriu possibilitou ou não a formação da ferrugem. Espera-se que eles **concluam** que a interação do metal que forma o prego com o oxigênio possibilita a formação da ferrugem, a qual trata-se de uma transformação química.

Acreditamos, portanto, que estas atividades têm potencial para deflagrar uma sequência de ensino investigativo. Ela oferece condições ao professor, que por meio

de complementações, pode conduzir os estudantes na realização de ações características do ensino investigativo, tais como a ***emissão de hipóteses, a observação, a análise, o debate, a argumentação, avaliação de teorias***, entre outras. Contudo, não é disponibilizado ao professor explicações e respostas que orientem no desenvolvimento destas atividades, isto dificulta o trabalho docente, uma vez que o professor pode não compreender as sequências de atividades e deixar de realizá-las por falta de respostas às questões e por falta de direcionamento quanto à realização. A presença das soluções deixa o professor mais seguro para desenvolver as atividades.

O capítulo do livro didático Ciências Naturais no dia-a-dia, destinado ao estudante e que faz menção ao Efeito Estufa, não apresentou texto e/ou atividades que favorecem o ensino de ciências por investigação. Contudo, o segundo livro destinado ao professor apresenta atividades que propiciam a problematização e o desenvolvimento de sequências de ensino investigativo. Seria pertinente que as atividades presentes no livro do professor estivessem no livro do estudante para facilitar o acesso dos mesmos às atividades mais problematizadas, inclusive com experimentos passíveis de serem realizados. Portanto, demanda do professor muita atenção às propostas das atividades para que estas possam ser desenvolvidas e não apenas apresentadas.

## **6.2. Livros Pertencentes ao PNL D de 2020**

Nossa próxima subseção refere-se aos livros produzidos após a homologação da BNCC, bem como a análise comparativa de uma das coleções por nós analisadas, sendo que um dos livros pertence ao PNL D 2011 e sua versão mais recente pertencente ao PNL D 2020. Ambos os livros foram elaborados pelo mesmo autor e editora.

Assim como nos livros analisados na subseção anterior, para estes também utilizamos o tema Efeito Estufa. Realizamos a leitura dos capítulos e analisamos suas atividades e textos baseados no referencial teórico do ensino de ciências por investigação. Apresentamos a seguir nossas análises destes livros.

### 6.2.1. Análise do Livro “Araribá mais Ciências”

O livro de ciências Araribá mais Ciências é uma obra coletiva desenvolvida pela editora Moderna, para os anos finais do ensino fundamental. São quatro livros da coleção de ciências, sendo cada um referente a um ano de escolarização (6º ao 9º ano). Conforme já mencionado, nosso tema de análise é o Efeito Estufa e para isso selecionamos livros que contemplam este assunto. No caso desta coleção, o tema se encontra no livro do 7º ano do ensino fundamental, em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

O livro didático foi organizado em unidades de estudo. Cada unidade constitui-se de temas que variam em número, ou seja, não há um número fixo de temas para cada unidade. Os assuntos relacionados ao tema Efeito Estufa se encontram na Unidade 6, intitulada “O ar”, na qual analisamos 2 temas, os quais acreditamos serem importantes para a compreensão do Efeito Estufa: Tema 1: Os gases da atmosfera e Tema 4: Modificações na atmosfera.

O livro do professor traz orientações didáticas para auxiliá-lo no trabalho sobre os temas de estudo. Ao longo de todas as unidades e seus respectivos assuntos são apresentadas orientações didáticas e reflexões a fim de contribuir para o trabalho docente. São apresentados os objetivos da unidade, bem como as habilidades que serão trabalhadas conforme a BNCC. Ao longo de todo o livro estão presentes as respostas para as atividades destinadas aos estudantes, importantes para auxiliar o professor na condução das mesmas. Há a indicação de que o livro do professor vem acompanhado de um CD-ROM contendo material digital, entretanto, não tivemos acesso a este material. Tanto no livro do professor quanto do estudante, há glossários com significados de termos e palavras que podem ser desconhecidas pelos estudantes.

A unidade se inicia contextualizando o tema "Ar" por meio da apresentação das construções de aparelhos voadores por Santos Dumont. Acreditamos que esta contextualização tem o potencial de despertar o interesse dos estudantes pelo estudo do ar, trazendo questões tais como: **“Como é possível uma máquina mais pesada que o ar se manter em voo?”** De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo (NETO, 2006), ou seja, o material precisa fazer sentido para o estudante. Para tanto, o uso de uma pergunta que desperta curiosidade, bem como

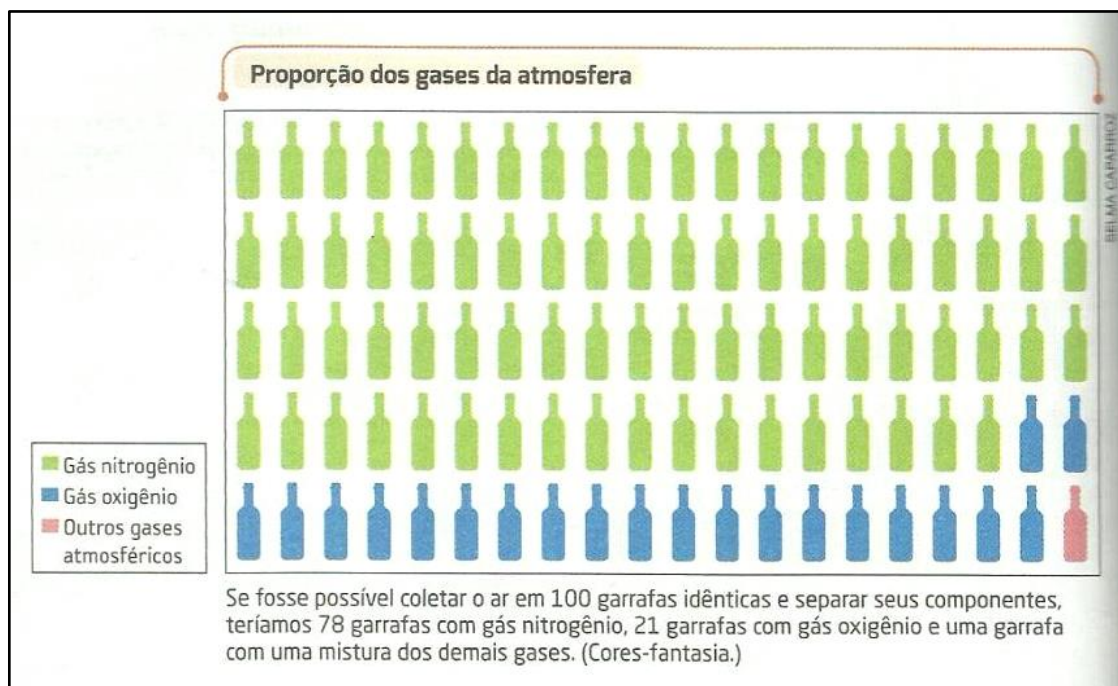
o objeto sobre o qual foi construída a questão de pesquisa, precisa ser passível de observação pelos estudantes, tornando a atividade potencialmente significativa. O avião é um objeto inserido em seu cotidiano como um meio de transporte aéreo, apesar de muitos não o conhecerem presencialmente, é um meio de transporte apresentado na mídia, bem como em disciplinas escolares que estudam os tipos de transporte de pessoas. A reflexão sobre a possibilidade de um objeto mais “pesado” ser mantido em voo no ar atmosférico, que é mais leve, possibilita que os estudantes questionem sobre os mecanismos envolvidos neste fenômeno, se tornando uma fonte significativa de informação e problematização.

Além de sua potencialidade significativa, a introdução da unidade traz orientações didáticas que ressaltam ao professor a importância de se discutir sobre o uso da pesquisa e o papel da ciência na evolução da tecnologia, evidenciado na abertura pela evolução dos equipamentos voadores. Isto contribui para que o professor discuta e reflita junto aos estudantes a provisoriedade do conhecimento, sendo isto importante para a compreensão acerca da natureza da ciência, bem como para o desenvolvimento de um ensino investigativo.

Após a introdução, inicia-se o “Tema 1: Gases da atmosfera”. Traz como conteúdo de estudos a composição do ar, destacando os principais gases nele presentes: nitrogênio, oxigênio, gás carbônico e vapor d’água. É explicado um pouco sobre cada um destes.

Destacam-se assuntos referentes ao surgimento da atmosfera terrestre, características, importância e porcentagem dos principais gases atmosféricos, de modo que esta última é representada de forma esquemática com desenhos de garrafas representando a quantidade de cada um dos principais gases, conforme ilustrado na Figura 13.

**Figura 13.** Esquema ilustrativo da proporção dos principais gases da atmosfera.



As orientações indicam a importância da interdisciplinaridade com a matemática, bem como a nosso ver, a interpretação de esquemas tem potencial para favorecer a **análise, interpretação e apresentação de dados** sendo uma importante competência para a atividade de investigação.

Relacionado ao surgimento e modificação da atmosfera é sugerido no livro do professor um recurso complementar, o Artigo do site Super Interessante intitulado “O fim do oxigênio<sup>6</sup>”, o qual há a indicação do site, assim como os demais recursos complementares presentes no livro. Este discute sobre gases tóxicos produzidos pelos seres humanos durante as guerras a fim de contextualizar as mudanças ocorridas na atmosfera terrestre ao longo de 3,5 milhões de anos, até a formação da atmosfera atual. Deste modo, assim como houve diversas modificações, outras ainda podem ocorrer, seja pelo surgimento de seres vivos que alterem a composição da atmosfera ou por ações antrópicas, tais quais vem ocorrendo pela crescente emissão de gases poluentes e conseqüentemente provocando uma intensificação do Efeito Estufa. Acreditamos que estas informações têm potencial de criar um ambiente de discussão e debate sobre conjecturas científicas que muito agrega ao ensino investigativo.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://super.abril.com.br/comportamento/o-fim-do-oxigenio/>. Acesso: 15 set. 2021.

No que diz respeito ao Efeito Estufa, o texto atribui o gás carbônico como importante para ocorrência deste, contribuindo para a manutenção da temperatura, de forma a favorecer a vida na maneira em que a conhecemos e, indica que o assunto será abordado adiante. As orientações didáticas alertam para a não toxicidade deste, mas que em altas concentrações dificulta a absorção de oxigênio pelo organismo e contribui para a intensificação do Efeito Estufa.

Destacamos outro artigo interessante, indicado como recurso complementar, que se refere à influência do vapor de água no clima, presente no site BBC News Brasil sob o título “O que são os 'rios voadores' que distribuem a água da Amazônia<sup>7</sup>”. Ele fala da importância da evapotranspiração das árvores presentes na floresta para a umidade do ar e como esta é calculada, bem como esse vapor é transportado para o sul do Brasil e outros países contribuindo para o volume de chuva, apesar de não ser o fator principal para ocorrência da mesma. Este texto não está diretamente relacionado ao Efeito Estufa, mas problematiza estudos acerca da importância da Floresta Amazônica, podendo ser usado em uma atividade investigativa como evidência que justifica a proposição de medidas que contribuam para a redução do desmatamento, podendo contribuir para uma visão mais ampla dos fenômenos climáticos.

Após a apresentação do tema, por meio da explicação dos conteúdos relacionados, são apresentados ao estudante dois experimentos simples a serem realizados (Figura 14). O primeiro experimento tem por objetivo observar a presença de vapor de água no ambiente a partir da formação de gotículas na superfície de um copo de vidro que foi retirado do congelador. O segundo experimento objetiva observar a presença do gás oxigênio no ar por meio da combustão de uma vela, a qual é coberta por um copo de vidro e após alguns segundos se apaga, devido ao consumo do oxigênio durante a combustão.

---

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41118902>. Acesso: 15 set. 2021.

Figura 14. Experimentos do *Box* “Vamos Fazer”.

**VAMOS FAZER** REGISTRE EM SEU CADERNO

**Identificando alguns componentes do ar**

**Material**

- 2 copos de vidro
- 1 vela acesa (pelo menos 3 cm menor que o copo)
- Geladeira

**+ ATENÇÃO**

Cuidado com a vela acesa! Um adulto deve supervisionar a atividade.

**Procedimento I**

1. Coloque um copo de vidro vazio no congelador por 10 minutos.
2. Retire o copo, deixe-o sobre a mesa por 10 minutos e observe.

**Interpretar e refletir**

1. O que você observou na superfície do copo?
2. Elabore uma explicação para o que aconteceu.

**Procedimento II**

1. Peça ajuda a um adulto e acenda a vela, mantendo-a em pé sobre um pires.
2. Cubra a vela acesa com o outro copo de vidro.
3. Observe o que acontece com a chama.

**Analisar**

1. O que aconteceu com a chama?
2. Elabore uma explicação para o que aconteceu.
3. Explique por que esta atividade permite demonstrar que o ar é uma mistura.

Fonte: Livro Araribá mais ciências. (PNLD, 2020, p. 183).

Os experimentos apresentam a lista de materiais e os métodos a serem utilizados, trata-se, portanto, de procedimentos padronizados, sendo necessária a atenção do professor para não apresentar a resolução antecipadamente. Contudo, a nosso ver os experimentos possibilitam a **elaboração de hipóteses** pelos estudantes, uma vez que eles poderão observar os fenômenos por meio de instrumentos de seu cotidiano e atribuir-lhe significado, de modo a possibilitar a identificação de seus conhecimentos prévios (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Há algumas perguntas que orientam a observação por parte dos estudantes. Dentre elas há perguntas que pedem para **propor uma explicação** para os fenômenos observados. Ao pedir que proponham uma explicação, espera-se que eles busquem nos experimentos, dados que ajudem a construir explicações, como **coleta e análise de evidências, debate e argumentação**.

Outra pergunta é apresentada e pede aos estudantes que expliquem como os experimentos realizados podem demonstrar que o ar é uma mistura de gases. Esta situação precisa ser bem direcionada pelo professor, uma vez que eles precisam explicar individualmente ambos os experimentos e depois relacioná-los para poder chegar à uma conclusão de que o ar se trata de uma mistura de gases. É preciso que o professor deixe claro o problema e dê direcionamento aos estudantes para que compreendam quais explicações precisam construir. Como já apresentado em nosso referencial teórico, De Carvalho (2018) estabelece 5 níveis de direcionamento, sendo os níveis 1 e 2 um ensino diretivo, enquanto 3, 4 e 5 característicos do ensino investigativo, de modo que o 3 é mais orientado pelo professor e no 5 as atividades são totalmente realizadas pelos estudantes. Desta forma, acredita-se que para o desenvolvimento desta atividade o professor precisa dar uma maior orientação, apresentando a eles a situação-problema claramente, de forma a possibilitar a elaboração de **hipóteses**, bem como o **debate** e a **argumentação**, sendo importante o papel do professor como mediador, conduzindo-os na construção do conhecimento.

As orientações didáticas sugerem ao professor a possibilidade de iniciar o desenvolvimento do tema, “Os gases da atmosfera”, realizando os experimentos, de modo a buscar a participação dos estudantes na construção do conhecimento. Estes experimentos buscam evidenciar a presença de dois componentes do ar atmosférico, entretanto, não há uma contextualização que deixe claro o problema a ser resolvido. Cabe ao professor, problematizar o experimento para que compreendam o objetivo dos mesmos, no contexto em que serão aplicados.

Após os experimentos é apresentado um *Box* com perguntas relacionadas ao que foi estudado até aqui. Nenhuma delas se refere ao Efeito Estufa e também não possuem um potencial investigativo, por isso optamos por não as transcrever.

O próximo tema com conteúdos relacionados ao Efeito Estufa é intitulado “Modificações na atmosfera” (Tema 4). O texto informa ao estudante fatores antrópicos e naturais que causam alterações na composição da atmosfera, sendo sugerida nas orientações ao professor, que propicie aos estudantes a reflexão sobre esses fenômenos, por exemplo, queimadas, queima de combustíveis fósseis e erupção vulcânica.

O conteúdo Efeito Estufa é iniciado com uma explicação simplificada da importância deste para a manutenção da vida na Terra, relacionando-o a retenção

da energia solar por gases da atmosfera. Utiliza-se a porcentagem para explicar a quantidade de radiação emitida pelo Sol que é refletida e absorvida, favorecendo a interdisciplinaridade com a matemática. Neste contexto é explicado ao estudante que 30% da energia emitida pelo Sol, na forma de radiação, é refletida na atmosfera e não atinge a superfície da Terra e, 70% que chega à superfície é absorvida pelas águas, solo e plantas. Parte da energia absorvida é reemitida para a atmosfera na forma de calor. Alguns gases presentes na atmosfera como gás carbônico e gás metano absorvem essa energia em forma de calor e devolve para a superfície, de forma que essa troca mantém a temperatura da Terra em equilíbrio.

O texto não diferencia o tipo de radiação emitida pelo Sol e qual é reemitida pela Terra. Acreditamos que a diferenciação dos raios ultravioletas (UV), emitidos pelo Sol com alto poder de penetração, da radiação infravermelha emitida pela Terra na forma de calor é importante para que os estudantes compreendam como ocorre o balanço energético que mantém a temperatura média da Terra em torno dos 15°C. Essa diferenciação é importante para que compreendam que os gases presentes na atmosfera permitem a passagem de grande parte dos raios UV, mas interagem com a radiação infravermelha absorvendo calor.

Na sequência a esta explicação, já é mencionado o aquecimento global, o qual é relacionado à intensificação do Efeito Estufa nos últimos 100 anos, devido ao aumento na emissão dos chamados gases do Efeito Estufa, dentre eles o gás carbônico. As orientações ressaltam a importância dos estudantes distinguirem o Efeito Estufa de aquecimento global, uma vez que estes conceitos se relacionam. O texto dá sequência explicando que o exposto é a opinião da maior parte da comunidade científica, contudo, não menciona as opiniões contrárias, nem apresenta evidências contra ou a favor do aquecimento global. As orientações didáticas sugerem ao professor que proponha uma pesquisa sobre as comunidades científicas contra e a favor da hipótese do aquecimento global como causa antrópica e, posteriormente, um debate considerando esses **argumentos** pesquisados pelos estudantes. A realização de pesquisa é um fator importante para o ensino por investigação, assim como a **identificação** e **discussão** sobre ideias contra e a favor de uma hipótese.

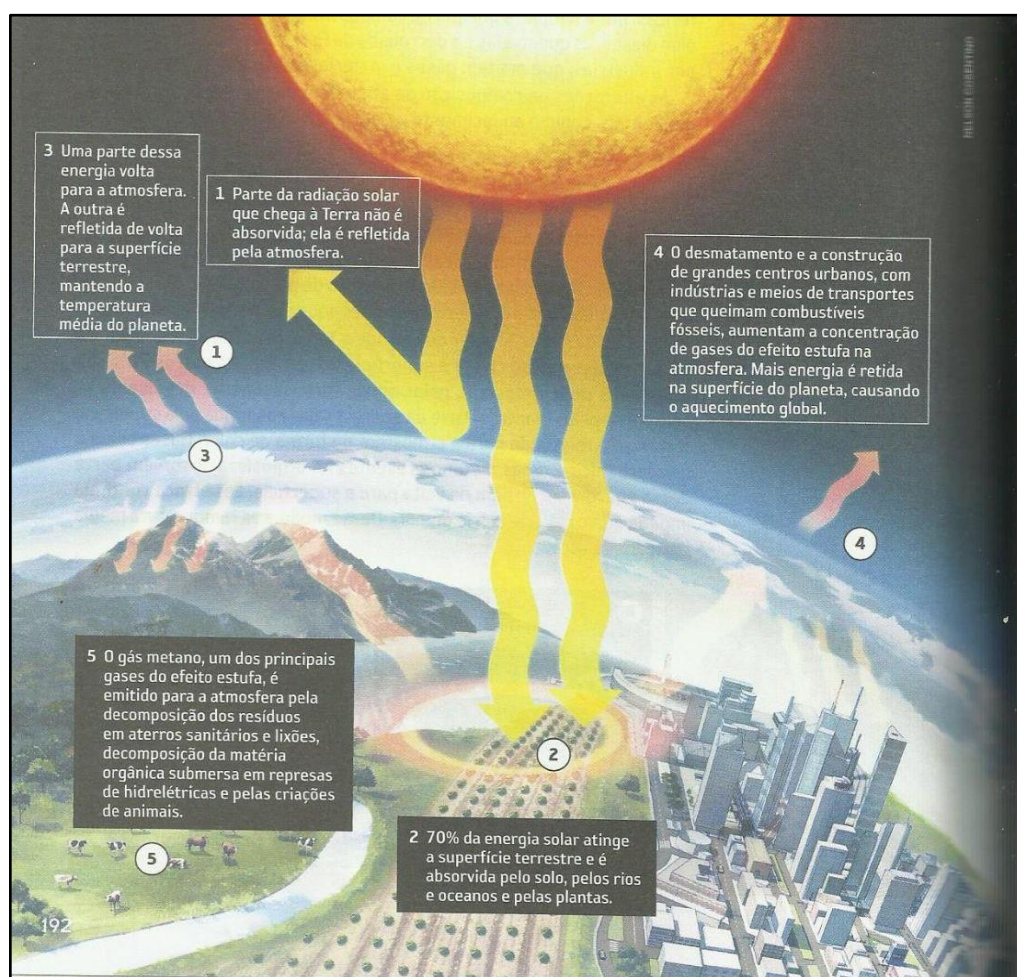
Neste contexto, o artigo do site Nova Escola intitulado “*De quem é a culpa pelo aquecimento global?*”<sup>8</sup> é indicado como recurso complementar. A nosso ver o texto é muito bom, pois discute as diferentes visões sobre o aquecimento global. É apresentada a defesa de uma tese de doutorado na Universidade de São Paulo a qual argumenta sobre a inexistência do aquecimento global, uma vez que o clima está em constante modificação. De acordo com os pesquisadores a Terra já passou por períodos muito mais quentes e muito mais frios que o atual, de forma que o pequeno período de tempo em que as ações humanas sobre o clima vêm sendo estudadas, não pode confirmar que essas mudanças são provocadas pelas ações antrópicas, visto que fatores naturais como a posição da terra em relação ao Sol tem grande influência na temperatura do planeta. Em contrapartida apresenta a posição do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, conhecido como IPCC (do inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) a respeito do aquecimento global, o aumento na emissão de gases do Efeito Estufa, pela queima de combustíveis fósseis, mas ressaltam que as variações de temperatura não são uniformes no planeta. Não há um consenso sobre o que as mudanças na temperatura podem causar, mas os piores cenários especulados pelo IPCC preveem mais calor e mais secas em algumas regiões, também preveem aumento no nível dos oceanos. Contudo, no artigo é esclarecido que nem sempre as variações de temperatura que observamos são provocadas pelo aquecimento global, mas há uma conformidade que nosso modo de vida atual não é ideal. O texto é uma forma de complementar as informações que não estão presentes nos textos do livro didático e é uma ótima ferramenta para criar um ambiente de **debate e argumentação** sobre o tema.

Posteriormente aos textos explicativos sobre o Efeito Estufa e aquecimento global há uma imagem que esquematiza o mecanismo de ocorrência destes (Figura 15).

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/2218/de-quem-e-a-culpa-pelo-aquecimento-global>. Acesso: 15 set. 2021.

**Figura 15.** Esquema explicativo sobre o Efeito Estufa e aquecimento global.



**Fonte:** Livro Araribá mais ciências. (PNLD, 2020, p. 192).

As orientações didáticas sugerem explorar a imagem com os estudantes, contudo, percebemos que a imagem pode ser confusa para os estudantes, as sequências de acontecimentos por meio de enumeração, dão a entender que os fenômenos ocorrem numa ordem fixa. Nela o aquecimento global é atribuído às ações antrópicas, uma vez que mostra construtos humanos como cidades e criações de ruminantes, não apresentando fatores naturais que também influenciam nas modificações na atmosfera como a presença de vulcões em erupção.

As orientações sugerem que os estudantes pesquisem os combustíveis mais utilizados na comunidade onde residem e que sugiram alternativas para a redução no uso desses combustíveis. Sugere-se ao professor que peça para refletirem suas ações cotidianas de forma a repensar modelos de controle ou reversão da intensificação do Efeito Estufa. A realização de pesquisa contribui para a **obtenção de dados**, que é uma das características atribuídas ao ensino por investigação.

Contudo, tanto o texto destinado aos estudantes quanto às orientações ao professor atribui o aquecimento global principalmente à queima de combustíveis, sem mencionar outros fatores que influenciam. “**Mas essa intensificação realmente acontece? Como comprovar isso? É um fato comprovado ou apenas especulações?**”. São questões que acreditamos ser importantes de serem inseridas e discutidas com os estudantes.

Apesar de o próprio texto inicial do livro afirmar que existem divergências a respeito do aquecimento global ser causado pelo homem, a maior parte das informações apresenta as hipóteses defendidas pela parcela dos cientistas que acreditam que o ser humano é o principal intensificador do Efeito Estufa e conseqüentemente das mudanças climáticas. Não menciona a posição da Terra, o ciclo solar entre outros fatores que afetam o clima do planeta. Assim também as orientações se voltam para o aquecimento global como empreendimento humano, e sugere o trabalho de listar ações que podem ser tomadas em nível, mundial e local para redução da intensificação, sendo que algumas já são mencionadas no próprio texto aos estudantes.

As orientações didáticas apresentam a OFICINA 6, que se encontra ao final do livro do professor e tem por objetivo evidenciar o Efeito Estufa. Trata-se de um experimento com materiais de fácil acesso: garrafas Pet; termômetro; água; solo seco; barbante; fita adesiva; funil e colher. O objetivo é construir um modelo, conforme procedimentos descritos, que exemplifica parcialmente o aumento da temperatura no planeta. Os termômetros devem ficar dentro das garrafas Pet uma com e outra sem tampa e a intenção é que os estudantes relacionem a presença da tampa aos gases que intensificam o Efeito Estufa retendo mais calor.

O experimento é acompanhado de questões que promovem condições aos estudantes de construir explicações sobre o fenômeno observado. A questão 1 favorece a análise de variáveis de dados ao longo de um dia. A questão 2 pede para **relacionarem** o aquecimento da garrafa com a energia solar, isto permite que eles **proponham explicações baseadas em evidências**. A questão 3 propicia aos estudantes **avaliar teorias** sobre o aquecimento da Terra por meio da existência de uma atmosfera de gases. A questão 4 promove a prática de **sistematização individual** de informações acerca dos ciclos envolvidos na intensificação do Efeito Estufa. Por fim, a questão 5 favorece a **proposição de explicações** para situações

hipotéticas que buscam prever possíveis situações que podem ocorrer, relacionadas ao aquecimento global (Figura 16).

Observamos que a atividade da Oficina 6 (Figura 16) pode ser usada para problematização de uma atividade relacionada ao Efeito Estufa e sua intensificação. Ao proporcionar a realização do experimento, mesmo que seja de forma demonstrativa, os estudantes podem **coletar dados, analisar evidências, propor explicações, debater** sobre o fenômeno observado, entre outras práticas que são características do ensino de ciências por investigação. Cabe ao professor direcionar o experimento de forma que possam construir conhecimentos acerca do tema Efeito Estufa.

Por conseguinte, são apresentadas consequências já observadas pelos cientistas que confirmam o aquecimento global, tais como eventos climáticos extremos e o derretimento de geleiras. Neste contexto, as orientações também indicam um filme disponível na plataforma Youtube, “Home: nosso planeta, nossa casa<sup>9</sup>”, lançado em 2009 produzido pelo jornalista, fotógrafo e ambientalista francês Yann Arthus-Bertrand. Trata-se de um documentário que retrata a história do surgimento da vida na Terra a bilhões de anos. Enfatiza a origem dos seres humanos a 200 mil anos e a partir daí as modificações no ambiente provocadas por estes. Chama atenção para o início de transformações intensas a partir de 1950, como destruição da natureza e a rápida liberação do carbono acumulado em milhões de anos na atmosfera numa velocidade imensa, relacionando o aquecimento global provocado pela alta liberação de gás carbônico na atmosfera, tendo como consequências derretimento das geleiras, aumento do nível do mar. Outros fatores são tratados como escassez de água, pobreza extrema e concentração de riquezas na mão das minorias, situações conflitantes com os grandes avanços na tecnologia. Este documentário fornece evidências aos estudantes de que nosso modo de vida causa alterações nos ambientes e podem contribuir para a escassez dos recursos naturais, bem como para mudanças climáticas, além de contribuir para proposições de medidas coletivas e individuais que ajudem na preservação ambiental.

---

<sup>9</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=4vg\\_dl\\_f2rl](https://www.youtube.com/watch?v=4vg_dl_f2rl). Acesso: 15 set. 2021.

Figura 16. Experimento de simulação do Efeito Estufa.

## OFICINA 6

## TEMPO

### Intensificação do efeito estufa

A Terra está passando por uma fase de aquecimento que muitos cientistas atribuem à alta produção de alguns gases, como o gás carbônico e o gás metano, e a seu acúmulo na atmosfera. Como poderia ser construído um modelo para visualizar e interpretar o que está acontecendo no planeta?

**Objetivos**

- Construir um modelo.
- Verificar se ocorrem diferenças de temperatura no modelo construído.

**Material**

- 2 garrafas plásticas iguais, com tampa e lavadas
- Meia garrafa de solo seco
- Barbante
- 2 termômetros de ambiente
- Fita adesiva
- Água
- Funil
- Colher

**Procedimento**

1. Destampe uma das garrafas plásticas lavadas e coloque o funil na boca da garrafa.
2. Coloque o solo no funil, com a ajuda da colher, até completar mais ou menos 1/3 do volume da garrafa.
3. Coloque 2 ou 3 colheres de água no funil para umedecer o solo no interior da garrafa.
4. Amarre uma das extremidades do barbante no termômetro e fixe a outra na garrafa, pelo lado de fora, com a fita adesiva. Deixe o termômetro dentro da garrafa.
5. De tempos em tempos, anote a temperatura, bem como a data e o horário da observação.
6. Com a outra garrafa, repita os passos anteriores, mas mantendo-a tampada após inserir o termômetro.

A Oficina 6 oferece uma abordagem prática relacionada ao efeito estufa e sua intensificação, assunto da **Unidade 6**.

**Montagem do modelo**

Representação esquemática da montagem do modelo. A outra garrafa deve ser montada de maneira semelhante, mas estar tampada.

**ATIVIDADES** REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Compare os dados obtidos em um mesmo dia e horário para as duas garrafas. A temperatura é maior na garrafa tampada ou na garrafa sem tampa? A que você atribui esse fato?
2. É possível relacionar o aquecimento das duas garrafas com a energia solar? Justifique.
3. A temperatura mais elevada em uma das garrafas pode ser relacionada a que fenômeno que ocorre em nosso planeta?
4. Relembre o que você estudou sobre os ciclos naturais. Redija um texto relacionando o modelo elaborado a esses ciclos.
5. Tente imaginar a situação a seguir: a temperatura na Terra aumentou de maneira radical e nenhuma energia térmica está sendo liberada. Em sua opinião, o que poderia acontecer com nosso planeta se essa situação fosse real? Justifique sua resposta.

Posteriormente há um *Box* “Entrando na rede”, o qual apresenta uma animação criada pela Nasa que mostra a concentração de gás carbônico na atmosfera ao longo de um ano. A animação possibilita relacionar o aumento da concentração no outono e inverno do hemisfério norte devido a perda das folhas pelas árvores e conseqüentemente a diminuição da fotossíntese provocando a concentração maior de gás carbônico na atmosfera. Esta animação pode ser usada para a **obtenção de dados** por meio de um gráfico que mostra a variação da concentração de gás carbônico atmosférico. A obtenção de dados acerca de um fenômeno observado é uma característica do ensino por investigação, sendo uma forma de evidenciar os fatos observados.

O próximo tema discutido é a chuva ácida, como ela se forma, os danos causados por ela e em que tipo de locais tende a ocorrer. A sugestão de recurso complementar é um texto “Poluição atmosférica e chuva ácida<sup>10</sup>”, possui informações mais complexas e por isso recomendamos apenas para o aprofundamento do professor.

Por conseguinte, é abordado o tema camada de ozônio. Esta camada é formada pelo gás ozônio que nas camadas mais altas da atmosfera contribui para a filtragem dos raios UV do Sol, mas em baixas altitudes é tóxico. Observamos que o texto traz uma informação a qual necessita de confirmação científica: *“acredita-se que está ocorrendo a diminuição da camada de ozônio”*, esta afirmação é apenas uma especulação do autor, visto que ele menciona acreditar que o fato aconteça e não menciona nenhum estudo sobre o assunto que comprove essa redução. Importante ressaltar que o autor explica a inexistência de um buraco na camada de ozônio e sim sua redução, e localiza esta redução no continente antártico, sendo atribuída à liberação de alguns gases na atmosfera.

Apenas nas orientações didáticas esta redução é atribuída aos clorofluorcarbonos (CFCs) provenientes da ação humana e também a fenômenos naturais. Essa divergência de opiniões na comunidade científica propicia discussões acerca das causas dessa redução, sendo isto importante para o ensino por investigação, uma vez que contribui para o **debate**. Levar os estudantes para pesquisar sobre o tema favorece a obtenção de informações e construção de

---

<sup>10</sup> Disponível em: [http://www.usp.br/qambiental/chuva\\_acidafront.html](http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html). Acesso: 15 set. 2021.

argumentos acerca da redução da camada de ozônio, além de favorecer a **avaliação de teorias** científicas da existência desta camada e seu papel na filtragem de raios UV. Por fim, menciona que em alguns países foram criadas leis que obrigam as indústrias a reduzirem a emissão de gases que afetam a camada de ozônio, sendo que estudos mostram que ela vem se recuperando devido a estas iniciativas.

Por fim, há um *Box* com duas questões a serem respondidas pelos estudantes sobre o que foi discutido ao longo do tema. A primeira questão pede a eles para descreverem o mecanismo do Efeito Estufa. E a segunda pede que listem duas atividades humanas que provocam a chuva ácida. Ambas as questões não favorecem o desenvolvimento de atividade investigativa, uma vez que ambas solicitam descrições contidas no livro didático, não contextualizando o tema de modo a favorecer a conexão com o cotidiano dos estudantes.

- **As atividades**

Após o desenvolvimento do tema por meio de textos destinados aos estudantes e orientações didáticas que auxiliam o professor, são apresentadas atividades para serem realizadas. São listadas atividades de 1(um) a 7(sete) (Vide Figura 17), para que eles respondam. As atividades são relacionadas a todos os temas da unidade, deste modo será dado foco nas atividades relacionadas aos temas que foram analisados dentro da unidade: gases da atmosfera (tema 1) e modificações na atmosfera (tema 4).

As questões de número 1, 3, 4 e 6, mediante a nossa análise não apresentam caráter investigativo, bem como não estão relacionadas ao tema Efeito Estufa. Analisamos apenas as questões 2, 5 e 7 que podem ser usadas durante uma atividade investigativa. As questões 2 e 7 contribuem para os temas Efeito Estufa e aquecimento global respectivamente, já a questão 5 se relaciona à camada de ozônio.

**Figura 17.** Atividades presentes na unidade “O ar”, a qual contempla os temas Efeito Estufa e aquecimento global.

ATIVIDADES

TEMAS 3 E 4

REGISTRE EM SEU CADERNO

**ORGANIZAR O CONHECIMENTO**

1. Transcreva as frases, substituindo as letras pelas palavras do quadro.

menor	rarefeito
comprimido	expandir
estratosfera	ultravioleta

I. Se abrimos a válvula de um cilindro de ar, o gás que estava (A) no cilindro vai se (B) por todo o ambiente.

II. Com o aumento da altitude, a pressão atmosférica fica (C), e o ar fica mais (D).

III. O ozônio presente na (E) é benéfico para o ser humano, pois nos protege da radiação (F). No entanto, ele é um gás prejudicial à saúde humana quando está presente em (G).

2. Cite duas causas da intensificação do efeito estufa. Para cada uma delas, indique formas que possam revertê-las.

**ANALISAR**

3. Os carros de Fórmula 1 são projetados para vencer com mais facilidade a resistência do ar. Isso permite que eles alcancem velocidades muito altas. Comparando a velocidade máxima que o carro atinge em pistas diferentes, as equipes de Fórmula 1 perceberam que na pista da cidade do México os carros alcançam velocidade máxima maior do que na pista de Barcelona. Sabendo que a altitude da cidade do México é de 2.250 metros e que Barcelona é uma cidade litorânea, explique por que os mesmos carros atingem velocidades máximas diferentes.

4. Observe as figuras e responda.  
(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

(A)

73 cm

(B)

76 cm

(C)

85 cm

PAULO MANZI

A figura B representa o experimento de Torricelli ao nível do mar. Qual das outras figuras representa o mesmo experimento realizado no topo de uma montanha? Por quê?

5. No mês de outubro de 2010, uma grande região do sul do Chile entrou em estado de alerta por causa dos altos índices de radiação ultravioleta, consequência da diminuição da camada de ozônio. As pessoas foram orientadas a usar óculos escuros, camisetas de mangas longas e chapéu sempre que se expusessem ao Sol.

a) Por que essas recomendações foram feitas?

b) Que medidas, individuais e coletivas, podem ser tomadas para preservar a camada de ozônio?

6. Leia e responda.

Um profissional foi contratado para restaurar estátuas na praça de uma grande cidade. As estátuas eram feitas de mármore e apresentavam partes desgastadas.

O funcionário do governo responsável pelo local afirmou que, embora as estátuas estivessem na praça há mais de cem anos, não houve depredação das peças nem acidente que provocasse o desgaste.

a) Como o desgaste das estátuas poderia ser explicado?

b) Explique como acontece o fenômeno que danificou as estátuas da cidade.

**COMPARTILHAR**

7. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo e o maior exportador mundial desse produto. Na década de 1970, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) em virtude da crise mundial do petróleo. No início do século XXI, o governo retomou o incentivo ao uso de etanol como combustível, com o desenvolvimento dos veículos “flex”, disponíveis no mercado desde 2003. Em grupo, procurem informações a respeito dos biocombustíveis. Qual é a importância de pesquisar novas fontes de energia alternativas ao petróleo? Quais são os tipos de biocombustível viáveis para o uso de automóveis? Há relação entre a busca por energias renováveis e o aquecimento global? Analisem as informações obtidas e, em conjunto, compartilhem a pesquisa com a comunidade escolar, por meio da construção de um mural, por exemplo.

Fonte: Livro Araribá Mais Ciências. (PNLD, 2020, p. 196).

**QUESTÃO 2:** Cite duas causas da intensificação do Efeito Estufa. Para cada uma delas, identifique formas que possam revertê-las.

Não se trata de uma atividade de cunho investigativo, mas tem potencial para promover um **debate**, podendo ser pedido aos estudantes que discutam quais são as causas da intensificação do Efeito Estufa e medidas de mitigar esta intensificação. Esta questão oferece oportunidade de **sistematização** dos

conhecimentos, uma vez que para **propor medida** os estudantes precisam ter debatido sobre causas e consequências da intensificação do Efeito Estufa.

**QUESTÃO 5: No mês de outubro de 2010 uma grande região do Sul do Chile entrou em estado de alerta devido aos altos índices de radiação ultravioletas, consequência da diminuição da camada de ozônio. As pessoas foram orientadas a usar óculos escuros, camisetas de manga longa e chapéu sempre que se expusessem ao sol.**

**a) Por que essas recomendações foram feitas?**

**b) Que medidas individuais e coletivas podem ser tomadas para preservar a camada de ozônio?**

O enunciado traz uma **contextualização** do tema, **problematizando** a situação apresentada, deste modo a questão possibilita a emissão de **hipótese**, contudo, isto não fica claro ao estudante. Um exemplo de hipótese que os estudantes poderiam levantar é: **“Os raios ultravioletas causam problemas à saúde das pessoas, por isso, a indicação de proteção da pele e olhos”**. O assunto está presente no texto do livro, podendo contribuir para o **engajamento** dos estudantes, ao ler os textos em busca de respostas.

No que diz respeito ao **debate**, o professor pode direcioná-lo. Por se tratar de um assunto contextualizado, o professor pode instigar os estudantes levantando outras questões, como **“Qual a relação entre a camada de ozônio e a radiação ultravioleta proveniente do Sol?”** **A radiação ultravioleta tem relação com o Efeito Estufa? E a camada de ozônio? A destruição da camada de ozônio influencia no aquecimento global?”**. Estas **informações** podem ser **obtidas** no próprio livro didático e **analisadas** pelos estudantes portanto, o livro oferece condições para que eles respondam à atividade.

A alternativa B desta questão possibilita o desenvolvimento do **debate e da argumentação**, uma vez que os estudantes em grupos podem discutir quais medidas podem ser tomadas para preservar a camada de ozônio e se todos os fatores podem ser controlados, como por exemplo, fatores naturais. Contudo, a discussão precisa ser bem orientada pelo professor para que aspectos importantes com as causas naturais sejam discutidos, por exemplo, a impossibilidade de se controlar uma erupção vulcânica, mas a possibilidade de evitar transportes que

usam combustíveis fósseis em algumas situações do dia a dia, por exemplo, usando bicicleta.

No livro do professor há orientações com respostas que podem ser dadas pelos estudantes. Ela menciona os problemas de pele e visão, além do sistema imune (letra A). Debate para as políticas internacionais para o controle da emissão de gases que destroem a camada de ozônio.

**QUESTÃO 7: O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo e o maior exportador deste produto. Na década de 1970, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) em virtude da crise mundial do petróleo. No início do século XXI, o governo retomou o incentivo ao uso do etanol como combustível, com o desenvolvimento dos veículos "flex", disponíveis no mercado, desde 2003. Em grupo, procurem informações a respeito dos biocombustíveis. Qual a importância de pesquisar novas fontes de energia alternativas ao petróleo? Quais são os tipos de biocombustíveis viáveis para o uso de automóveis? Há relação entre a busca por energias renováveis e o aquecimento global? Analisem as informações obtidas e, em conjunto, compartilhem a pesquisa com a comunidade escolar, por meio da construção de um mural, por exemplo.**

- **Há relação entre a busca por energias renováveis e o aquecimento global?**

Esta pergunta tem potencial de **situação-problema**. Contudo, não fica claro para os estudantes. Por isso, é de grande importância o nível de direcionamento oferecido pelo professor para que compreendam a questão a ser respondida.

A questão possibilita o levantamento de **hipóteses**, como por exemplo: **“Energias renováveis liberam menos CO<sub>2</sub> e, por isso, contribuem para redução do aquecimento global”**.

Os textos do livro não oferecem suporte para os estudantes saberem o que são energia renovável e não renovável. Além do mais, a habilidade referente a esse tema é indicada no currículo de Minas e na BNCC para o 8º ano de escolaridade. A questão já indica que eles devem pesquisar a respeito do assunto, por meio de pesquisa eles irão **obter dados** que poderão **analisar** a fim de **avaliar** se existe de fato uma relação entre o uso exacerbado de combustíveis fósseis e seu potencial de

promover um aumento no aquecimento global, bem como comparar com as fontes de energia renováveis. Desta forma, esta questão também valoriza o **debate**, **argumentação** e a **proposição** de alternativas para minimizar possíveis problemas, tais como uso de biocombustíveis, transporte coletivo, entre outras, uma vez que irão obter informações por meio de pesquisa.

Observamos que as atividades não são voltadas diretamente para o tema Efeito Estufa, mas dão mais foco na camada de ozônio.

- **Seção: Pensar ciência**

A atividade intitulada “Probabilidade e certeza”, ilustrada pela Figura 18, traz um trecho de um texto que possibilita a interdisciplinaridade com a matemática no trabalho com probabilidades, um trecho do texto foi extraído do site de notícias Terra. As orientações didáticas sugerem discutir com os estudantes que a ciência não é absolutamente certa, mas que ela usa, por meio da probabilidade, estratégias para conferir confiabilidade a um determinado evento. O texto pode ser acessado na íntegra pelo endereço disponibilizado e nele há uma cronologia das intervenções humanas que podem estar contribuindo para as mudanças climáticas. Essa cronologia permite ao professor desenvolver com os estudantes alguns aspectos da natureza da ciência. Discutir com eles que a ciência é mutável, de modo que novos conhecimentos são produzidos e outros aperfeiçoados, sendo que a ciência não apresenta verdades absolutas, mas testa suas hipóteses e busca resultados os mais confiáveis possíveis. Nota-se que o principal objetivo do texto é usar dados científicos para se trabalhar de forma interdisciplinar com a matemática. Após o texto há 5 questões a serem respondidas pelos estudantes.

As questões de 1 a 4 não possuem caráter investigativo e não se relacionam ao tema Efeito Estufa, mas sim à interpretação matemática acerca do que pode ser considerado como certeza.

A questão número 5 refere-se à possibilidade de afirmar se os cientistas sempre têm certeza de suas descobertas e apresenta potencial investigativo. Apesar de não se referir diretamente ao Efeito Estufa, está associada a aspectos da natureza da ciência.

Figura 18. Atividades referentes ao texto da seção: Pensar ciência.

## PENSAR CIÊNCIA

### Probabilidade e certeza

*Mudanças climáticas: saiba quando o homem começou a afetar o clima*

[...] um novo relatório do Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, na sigla em inglês) subiu o tom de alerta sobre o aquecimento global.

Além de apresentar projeções sobre o futuro do planeta, o documento afirmou ser “extremamente provável” (“95% de certeza”) que o aquecimento observado desde a metade do século 20 seja resultado da influência humana no clima. [...]

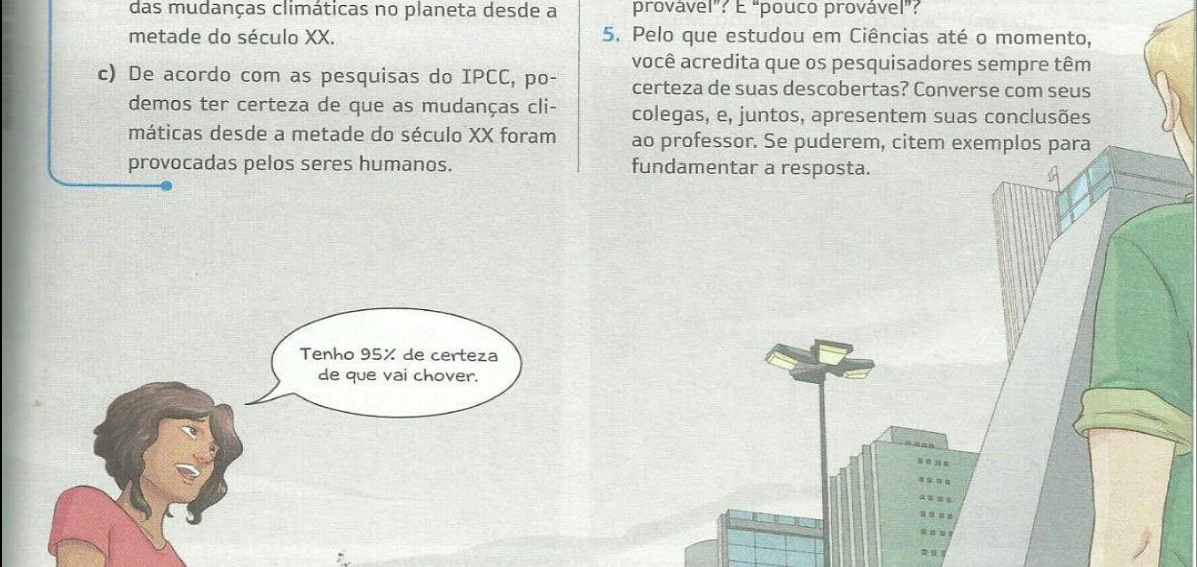
Fonte: MUDANÇAS climáticas: saiba quando o homem começou a afetar o clima. BBC Brasil, 27 set. 2013. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/sustentabilidade/meio-ambiente/mudancas-climaticas-saiba-quando-o-homem-comecou-a-afetar-o-clima,88ab1f7c89d51410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

**ATIVIDADES**

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Leia as frases a seguir e assinale aquela que está de acordo com o texto.
  - a) O relatório do IPCC provou que o ser humano provocou o aquecimento do planeta desde a metade do século XX.
  - b) As atividades humanas são a provável causa das mudanças climáticas no planeta desde a metade do século XX.
  - c) De acordo com as pesquisas do IPCC, podemos ter certeza de que as mudanças climáticas desde a metade do século XX foram provocadas pelos seres humanos.
2. Converse com seus colegas: o que significa dizer que se tem 95% de certeza sobre a causa de um acontecimento?
3. Cite um exemplo de algo que você possa afirmar com 100% de certeza e outro de algo que você não possa assegurar.
4. Para você, o que significa dizer que algo é “muito provável”? E “pouco provável”?
5. Pelo que estudou em Ciências até o momento, você acredita que os pesquisadores sempre têm certeza de suas descobertas? Converse com seus colegas, e, juntos, apresentem suas conclusões ao professor. Se puderem, citem exemplos para fundamentar a resposta.

DANIEL ZEPPPO



Fonte: Livro Araribá Mais Ciências. (PNLD, 2020, p. 197).

**QUESTÃO 5:** *Pelo que estudou em ciências até o momento, você acredita que os pesquisadores sempre têm certeza de suas descobertas? Converse com seus colegas, e, juntos, apresentem suas conclusões ao professor. Se puderem, citem exemplos para fundamentar a resposta.*

Há um **problema** a ser resolvido: “**Os cientistas sempre tem certeza de suas descobertas?**”. “**Como os estudantes farão para descobrir se isto procede?**”. “**Qual a hipótese que poderão construir?**”. Neste caso, o professor precisa oferecer subsídios para que os estudantes formulem a hipótese. Podemos citar como exemplo de hipótese: “**Os cientistas sempre tem certeza, porque fazem testes para comprovar seus estudos.**” ou “**Os cientistas nunca tem 100% de certeza, uma vez que podem ser desenvolvidos novos estudos que provem o contrário de suas ideias.**” É uma questão que favorece a **obtenção** de informações, a leitura, a interpretação, o **debate** e a **argumentação**.

A atividade está relacionada ao texto que trata do aquecimento global, mudanças climáticas e a interferência do homem nestes fenômenos, portanto, é uma possibilidade de **avaliar** a teoria de que o ser humano vem provocando o aquecimento global e causando mudanças climáticas, isto pode ser obtido através da **análise** de trabalhos contra e a favor a essa ideia na comunidade científica e como os cientistas chegam a estas afirmações.

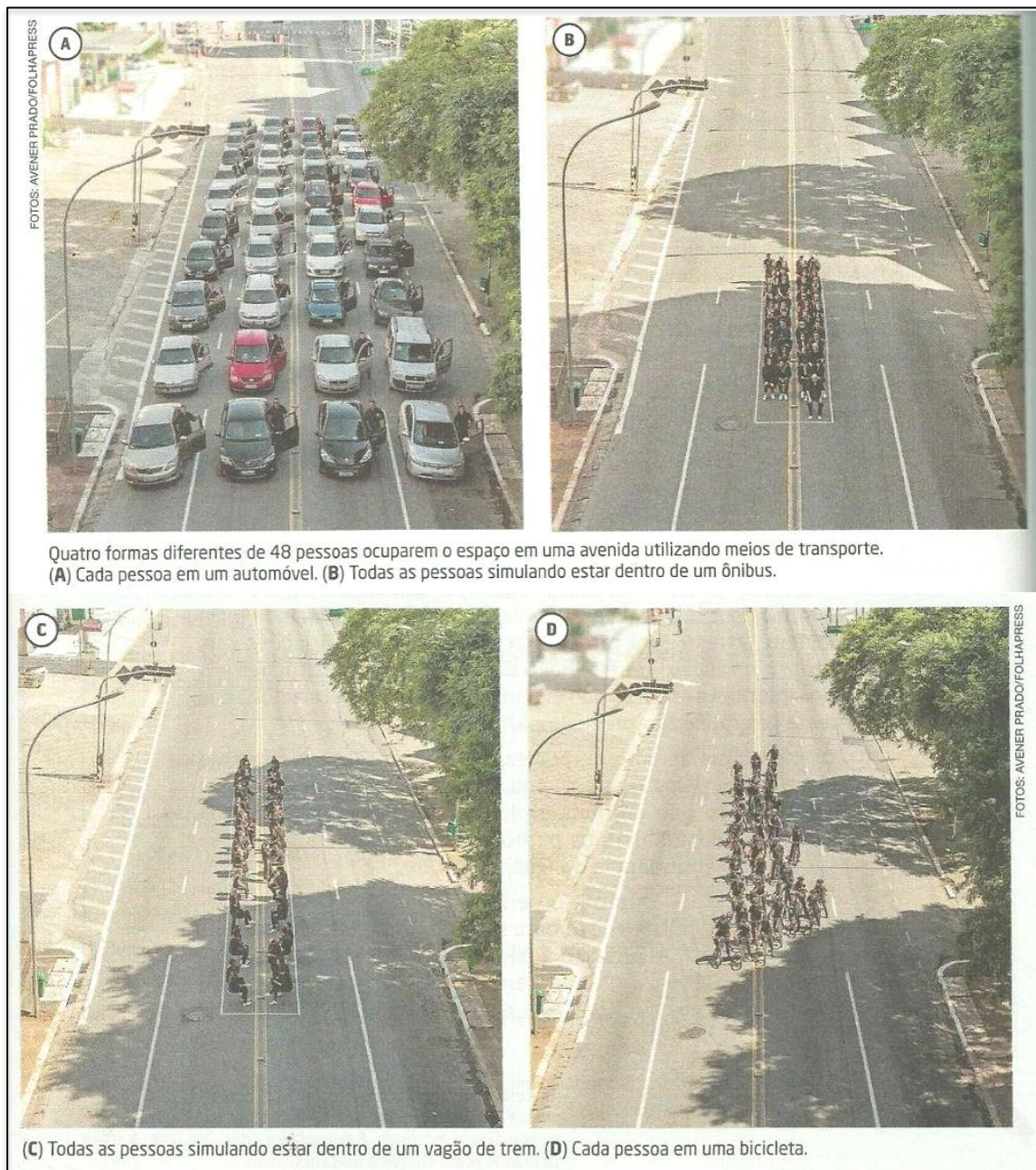
- **Seção Atitudes para a vida**

A última atividade da unidade está relacionada à emissão de gases poluentes. Traz um texto retirado do site Estadão intitulado “Carros levam 30% dos passageiros, mas respondem por 73% das emissões em SP” (Figura 19).

O texto traz um assunto **contextualizado**, que propõe mostrar aos estudantes como os meios de transporte influenciam na emissão de gases poluentes, assim o professor pode discutir o tema Efeito Estufa, analisando a contribuição do ser humano para sua intensificação. As orientações sugerem a interdisciplinaridade com a matemática, propondo comparar o uso de porcentagens (neste texto) e probabilidades (texto anterior – atividade pensar ciência). Sugere a discussão do uso do transporte coletivo como uma ação coletiva para a redução da poluição. Contudo, acreditamos que falta ao texto a menção a políticas públicas para que isso aconteça, uma vez que o transporte público brasileiro enfrenta dificuldades, tais como os problemas de transportes coletivos superlotados e em estado de decadência e falta de ciclovias para favorecer o uso das bicicletas. Este assunto é de extrema importância e pode ser levantado pelo professor, pois favorece o **debate** e a

**argumentação** dos estudantes, de modo a complementar as informações presentes.

**Figura 19.** Fotografia simulando a ocupação de pessoas em carros, ônibus coletivo, vagões de trem e bicicleta.



**Fonte:** Livro Araribá Mais Ciências. (PNLD, 2020, p. 198-199).

Após o texto há 4 questões a serem realizadas pelos estudantes. Além de uma autoavaliação referente ao tema trabalhado, conforme ilustrado na Figura 20.

**Figura 20.** Atividades referentes ao texto da seção Atitudes para a vida.

<b>TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA</b>	
<p><b>1.</b> Qual é o principal meio de transporte que você e sua família usam durante a semana? E nos fins de semana? Em sua opinião, seria possível escolher um dia da semana para usar um meio de transporte não poluente, como a bicicleta?</p> <p><b>2.</b> Em alguns estados brasileiros, existem órgãos públicos responsáveis pela medição dos níveis de poluição atmosférica. Pesquise se no estado onde você mora há um órgão com essa finalidade. Você acha que a ausência desse tipo de medição pode fazer falta para a população?</p> <p><b>3.</b> Observe as imagens e compare com seus colegas o uso do ônibus e do trem (ou do metrô). Para os</p>	<p>habitantes de uma cidade, quais são as vantagens e as desvantagens de cada um desses dois tipos de transporte?</p> <p><b>4.</b> Organize em sua escola um dia com menos carros. Com a ajuda do professor, escolham um dia para que todos os funcionários, professores e alunos se desloquem até a escola de transporte coletivo, de carona, de bicicleta ou a pé. Façam uma campanha para conscientizar a comunidade escolar sobre a importância da adoção de alternativas menos poluentes. Anunciem o evento no <i>site</i> da escola e nas redes sociais e mobilizem os colegas, os familiares e os professores. Incentivem as pessoas a participar.</p>

**Fonte:** Livro Araribá Mais Ciências. (PNLD, 2020, p. 199).

A questão número 1 busca **contextualizar** o texto com a realidade dos estudantes. Tem por objetivo **evidenciar** a eles que independentemente de onde vivem, não estão isolados das outras partes do mundo e que os estudos sobre poluição em um determinado local têm importância para outras localidades, mesmo que as realidades não sejam as mesmas, uma vez que o ar está em constante circulação e nossas ações podem impactar outras regiões. O professor pode **construir** junto aos estudantes um gráfico com os meios de transporte utilizados por todos da sala, sendo uma forma de **obter** e **analisar** informações. A partir desses dados construídos, eles poderão realizar **análise** e **debate** sobre as diferenças entre os meios de transporte e a emissão de poluentes, sugerindo meios de se reduzir essa emissão.

A questão 2 orienta os estudantes de uma pesquisa sobre como são medidos os níveis de poluição atmosférica, sendo importante a fiscalização pelos órgãos responsáveis. A pesquisa favorece a investigação por parte dos estudantes, como forma de **obtenção de informações**.

Para a questão 3, as orientações didáticas sugerem a **discussão** sobre o uso de trens e de ônibus. Ao discutirem os estudantes poderão **argumentar** sobre benefícios e dificuldades quanto a esses tipos de transporte, por exemplo, os benefícios do transporte de vários passageiros e o uso de energia elétrica, mas em contrapartida a dificuldade de acesso a bairros, acesso facilitado pelos ônibus, sendo indicado o uso de ônibus que usam etanol.

A questão 4 propõe que os estudantes divulguem na comunidade formas de reduzir a poluição, isto tem potencial de favorecer o **engajamento**, bem como a **comunicação e aplicação** de seus conhecimentos. Ao final da atividade apresenta uma auto avaliação para que os estudantes reflitam sobre os conhecimentos adquiridos com o texto.

Após as atividades, no livro do professor há a sugestão de um recurso complementar. Trata-se de um artigo do site UOL notícias intitulado: **“Não basta plantar árvores. Poluição por ozônio só vai cair com menos carros”**. O texto traz um estudo que evidencia que mesmo em ambientes de floresta a poluição por ozônio liberado por carros é alta, portanto, há a necessidade de se reduzir o uso de veículos, uma vez que o ar está em constante movimento e a poluição pode ser levada para lugares distantes dos pontos de emissão. Em nossa opinião, o texto possui alguns conceitos mais complexos e indicamos apenas como forma de aprofundamento para o professor.

Consideramos que o livro tem muito potencial para o desenvolvimento de atividades investigativas. Ao longo de todos os Temas (capítulos), observamos que o livro é rico em textos e atividades passíveis de contextualização e problematização, bem como indicação de material complementar que contribuem para o trabalho docente, inclusive tem potencial para contribuir para o desenvolvimento da abordagem investigativa. Por exemplo, há seções complementares ao conteúdo propriamente dito que abordam questões atuais e permitem a contextualização do conhecimento, e além de contribuir para a aquisição de conhecimentos conceituais, favorece os conhecimentos procedimentais e atitudinais. O livro do professor é rico em orientações didáticas que auxiliam o professor na reflexão do conteúdo, bem como de materiais complementares muito interessantes com potencial de despertar o interesse dos estudantes e contemplar o ensino investigativo. Portanto, o que se pode perceber é a necessidade da orientação dos professores para o uso desses recursos disponibilizados pelo livro para o desenvolvimento de atividades investigativas, se o professor buscar por orientação, o livro se apresenta como um bom suporte para atividades investigativas.

### 6.2.3. Análise do Livro “Ciências Naturais: Aprendendo com o Cotidiano.”

O livro “Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano” é uma obra da editora Moderna desenvolvida pelos autores Eduardo Leite do Canto e Laura Celloto Canto. A coleção analisada é referente aos anos finais do ensino fundamental e contém um livro para cada ano de escolarização (6º ao 9º ano).

Assim como nos livros anteriores, nosso tema é o Efeito Estufa. Entretanto, diferente da coleção anterior, para esta coleção foi possível realizar uma análise conjunta e comparativa de duas versões desta mesma coleção, uma delas desenvolvida antes da implementação da BNCC e pertencente ao PNLD de 2011 e a outra pertencente ao PNLD de 2020, elaborada de acordo com as diretrizes da BNCC.

Na coleção pertencente ao PNLD 2020 o tema Efeito Estufa é abordado em conformidade com BNCC, a qual indica o 7º ano do ensino fundamental anos finais, no capítulo “Temperatura, calor e Efeito Estufa”. Na versão referente ao PNLD de 2011, o tema está presente no livro do 9º ano do ensino fundamental dos anos finais, e o capítulo foi intitulado como “Garrafa térmica, Efeito Estufa e aquecimento global”. Essa diferença se dá devido à reorganização dos conteúdos pela BNCC.

No livro do PNLD 2020 ao longo dos capítulos há orientações como as habilidades da BNCC que serão contempladas, informações adicionais para o professor sobre o conteúdo, indicação de atividades que já podem ser realizadas e aprofundamentos, bem como os principais conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que serão desenvolvidos ao longo do capítulo. Estas informações são apresentadas nas laterais das páginas do livro ao longo dos capítulos. Há também indicação de material digital que não foi acessado, pois o livro foi obtido por empréstimo e não dispunha deste material. No livro do PNLD 2011 todas as orientações estão ao final do livro, com exceção das habilidades da BNCC.

Os conteúdos conceituais se relacionam à compreensão de temperatura, calor, Efeito Estufa e aquecimento global, de modo a associar ao cotidiano dos estudantes. Quanto aos conteúdos procedimentais, é sugerida a investigação sobre a troca de calor, bem como a busca por notícias sobre o Efeito Estufa e a montagem de materiais de divulgação (mural, blog). Os conteúdos atitudinais envolvem ponderar que os avanços técnicos quase sempre provêm dos princípios científicos, valorizando a experimentação e as medidas de proteção ambiental.

A introdução do capítulo sobre temperatura, calor e Efeito Estufa, da versão do PNLD 2020, é feita por meio de uma imagem de um termograma, sobre ele são levantadas duas questões: **“Do ponto de vista científico, o que é calor? E irradiação de calor?”**. A versão do PNLD 2011, como citado anteriormente apresenta o mesmo tema, diferindo sua introdução, que apresenta a imagem de pinguins aglomerados com objetivo de se manterem aquecidos, e deixa a seguinte questão **“Do ponto de vista científico, o que protege do frio os pinguins que estão no centro do grupo?”**. Pudemos observar que em ambas as edições há uma preocupação que os estudantes **proponham uma explicação** para situações observadas, é objetivo do ensino por investigação que eles compreendam os fenômenos cotidianos do ponto de vista da ciência, a fim de que estas situações sejam explicadas com base em evidências científicas.


Após a introdução, o texto (PNLD 2020) destinado aos estudantes traz um *Box* intitulado “Motivação” (Figura 21). Neste *Box* há uma atividade experimental na qual serão usados dois suportes para um arame de metal, manteiga e alguns botões. Em uma das pontas deve-se colocar uma vela acesa e é pedido que **observem, anotem e proponham uma explicação** do fenômeno.

O *Box* “Motivação” tem potencial para um ensino investigativo, a **observação** de fenômenos, a **coleta de dados e proposição de explicação** são práticas que contemplam o ensino por investigação. O professor pode perguntar aos estudantes o que eles esperam que irá acontecer, de modo a dar condições para que eles formulem suas **hipóteses**. Mais adiante no capítulo é trabalhado o conceito de condução térmica, importante para que **construam explicações** para o fenômeno observado.

Em sequência à motivação se inicia o desenvolvimento do tema. Cada assunto é indicado por um número, chamado pelo autor de item. O item 1 traz uma situação cotidiana na qual uma pessoa, com um dos pés em um piso de cerâmica e outro em um tapete em um mesmo ambiente, sente o piso mais frio que o tapete, situação descrita e representada por uma imagem.

**Figura 21.** Esquema ilustrando a condução térmica.

## MOTIVAÇÃO

 A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

**Objetivo**

▶ Obter evidência da condução de calor em um fio metálico.

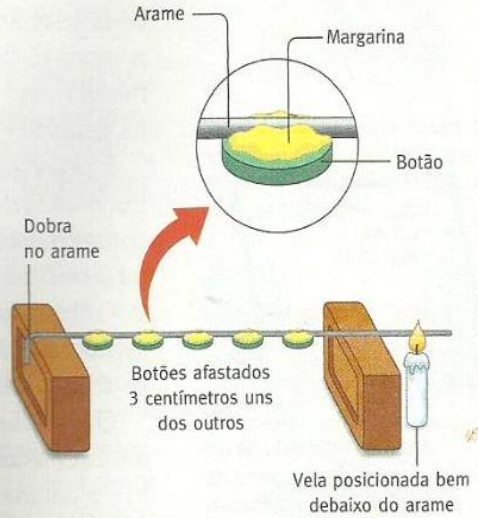
Você vai precisar de:

- **AJUDA E SUPERVISÃO DE UM ADULTO**
- margarina
- dois tijolos
- cinco botões pequenos
- arame grosso (não revestido) com cerca de 45 centímetros de comprimento
- vela
- fósforos

**Procedimento**

1. Procure um local fresco para realizar o experimento, onde a margarina não derreta espontaneamente. O piso do local deve ser de cimento ou cerâmica, materiais que **não** são combustíveis.
2. Estique o arame e dobre os últimos 5 centímetros de uma das extremidades formando um "L". Posicione o arame, os tijolos e esse "L" feito de arame conforme a figura ao lado.
3. Use a mesma quantidade de margarina para grudar cada um dos botões no arame, a espaços de 3 centímetros, como ilustra a figura.
4. Peça ao adulto que acenda a vela. Tome cuidado para não se queimar na chama ou no arame quente. Observe o que vai acontecer com os botões. Anote em seu caderno e proponha uma explicação para o que observar.

ILUSTRAÇÕES: REINALDO VIGNATI



**Fonte:** Livro Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano. (PNLD, 2020, p. 201).

O professor pode realizar esta experimentação em sala, conduzindo os estudantes na emissão de **hipóteses** a serem investigadas. As orientações didáticas informam que as sensações térmicas serão estudadas adiante de modo que eles poderão relacionar esta situação aos conceitos que serão estudados.

Após essa breve e importante **contextualização**, são apresentados ao estudante os conceitos de dilatação térmica e contração térmica. Para isso utiliza um exemplo de fácil interpretação, o aquecimento de uma barra de metal ao sol, seguida de seu resfriamento à sombra, cujas medidas foram realizadas em ambas as situações. A realização do experimento pelos estudantes, orientado e problematizado pelo professor, é uma excelente forma de promover um ensino investigativo. Eles podem realizar ações como **montagem do experimento**,

**obtenção de dados** por meio de medições das barras de metal, **análise dos dados**, por exemplo, por meio da construção de tabelas e gráficos relacionando temperatura e comprimento do metal, **favorece o debate** entre os estudantes ao discutirem e **proporem explicações** para o fenômeno observado, bem como permitem **analisar teorias científicas** relacionadas ao comportamento dos metais na presença de calor. A **construção** e **análise** de dados é uma importante característica do ensino por investigação, permite compreender como os **argumentos** científicos são construídos com base em evidências.

Em continuação ao conteúdo, é apresentado o item 2 o qual trata do calor, troca de calor e equilíbrio térmico, por meio do texto e de esquemas disponíveis aos estudantes (ANEXO H).

Na sequência são apresentados os tipos de transferência de calor: condução, convecção e irradiação. O item 3 inicia o estudo da condução térmica, no qual é diferenciado condutor e isolante térmico e traz exemplos destes, de forma textual e por imagem (ANEXO I).

Nas orientações didáticas há a indicação do projeto 5 (Figura 22) que se encontra no final do livro tanto do manual do professor quanto no livro do estudante do PNLD 2020. Trata-se de uma atividade experimental que busca mostrar aos estudantes que o isolamento térmico retarda a troca de calor com o ambiente.

O experimento tem potencial de despertar o **engajamento** dos estudantes, de modo que o professor pode apresentar um problema após a observação dos estudantes, como por exemplo, **“Com base em suas observações proponha uma explicação porque o gelo do recipiente envolto por mais isolantes demora mais tempo para derreter”**. Desta forma o professor propicia o levantamento de hipóteses, tal como, **“O gelo do recipiente mais isolado demora mais para derreter porque tem menor contato com o ar do ambiente”**. Neste contexto, eles precisaram **analisar** cada frasco usado no experimento, **realizar anotações** sobre as situações observadas de modo que estaria **obtendo dados**, estes dados seriam analisados com base no conteúdo estudado sobre as trocas de calor. O experimento favorece o **debate**, uma vez que poderão **discutir** os resultados e buscar explicações para eles, e mediante aos resultados e as informações já estudadas poderão **argumentar** de forma a chegarem a uma conclusão. Assim, estarão **avaliando** a teoria científica da troca de calor com o ambiente mediante a diferença nas temperaturas e o fato de os isolantes térmicos retardarem a troca de calor. As

perguntas que conduzem o experimento, apesar de diretas, contribuem para a discussão acerca dos isolantes térmicos. Portanto, apesar de não estar explícito o caráter investigativo da atividade, é possível que o professor trabalhe a atividade de forma investigativa.


**Figura 22.** Projeto 5: Retardando a troca de Calor.

PROJETO

# 5

## RETARDANDO A TROCA DE CALOR

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

**Objetivo**

► Comparar a eficiência de alguns métodos para retardar a troca de calor.

Vocês vão precisar de:

- pedras de gelo
- quatro frascos iguais, de boca larga, com tampa, nos quais caibam três ou quatro pedras de gelo (potes de maionese pequenos, por exemplo)
- papel-alumínio
- duas toalhas de rosto
- fita-crepe
- pedaço de poliestireno expandido mais ou menos do tamanho da base do frasco menor
- pote plástico com tampa, dentro do qual caiba o frasco menor

**Procedimento**

1. Usem o papel-alumínio para revestir dois dos frascos menores. Deixem o lado mais espelhado (mais brilhante) do papel para fora. Fixem o papel-alumínio com fita-crepe, como mostra a figura A.
2. Coloquem igual quantidade de pedras de gelo (três ou quatro) em cada um dos quatro frascos (dois revestidos com papel-alumínio e dois não revestidos) e tampem-nos.
3. Coloquem um dos frascos revestidos de papel-alumínio dentro do pote plástico, usando o pedaço de poliestireno expandido como base. Fechem o pote. Vejam a figura B.
4. Enrolem uma toalha em um dos frascos não revestidos de papel-alumínio. Enrolem a outra toalha no pote plástico.
5. Deixem os quatro frascos em cima da mesa, afastados no mínimo 30 cm um do outro, e observem regularmente o conteúdo do frasco que não está revestido por toalha ou por papel-alumínio. No momento em que todas as pedras de gelo desse frasco estiverem derretidas, abram todos os outros frascos e observem seu conteúdo. Registrem suas observações no caderno com desenhos e/ou palavras e tentem explicá-las.

**Vá além:**

- Durante o experimento as pedras de gelo derretem, total ou parcialmente, por causa da troca de calor entre o ambiente e o interior dos frascos. Essa transferência de calor é de dentro do frasco para fora dele ou de fora para dentro? Por quê? Quais processos de troca de calor estão envolvidos nesse experimento? Em qual dos quatro casos a troca de calor foi retardada com maior eficiência?
- Que utensílios existem em nossa vida diária que empregam métodos para retardar a troca de calor semelhantes aos envolvidos nessa atividade?




Figura A




Figura B

Pote plástico (não precisa ser transparente)

Pedaço de poliestireno expandido

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO ARRABIA

**Fonte:** Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. (PNLD, 2020, p. 244).

O item 4 é iniciado e se trata da convecção térmica. O assunto é introduzido por meio de uma imagem de um aquecedor de ambiente e é feita a pergunta: **“Por que este é colocado no chão e não em local alto?”** (ANEXO J).

Em seguida é feita uma explicação da dinâmica dos gases mediante a temperatura e também há esquemas evidenciando essa situação, por meio de uma panela com água fervendo e serragem. Este experimento pode ser realizado de forma demonstrativa, uma vez que se trabalha com fogo e água quente, sendo que de acordo com De Carvalho (2013) um dos tipos de problemas para o ensino investigativo são as demonstrações investigativas. Neste caso os estudantes poderão **propor hipóteses** para a circulação da serragem na água e **discutir**, com seus pares, o que acontece durante o fenômeno. Como no exemplo já discutido com o aquecedor, este fornece suporte para que os estudantes levantem **hipóteses** para o fenômeno observado e possam analisá-lo por meio de suas **observações**, podendo desta forma **avaliar** a teoria da convecção. Esta situação é seguida do questionamento: **“Onde é mais indicado colocar um ar-condicionado?”** Espera-se que consigam relacionar o fenômeno do aquecedor com o do ar condicionado e propor uma explicação baseada no conceito e convecção. São exemplificadas algumas situações cotidianas onde se observa esse fenômeno.

Outro *Box* “Motivação” é apresentado aos estudantes com um experimento simples a ser desenvolvido, o qual utiliza 3 copos: um com água gelada, um com água morna e outro com água à temperatura ambiente. O experimento consiste que o estudante coloque um dos dedos indicadores na água morna e o outro na gelada por 2 minutos e depois coloque-os simultaneamente na água a temperatura ambiente e em seguida relate o que foi **observado** e **proponha uma explicação** (ANEXO K).

O objetivo deste experimento é investigar as sensações térmicas do corpo humano e o desenvolvimento deste tema se dá com o item 5, intitulado sensação térmica. Este item está presente apenas no livro do PNLD de 2020. Nas orientações há a indicação de um texto de aprofundamento ao professor, **“Por que achamos um dia de 33°C muito quente, se a temperatura corpórea é maior que essa?”** Este texto está disposto nas páginas iniciais do manual do professor do PNLD 2020, cada capítulo há um ou mais textos de aprofundamento. Este texto traz informações ao professor como metabolismo basal e os conceitos estudados sobre troca de calor, que auxiliam o professor no desenvolvimento do tema sensação térmica.

A sequência do texto é dada pelo item 6, nele é definido o que é irradiação térmica. É dado foco na radiação infravermelha, de modo que o texto apresenta a descoberta desta e exemplifica situações cotidianas nas quais podemos perceber a irradiação térmica (ANEXO L).

No contexto dos processos de troca de calor, é apresentada aos estudantes uma atividade de pesquisa: **“Como funcionam os aquecedores solares domésticos?”**. A pesquisa é uma forma de os estudantes se **engajarem** para a compreensão de um fenômeno, conforme o trabalho De Carvalho (2018) há atividades investigativas que podem partir de textos, desde que haja uma problematização. Neste contexto, a **obtenção** e **análise** de informações provêm do texto, a fim de relacionar com os conteúdos estudados, discutir sobre os processos envolvidos no aquecimento solar, uma vez que já foram introduzidos ao assunto e chegar à **construção de explicações** sobre seu funcionamento.

O conteúdo continua com o item 7, o qual traz a função dos objetos espelhados na reflexão de calor em situações cotidianas como garrafas térmicas, roupa de bombeiros, uso de alumínio em pessoas acidentadas.

O capítulo continua com o tema aquecimento global no item 8. É apresentada uma pergunta no subtítulo: **“Como funciona uma estufa de plantas?”**, seguida de um exemplo no qual um carro com vidros fechados é deixado ao sol do meio-dia por algum tempo. São explicados sobre como a radiação UV proveniente do Sol consegue penetrar ao vidro, interagindo com o ambiente interno, o qual emite radiação infravermelha que não tem a mesma capacidade de atravessar o vidro, aquecendo dentro do carro. Esta situação é comparada à estufa de plantas, conforme mostra a Figura 23.

**Figura 23.** Esquema representativo de uma estufa de plantas.



**Fonte:** Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. (PNLD, 2020, p. 212).

Nas orientações é deixado claro ao professor a necessidade de distinguir os conceitos de Efeito Estufa de aquecimento global, uma vez que ambos os fenômenos se relacionam. Também são mencionados nas orientações conceitos relacionados às diferenças entre a luz visível e a infravermelha, como absorbância, comprimento de onda, ligações covalentes e as vibrações das moléculas, não disponíveis no livro do estudante.

Constatamos que até o momento o texto não faz menção alguma ao aquecimento global, apesar de o título do item ser “Aquecimento global”. A contextualização presente no texto não se relaciona diretamente ao aquecimento global e sim ao Efeito Estufa, que apesar de relacionados, se tratam de fenômenos diferentes. Acreditamos que o uso do título aquecimento global mediante a um texto que exemplifica o Efeito Estufa tende a confundir os estudantes, levando-os a acreditar que ambos se tratam do mesmo fenômeno.

Em continuidade o texto traz informações sobre o Efeito Estufa. Segue-se a transcrição presentes no livro:

Na atmosfera terrestre estão presentes alguns gases – como gás carbônico, vapor de água e metano que atuam, em escala global, retardando a emissão de calor pelo planeta. Assim, parte da energia proveniente do sol fica aprisionada na Terra, fazendo com que a temperatura do planeta seja superior àquela que seria esperada. Esse processo, que contribui para o

aquecimento da Terra, é denominado Efeito Estufa. Se não existisse o Efeito Estufa, a temperatura média em todo planeta seria significativamente baixa. Praticamente toda a água estaria congelada e seria muito difícil existir vida tal como a conhecemos. Então, se não houvesse Efeito Estufa na escala em que atualmente ocorre, possivelmente não haveria vida na Terra. (CANTO; CANTO, 2020, p. 213).

O texto apresentado acima traz diversas informações relevantes para compreensão do fenômeno Efeito Estufa, entretanto, também deixa várias lacunas que permitem ao professor trabalhar de forma investigativa. Portanto, o grande trabalho do professor, a princípio, é construir boas perguntas com intuito de problematizar o tema estudado. Estas perguntas precisam ser boas para despertar o interesse dos estudantes pela investigação.

Como exemplos de perguntas que podem emergir a partir das lacunas deixadas pelo texto temos: **“Como os gases mencionados retardam a emissão de calor pelo planeta?”**; **“Como a energia proveniente do Sol é aprisionada na Terra?”**; **“O que acontece com a outra parte da energia que não fica aprisionada na Terra?”** e **“Que tipo de energia é essa?”**. Essas perguntas contribuem para a construção do conhecimento acerca dos raios ultravioleta e infravermelha, energias importantes para compreensão do Efeito Estufa, mas que não são mencionadas no texto. O texto informa a importância desses dos gases para manter a temperatura superior ao esperado, caso eles não existissem, deixando brechas para levantar questões como: **“Qual seria a temperatura esperada na ausência dos gases?”**; **“Qual a temperatura da Terra com a presença dos gases?”**; **“Como é calculada essa temperatura?”**; **“Como os valores de temperatura são estimados?”**; **“Existe alguma variação em diferentes pontos da Terra?”**; **“E ao longo do ano?”** e **“Isso pode ser monitorado?”**. São questionamentos importantes para a construção do conhecimento científico, uma vez que questionam como os estudos são feitos, bem como buscam avaliar a hipótese de que há uma média de temperatura global.

Após a sucinta explicação sobre o que é o Efeito Estufa, o texto informa que sem ele a Terra seria muito fria a ponto da água ser congelada e dificilmente existiria vida no planeta. Isso permite questionar se **“Há evidências de que esse fato ocorreria?”**; **“Esse fenômeno pode ser observado em outros planetas?”** e **“Como saber se não haveria vida na Terra?”**. Estas e outras perguntas podem permear uma problematização investigativa. Como mencionado em nosso

referencial, essas ideias por nós apresentadas, vão ao encontro das ideias de Sá *et al.* (2007) e De Carvalho (2018) que atribuem importância à apresentação de bons problemas aos estudantes, a fim de despertar o interesse pela investigação.

Em continuidade são mencionadas ações humanas que intensificam o Efeito Estufa, ou seja, atribui a intensificação apenas às ações humanas, sem ao menos citar possíveis causas naturais que também contribuem na liberação de gás carbônico na atmosfera, ou fatores como o eixo da Terra e o ciclo solar como fatores que influenciam na temperatura do planeta. Por fim, apresenta um *Box* com atitudes que podem contribuir para a redução na emissão de gás carbônico.

Um *Box* traz a sugestão de um trabalho em equipe, indicando a pesquisa sobre notícias relacionadas ao Efeito Estufa e o debate sobre uma questão: **“A Ciência é algo pronto e acabado ou envolve um processo dinâmico que nunca termina?”** Esta questão tem potencial de desenvolver aspectos inerentes à **natureza da ciência**, bem como para o ensino por investigação.

Finalizando o assunto o livro traz um gráfico que mostra a relação entre o aumento da concentração de gás carbônico e o aumento simultâneo da temperatura. As orientações didáticas sugerem o trabalho interdisciplinar com a matemática, bem como a nosso ver, favorece o ensino por investigação por meio da **análise de dados**, além da indicação da atividade que podem ser realizadas. Há também um *Box* com a sugestão de se procurar na internet por calculadoras que realizam cálculo de quanto gás carbônico cada um libera por dia. E ressalta ao estudante que as controvérsias existentes não são a respeito da existência do Efeito Estufa, mas sim sobre o que sua intensificação causará nas próximas décadas. Estas questões deixam em aberto as possibilidades de explorar mais sobre o assunto, boas perguntas podem conduzir debates sobre a ocorrência ou não de uma intensificação do Efeito Estufa e das possíveis consequências, tais como: **“Há realmente uma intensificação?”**; **“Como ela pode ser evidenciada?”**; **“Se essa intensificação ocorre, quais os possíveis impactos que podem ser causados?”** e **“De que forma a população humana é afetada? E os ecossistemas naturais? E a obtenção de recursos naturais?”**

O final do capítulo traz um *Box* com um texto o qual discute as condições para a presença da vida na Terra, tais como tamanho, distância do Sol, composição química da crosta, dos oceanos e da atmosfera, e a presença de água líquida. E por fim, é apresentado ao estudante um mapa conceitual sobre as ideias do capítulo. No

livro do PNLD 2011, o mapa conceitual vem apenas no final do manual do professor com a indicação da construção do mapa pelos estudantes, o que talvez seja mais interessante, uma vez que contribui para o raciocínio sobre os conteúdos estudados.


Em uma análise sobre o contexto ao qual o tema Efeito Estufa foi associado, acreditamos que o vínculo com os temas temperatura e calor foi desnecessário, uma vez que o autor em nenhum momento fez uma relação entre os temas. Também a associação entre Efeito Estufa e aquecimento global deixou muito a desejar, de modo que o livro tem maior potencial de confundir os assuntos do que de diferenciá-los. Além do mais, o livro quase não possui indicação de recursos complementares para ajudar o professor no desenvolvimento do tema.

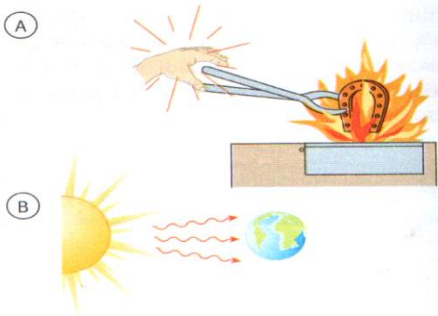
Quanto à comparação com o livro do mesmo autor e editora do PNLD de 2011, notamos que uma das poucas diferenças é quanto ao ano de escolarização que o tema é abordado, no PNLD de 2011 o tema está presente no livro do 9º ano enquanto no livro do PNLD 2020 o tema está no livro do 7º ano, esta mudança ocorreu para acompanhar a BNCC. No que diz respeito ao conteúdo disponível ao estudante, trata-se quase que por completo do mesmo em ambas as edições, inclusive as imagens, que quando não são exatamente as mesmas, estão completamente relacionadas e, também, as atividades de motivação.


A respeito das atividades presentes neste capítulo, nenhuma das questões presentes na seção de atividades “Use o que aprendeu” configuram atividades investigativas (Figura 24). São quase as mesmas das dispostas no livro do PNLD 2011 do 9º ano, algumas foram trocadas de ordem e houve o acréscimo de uma tirinha sobre a emissão de gás carbônico.

Figura 24. Atividades da seção “Use o que aprendeu”.

**ATIVIDADE**  
**USE O QUE APRENDEU**

- Um corpo **A** está em equilíbrio térmico com um corpo **B**. Esse corpo **B** está em equilíbrio térmico com um corpo **C**. É correto afirmar que **A** está em equilíbrio térmico com **C**? Justifique.
- O uso de agasalhos de lã é comum em regiões frias. Que propriedade da lã torna conveniente essa utilização?
- A madeira é um bom isolante térmico. A serragem derivada da madeira é um isolante térmico ainda melhor. Explique por quê.
- Para servir chá bem quente você pode optar por uma caneca de alumínio ou por uma xícara de porcelana.
  - Qual delas oferece maior risco de você queimar as mãos? Por quê?
  - Qual delas permite que o chá esfrie mais rápido? Por quê?
- Num dia quente, para manter um refrigerante gelado por mais tempo você escolheria um copo de vidro ou de aço inox? Justifique.
- Num dia frio é mais conveniente levar à mesa alimentos quentes em vasilhas de aço inox ou de cerâmica? Por quê?
- Quando você se enrola em um cobertor, algum tempo depois se sente mais quente. No entanto, se você embrulhar um objeto num cobertor ele não fica mais quente. Proponha uma explicação para isso.
- Um cozinheiro não muito experiente queimou a mão ao misturar uma sopa fervente com uma colher de metal. Após lhe ensinarem que deveria usar colher de madeira, ele voltou a queimar a mão, dessa vez por mantê-la por muito tempo uns 10 centímetros acima da sopa fervente.
  - Qual é o processo de troca de calor responsável pela queimadura provocada pela colher de metal?
  - Compare madeira e metal e explique por que a colher de madeira é mais indicada para misturar alimentos quentes.
  - Cite um processo de troca de calor responsável pela segunda queimadura.
- Explique o princípio de funcionamento das chaminés, que permite a saída espontânea dos gases por ela.
 

Companhia Siderúrgica Nacional (Volta Redonda, RJ, 2011).
- Qual é o principal modo de transmissão de calor envolvido em cada uma das situações (**A** e **B**) desenhadas abaixo?
 

(Representações esquemáticas fora de proporção e em cores fantasiosas.)
- As paredes de uma geladeira têm um revestimento (entre o plástico interno e o metal externo) de um material chamado lã de vidro. Qual é a finalidade desse revestimento?
- Observe a fotografia abaixo. Muitos chocolates são embrulhados em papel-alumínio, com o lado mais espelhado voltado para fora. Qual é a razão para isso?
 

Chocolates geralmente são embrulhados em papel-alumínio.

Fonte: Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. (PNLD, 2020, p. 216).

Já as questões presentes na seção “Explore diferentes linguagens” apresentam um potencial investigativo (Figura 25).

A questão número 1 não se refere ao Efeito Estufa. Ela requer que os estudantes interpretem o esquema apresentado, contribuindo para o desenvolvimento de algumas características do ensino por investigação. A questão letra “a” propicia aos estudantes a **emissão de hipóteses** para explicar o fenômeno. Com base nas hipóteses apresentadas o professor pode promover o **debate** entre

os estudantes, a fim de que eles reflitam de forma coletiva sobre o fenômeno apresentado, desta forma eles estarão **avaliando** uma teoria científica (condução térmica). A questão “b” pede que eles organizem os metais em ordem crescente de condução, sendo esta uma forma de **organizar** e **analisar dados** em uma atividade. O professor pode complementar esta atividade pedindo que **construam um texto** explicativo sobre o que foi analisado e discutido na questão.

**Figura 25.** Atividades da seção “Explore diferentes linguagens”.

ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO

1. No experimento esquematizado na figura **A** ao lado, botões foram grudados com margarina em barras de diferentes metais. Alguns minutos depois de colocar água quente no recipiente, verificou-se que alguns dos botões já tinham caído, como mostra a figura **B**.
  - a) Como você explica a queda dos botões?
  - b) Coloque os metais envolvidos em ordem crescente de capacidade para conduzir calor.

(Representação esquemática e em cores fantasiosas.)

PREVISÃO

2. Você tem uma única pedra de gelo e uma lata fechada de refrigerante. Você não tem copo ou qualquer outro recipiente e vai beber o refrigerante diretamente da lata. Você também não tem como moer o gelo para fazê-lo passar pela abertura da lata. Qual é o melhor procedimento para esfriar o refrigerante, antes de abri-lo, usando essa única pedra de gelo? Justifique.

Reflita: qual é o melhor procedimento?

TIRINHA

3. Esclareça a que tipo de emissão a tirinha se refere e explique o motivo pelo qual as emissões desse tipo são preocupantes para a humanidade.

Seu aprendizado não termina aqui

Preste atenção aos usos que você e as pessoas próximas de você fazem da palavra “calor”. Confronte esses usos com o conceito de calor que você estudou neste capítulo e avalie se estão corretos.

Como podemos observar, não se trata de uma sequência de ensino investigativa, mas a atividade pode ser conduzida pelo professor de modo a contemplar alguns aspectos do ensino por investigação, promovendo uma maior reflexão por parte dos estudantes. Uma alternativa seria o professor realizar o experimento em sala de aula caso disponha de diferentes metais, conduzindo-os na investigação sobre o fenômeno.

A questão 2 também não é referente ao Efeito Estufa, mas tem potencial investigativo mediante ao **problema** que é apresentado e que precisa ser resolvido pelos estudantes. **“Qual a melhor forma de resfriar o refrigerante mediante a situação apresentada na questão?”** (vide questão na Figura 25). Este experimento é simples e de fácil execução, pois o material é acessível, portanto, é passível de ser realizado em sala de aula com os estudantes.

O problema já é apresentado ao professor e cabe a ele elaborar como se dará a sequência de ensino investigativo (SEI). Sugerimos a realização do experimento e que o professor conduza os estudantes com perguntas de modo a instigar a curiosidade dos mesmos. Ao perguntar **“Qual a melhor forma?”**, acreditamos que isso possibilita diversas tentativas de resfriamento pelos estudantes. Essas ações contribuem para a **coleta de dados** que posteriormente serão **analisadas** e **debatidas** em grupo, contemplando a instância de **produção** de conhecimento.

Os estudantes com base no livro texto poderão buscar explicações científicas que expliquem o fenômeno observado e o professor pode conduzi-los com perguntas, por exemplo: **“Qual estado físico do refrigerante? Qual objeto possui maior temperatura, o refrigerante o ou gelo? O gelo que esfria o refrigerante ou o refrigerante que perde calor para o gelo?”**. Essas questões tem intuito de estimular os estudantes a se expressarem de modo que eles busquem informações que os permita **construir argumentos** para explicar o fenômeno e formar consenso entre os pares sobre o que está sendo observado, isto é uma forma de **sistematização** coletiva, bem como contempla as práticas epistêmicas de **comunicação** e de **legitimação** do conhecimento.

Ao **construírem consenso** em grupo, o professor pode pedir que os estudantes descrevam passo a passo o que aconteceu e **construam uma conclusão** explicando o fenômeno. Esta é uma forma de sistematização individual, sendo uma forma de **comunicar** o conhecimento construído.

Por último, a questão 3 se refere ao Efeito Estufa. Trata-se de uma interpretação de uma tirinha sobre fontes de energia renováveis. A tirinha traz uma contextualização das energias renováveis, eólica e solar, como forma de diminuir “emissões”. Ela não discorre sobre que tipo de emissão se trata e o professor pode aproveitar a questão apresentada para problematizar a atividade (vide a questão na Figura 25).

O professor precisará conduzir os estudantes a pesquisar sobre o assunto. Esta pode ser realizada em laboratório de informática ou o professor pode levar textos informativos para sala, os quais não apresentem a resposta, mas deem condições deles buscarem o entendimento sobre a questão.

Ao pesquisarem sobre o assunto os estudantes estarão **construindo dados** ao tempo que estarão **analisando informações**. O professor precisa orientar e interagir com eles para verificar que tipos de informações são relevantes para resolver a questão. Quando o professor verificar que eles já dispõem de informações para a resolução do problema ele pode promover o **debate** para que eles **argumentem** sobre as informações encontradas, sendo uma forma de **comunicar** os conhecimentos.

Ao chegarem a uma explicação para o fenômeno os estudantes estarão **construindo consenso** e, portanto, **legitimando** as explicações de forma coletiva. Por fim, o professor pode pedi-los que apresentem um texto dissertativo explicando a tirinha como forma de **sistematização individual**, também **comunicando** os conhecimentos.

O próximo capítulo foi intitulado “Gases da atmosfera e placas da litosfera”, analisamos apenas o primeiro tema por se relacionar ao Efeito Estufa. São dispostos os conteúdos conceituais tais como a identificação do ar como uma mistura de gases, a poluição do ar e a influência na destruição da camada de ozônio. Os conteúdos procedimentais que poderão ser desenvolvidos referem-se ao experimentar, manipular materiais, redigir texto e analisar. E entre os conteúdos atitudinais destacam-se a importância da observação para obter informação, interessar-se pelas ideias científicas e pela ciência, valorizar as medidas de proteção ambiental.

Este capítulo é introduzido de forma a contextualizar a composição de gases presentes em uma bola de futebol, apresentando valores proporcionais de cada gás dentro da bola. O livro do PNL D 2011 apresenta um capítulo específico intitulado

“Principais gases que compõem o ar” e em sua página introdutória é apresentada a imagem de um incêndio acompanhada do questionamento sobre porque a queimada se propaga mais quando está ventando. Questionar os estudantes sobre o que está presente no ar é uma forma de levantar os conhecimentos prévios e a partir daí ser trabalhada a constituição da atmosfera. O tema gases da atmosfera é trabalhado no livro do PNLD 2011 no 6º ano do ensino fundamental.

O conteúdo se inicia com um experimento no *Box* “Motivação”, o qual tem por objetivo evidenciar a presença de oxigênio no ar atmosférico. Os materiais indicados para realização do experimento são vela, caixa de palitos de fósforo e um copo que cubra a vela por completo (ANEXO M).

O intuito é que os estudantes descubram a importância do gás oxigênio para o processo de combustão e sua presença no ar. Antes de realizar o experimento o professor pode explicar os procedimentos a eles e pedir que discutam sobre o que acontecerá com a chama da vela, quando esta for tampada pelo copo de vidro. E desta forma eles poderão **levantar suas hipóteses** sobre o experimento, por exemplo: **“A vela continuará a queimar porque ainda há parafina”**. Após a realização do experimento é solicitado que **proponham uma explicação**.

O desenvolvimento do tema é iniciado pelo item 1, o qual explica que o ar é uma mistura de gases incolores e distingue os principais gases presentes no ar atmosférico por meio de proporções, de modo que as orientações sugerem a interdisciplinaridade com a matemática.

O item 2 trata sobre o oxigênio, seu papel na respiração e na combustão, bem como sua produção durante a fotossíntese. O tema é contextualizado por meio da informação sobre como Lavoisier conseguiu isolar o gás oxigênio em laboratório.

Nas orientações ao professor é sugerido um texto de aprofundamento localizado no início do manual, **“Por que uma vela se apaga quando abanada, mas o carvão em brasa fica mais incandescente?”**.

Este texto para aprofundamento não está relacionado ao Efeito Estufa, contudo, tem potencial de ser usado para o desenvolvimento de uma atividade investigativa. O primeiro parágrafo do texto traz o questionamento anterior, sendo uma importante **questão de pesquisa**. Neste caso, indicamos o uso da atividade investigativa após os estudantes conhecerem algumas características e funções do gás oxigênio, para que desta forma, possam **formular uma hipótese** para a questão levantada. A partir deste questionamento eles poderão se **engajar** na busca por

respostas, por exemplo, o professor pode realizar um experimento em sala demonstrando as situações mencionadas no texto – da vela e do carvão. Assim, poderão realizar **observações** e **coletar dados** para que possam ser analisados, tais como: “**Qual o combustível no carvão? E na vela? Qual o comburente? Como a vela se mantém acesa e o carvão?**”. Entre outras questões podem ser usadas para **levantar dados** sobre os fenômenos observados. O professor pode orientar pesquisas as quais informem aos estudantes os materiais envolvidos em ambas as situações, além de poder apresentar trechos do texto que expliquem que ambos os casos se tratam de combustão, no qual há combustível e comburente. Também podem ser favorecidos o **debate** e a **argumentação**, uma vez que a intenção é que discutam porque o ar fornecido quando assopramos apaga a vela, mas aumenta a chama do carvão. Espera-se que estas discussões levem os estudantes a compreender que o ar do sopro, apesar de conter oxigênio (comburente), dissipa o calor e o combustível da vela (vapor de parafina) e que não é suficiente para dissipar o calor do carvão. Desta forma estariam **avaliando** a teoria científica de que para que ocorra a combustão é preciso de combustível e de comburente, além da fonte de energia que faz as moléculas vibrarem e produzirem mais energia, e que a falta de um desses componentes faz a chama se apagar.

Após o estudo do gás oxigênio é apresentado um *Box* chamado “Em destaque” que apresenta um texto sobre como ocorre o funcionamento de um motor do automóvel, junto a uma atividade e um trabalho em equipe. A primeira atividade é uma interpretação de texto que pergunta em qual etapa há o aproveitamento de energia do combustível e qual descarta o calor para o ambiente. Já o trabalho em equipe, trata-se de uma pesquisa sobre os tipos de combustíveis, a época que foram usados, o impacto econômico e social, questões que podem contribuir para a sistematização de um ensino investigativo referente à intensificação do Efeito Estufa. A partir da pesquisa, os estudantes podem compreender quando começou o uso de máquinas movidas a combustíveis fósseis, quais gases foram emitidos e como estes gases influenciam no Efeito Estufa.

Apesar de não haver um problema explícito a ser resolvido, o professor pode **problematizar** a situação questionando os estudantes sobre “**Qual a relação entre as máquinas movidas a combustíveis fósseis e o Efeito Estufa?**” A realização da pesquisa sugerida na atividade, é uma boa oportunidade de propiciar o **engajamento** dos estudantes na busca por informações, obtendo dados que serão

analisados por eles, bem como o professor pode conduzi-los no **debate** e na construção de **argumentos**, a fim de explicar a relação. Portanto, a nosso ver este texto tem potencial para **problematizar** e contextualizar os estudos sobre a intensificação do Efeito Estufa, uma vez que assuntos referentes a automóveis tem potencial de despertar a curiosidade dos estudantes, pois está presente no dia a dia dos mesmos. Trata-se do mesmo texto presente no livro do PNLD de 2011, contudo, não é acompanhado das atividades.

O próximo gás a ser estudado é o nitrogênio. Algumas informações são mencionadas, tais como ser o componente mais abundante no ar. Apenas nas orientações didáticas que o autor esclarece ao professor a importância deste para a formação de proteínas e sua incorporação pela maioria dos seres vivos via cadeia alimentar, uma vez que o nitrogênio é fixado nas plantas por um grupo de bactérias.

A sequência do estudo dos gases se dá por meio de outro *Box* “Motivação” no qual é sugerido um experimento que requer apenas água e um comprimido efervescente. Três questões procedimentais acompanham o experimento e favorecem o desenvolvimento de ações características do ensino por investigação, sendo elas: **a) Observe o aspecto da água e do comprimido; b) Jogue o comprimido efervescente na água e veja o que ocorre e c) Proponha uma explicação para o que você observou.**

Apesar de o *Box* apresentar que o objetivo do experimento é produzir gás carbônico, ele oportuniza ao professor conduzir os estudantes na observação de um fenômeno por meio da experimentação, solicitando que comparem os materiais antes e depois para que **proponham uma explicação** para o fenômeno ocorrido. Acreditamos que este experimento tem potencial de promover um ensino reflexivo no qual os estudantes irão **obter e analisar informações**, poderão ser conduzidos pelo professor no **debate** e assim **construir explicações com base em evidência**, portanto, o professor tem papel fundamental na condução do experimento.

O item 4, iniciado após o *Box* “Motivação”, explica ao estudante o resultado do experimento, como também a presença natural do gás carbônico na Terra e sua importância para a fotossíntese, além de ser usado em extintores de incêndio.

As orientações didáticas indicam o projeto 6 presente no final do livro do professor e do estudante (Figura 26). O experimento tem por objetivo evidenciar a liberação de gás carbônico em uma reação química entre bicarbonato de sódio e vinagre. Para isso é indicada uma lista de materiais e é explicado o procedimento a

ser realizado, no qual o bicarbonato e o vinagre serão misturados em uma garrafa pet e será colocado um balão amarrado na abertura da garrafa com a intenção de se observar o enchimento do balão com o gás produzido.

Apesar de o experimento já indicar que irá acontecer uma reação química, o professor para favorecer a investigação pode formar grupos de estudantes e solicitar que os mesmos realizem o experimento. Desta forma, ao **manipular** os materiais, **analisar** as variáveis, **debater** com seus pares, entre outras ações os estudantes irão construindo conhecimento e poderão compreender como se dá o processo de construção do conhecimento pela comunidade científica, favorecendo aspectos do ensino investigativo.

No texto indicado para o aprofundamento do professor disposto no início do manual também tem potencial para o desenvolvimento de uma atividade investigativa. A pergunta do título **“Por que agitar a garrafa de refrigerante antes de abri-la faz o refrigerante transbordar?”** tem potencial de despertar a curiosidade dos estudantes para a investigação do fenômeno. O professor pode promover a experimentação na qual os estudantes abrem uma garrafa de refrigerante sem agitá-la e outra após agitá-la e que anote suas observações antes e após abertura destas. A partir dos resultados, os estudantes podem levantar uma **hipótese** a partir dos fatos observados, por exemplo, **“o refrigerante agitado transborda porque o gás é agitado e o empurra para cima”**. Nesta situação, o professor pode incentivar a pesquisa sobre: **O que faz surgir esse gás no refrigerante? Ele já estava na garrafa antes de abrir? Por que ele não aparece na garrafa de refrigerante não agitada? Que gás é esse?** São questões que podem conduzir a pesquisa e promover o **debate**, bem como contribuir para a construção de **argumentos** que os ajude a **construírem explicações** para o fenômeno observado.


Figura 26. Projeto 6: Inflando um balão com Gás Carbônico.

PROJETO

# 6

## INFLANDO UM BALÃO COM GÁS CARBÔNICO

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

**Objetivo**

► Produzir gás carbônico a partir de bicarbonato de sódio e vinagre e encher com ele um balão de borracha.

Vocês vão precisar de:

- água
- funil
- um pedaço de barbante
- colherinha (de café)
- vinagre
- garrafa descartável PET de 2 litros
- copo grande (de requeijão, por exemplo)
- balão de borracha (para festas infantis)
- bicarbonato de sódio (pode ser adquirido em farmácia ou supermercado, por exemplo)

**Procedimento**

1. Certifiquem-se de que o funil está limpo e seco. Utilizem-no para colocar 4 colheradas (das de café) de bicarbonato de sódio dentro do balão (figura A). Deem batidinhas no gargalo do funil para ajudar o pó a entrar no balão.
2. Lavem bem o funil e encaixem-no na boca da garrafa.
3. Coloquem vinagre no fundo do copo, até 1 centímetro de altura, e terminem de encher o copo com água. Despejem essa mistura na garrafa.
4. Despejem mais um copo de água na garrafa. Retirem o funil.
5. Peçam a um colega que segure bem firme o balão a uns 4 centímetros de sua abertura, para que o bicarbonato não caia. Encaixem a boca do balão na borda da garrafa (veja figura B) e amarrem com o barbante (figura C).
6. Despejem na garrafa o bicarbonato de sódio que está no balão (figura D). Observem o que acontece quando o bicarbonato entra em contato com o líquido e o que ocorre com o balão.




Figura A




Figura B




Figura C




Figura D

**Vá além:**

- O que acontece com a pressão no interior da garrafa e do balão durante o experimento? O que causa essa mudança?
- Se, ao final do experimento, o conjunto garrafa + balão fosse colocado na geladeira, o que vocês acham que aconteceria com o volume do balão? Por quê?

Fonte: Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. (PNLD, 2020, p. 245)

O item 5 discute a poluição do ar, são apresentados alguns poluentes, suas características e problemas causados ao organismo. Neste item são mencionadas algumas fontes poluidoras do ar, tais como indústrias e veículos. Alguns dos poluidores estudados são partículas sólidas e gases como gás carbônico, monóxido de carbono, dióxido e trióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, vapores de gasolina e de diesel, a cada poluente são atribuídos problemas de saúde a eles relacionados. Em seguida traz um enfoque ao gás carbônico e o aumento de sua concentração pela queima dos combustíveis intensificando o Efeito Estufa, provocando o aquecimento global. Não é mencionada a importância do gás carbônico para a manutenção da temperatura da Terra, nem o relaciona ao Efeito Estufa.

O autor traz o aquecimento global como sendo causa apenas de ações humanas, não menciona fontes naturais de gás carbônico e não apresenta argumentos a favor ou contra essa hipótese. Consideramos que os assuntos relacionados ao Efeito Estufa e sua intensificação, foram apresentados neste livro de forma bastante isolada, sem se preocupar com sua conexão, sem fazer um resgate das ideias estudadas em outros momentos, por exemplo, no capítulo anterior.

Em sequência o item 6 discute sobre a camada de ozônio e a poluição por CFCs (clorofluorcarbonos). O texto traz o fato de o ozônio ser tóxico a baixas altitudes, contudo em altas altitudes é benéfica, uma vez que retém parte dos raios ultravioleta (UV) antes que atinjam a superfície da Terra. O texto informa que os raios UV podem diminuir a capacidade do organismo em combater doenças e causar câncer de pele. Neste contexto, entram os CFCs que tem efeito destrutivo sobre a camada de ozônio de forma a reduzir a concentração desta. No livro do PNLD de 2011 é informado em que esses gases eram usados (aerossóis, ar condicionado e geladeiras), já no livro do PNLD 2020 informa que o uso industrial dos CFCs foi praticamente abolido mediante acordo internacional, mencionando o Protocolo de Montreal.

É importante mencionar que estes assuntos relacionados a poluição do ar não são abordados no livro do 9º ano do PNLD 2011, e sim no livro do 8º ano desta edição, dentro do capítulo que fala de diferentes tipos de poluição (da água, do ar e do solo). Portanto, os temas Efeito Estufa, gases da atmosfera e poluição do ar são trabalhados em diferentes anos de escolarização no PNLD 2011, enquanto no livro

de 2020 estão todos no 7º ano, ressaltando que o PNLD 2020 se encontra em conformidade com a BNCC (2018).

Nas próximas páginas é estudada a litosfera, por não se relacionar ao Efeito Estufa não realizamos análise das páginas que contém esse assunto. Portanto, partimos para as páginas contendo as atividades.

- **Atividades**

Ao final do conteúdo são apresentadas questões para serem respondidas pelos estudantes. A maioria das questões presentes na seção de atividades “Use o que aprendeu” não têm relação com o tema Efeito Estufa (ANEXOS N e O). São as mesmas das dispostas no livro de 2011 do 6º ano, com diferença na numeração.

Apenas a questão 6 merece um destaque especial: “**Que relação existe entre crescimento populacional e poluição ambiental?**”. Esta questão, se bem direcionada pelo professor, tem potencial de promover **debate** e **argumentação**. A pergunta afirma que há uma relação, portanto, o professor pode explorar dos estudantes a questão do nosso modo de vida atual, por exemplo, promovendo uma contextualização.

As atividades continuam com a seção “Explore diferentes linguagens” na qual as atividades estão relacionadas a interpretação de dados. Nenhuma se relaciona com o tema Efeito Estufa e também não apresenta caráter investigativo.

A nosso ver, o tema Efeito Estufa não foi bem contemplado, tanto no conteúdo quanto nas atividades, demandando do professor grandes esforços para o desenvolvimento do tema, tal como busca de material complementar e estratégias de ensino. Assim consideramos que o livro Araribá mais Ciências, anteriormente analisado, propicia maiores subsídios para o desenvolvimento do tema Efeito Estufa, uma vez que apresenta mais informações sobre o tema, além de indicações de material complementar.

Observamos também que apesar das mudanças quanto aos documentos oficiais da educação, os livros pertencentes aos PNLD 2011 e PNLD 2020 permaneceram praticamente inalterados quanto aos conteúdos analisados, basicamente os mesmos textos e atividades, apenas com acréscimo ou exclusão de algum pequeno trecho. Mediante aos crescentes estudos no campo da educação em ciências, acreditamos que diversas oportunidades de ensino poderiam ter sido

contempladas no livro, uma delas o ensino por investigação. A nosso ver há possibilidades de desenvolvimento da abordagem investigativa, entretanto, elas estão em menor quantidade se comparadas ao livro Araribá e menos explícitas ao professor, neste caso, o professor demanda maiores esforços para promover um ensino de ciências investigativo para o tema Efeito Estufa.

### *6.1.3. Análise do Livro “Inovar: Ciências da Natureza”*

O próximo livro didático a ser analisado foi o livro “Inovar: Ciências da Natureza” da Editora Saraiva, organizado pelos autores Sônia Lopes e Jorge Audino. Neste livro localizamos o tema Efeito Estufa e alguns temas correlacionados na unidade intitulada “Terra e Universo”, também no livro destinado ao 7º ano do ensino fundamental de acordo com a BNCC.

No livro do professor são apresentadas as competências específicas da BNCC que serão trabalhadas ao longo da unidade, os objetivos da unidade, bem como os objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais propostos para cada capítulo. Também são apresentadas as orientações didáticas ao professor, exemplificando os conceitos que serão trabalhados e uma pequena síntese sobre o que será estudado nos capítulos da unidade.

A introdução à unidade traz uma imagem de um parque eólico na praia de Icaraí de Amontada, no estado do Ceará, onde um homem encontra-se em uma canoa. Junto à imagem há um texto introdutório que questiona o estudante sobre a possibilidade de observar a presença do “ar” por meio dos elementos que compõem a imagem, entretanto, já responde o questionamento indicando a presença do ser humano e das turbinas eólicas (ANEXO P).

O texto informa aos estudantes o que será estudado ao longo da unidade, sendo os temas relacionados à atmosfera, sua composição e principais propriedades e a identificação destas no cotidiano.

Os conteúdos conceituais a serem trabalhados no capítulo 5 se referem às características e camadas da atmosfera, composição do ar, características dos gases e sua relação com os seres vivos, Efeito Estufa e camada de ozônio. Quanto aos procedimentos espera-se que os estudantes desenvolvam a capacidade de **elaboração e interpretação** de gráficos e tabelas, bem como a apresentação de resultados por meio destes e de esquemas, **formulem e testem hipóteses**,

**manipulem materiais e elaborem textos** com informações. As atitudes que se objetiva alcançar referem-se à harmonia do **trabalho em grupo**, o **reconhecimento do processo de investigação** e da **observação**, a **valorização da linguagem científica**, a compreensão da **ciência como construção humana** e o reconhecimento da História da Ciência para a construção do conhecimento científico.

O capítulo 5 possui o título “A atmosfera” e sua introdução traz a imagem do lago Brienz na Suíça, junto a imagem é trazida uma explicação sobre os componentes da imagem, como o lago, algumas residências e uma montanha com neve no topo. É mencionada a presença de ar envolvendo a paisagem, entretanto, não sendo visível a olho nu. Junto à imagem há um *Box* intitulado “O que você já sabe” o qual apresenta 5 perguntas relacionadas à imagem, com objetivo de indagar os conhecimentos prévios dos estudantes. São questões que possibilitam a reflexão sobre a situação observada na imagem e também busca indagar sobre propriedades do ar como cheiro, cor e forma, bem como a presença do ar em diferentes pontos na Terra e a influência do homem sobre o ar (ANEXO Q).

Após a introdução ao capítulo inicia-se o conteúdo Atmosfera apresentando noções gerais, sendo que uma das informações se refere a ação da gravidade a qual possibilita a presença de uma atmosfera de gases ao redor da Terra, bem como menciona características do ar presente na troposfera como sua extensão, a densidade do ar, a percepção do ar pelo vento, e as correntes de convecção.

Nas orientações didáticas é disponibilizada ao professor uma leitura complementar intitulada “Sensações de voar”, no texto há informações adicionais como o equipamento biruta importante para fornecer a direção do vento e a observação do voo dos urubus para encontrar uma corrente térmica.

O livro traz um *Box* intitulado “Quem já ouviu falar em...”. O tema é redemoinhos e traz uma explicação do ponto de vista do conhecimento popular, por meio da lenda do Saci-pererê. O objetivo do texto é explorar os conhecimentos prévios dos estudantes e a partir deles construir os conceitos científicos. Também é indicado um vídeo<sup>11</sup> com informações adicionais de como se formam os tornados. Há também uma leitura complementar a qual explica **“Como se formam os**

---

<sup>11</sup> Veja como se formam os tornados. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vtSEowa6Wi8>. Acesso: 13 out. 2021.

**ventos?”**, disponível para o professor se inteirar sobre o assunto e discutir com os estudantes.

Na sequência é apresentado o *Box* “Investigação: Como verificar a presença de ar?” (Figura 27). Trata-se de uma atividade experimental a qual tem por objetivo que os estudantes observem e percebam a presença do ar em um sistema. Esta atividade é iniciada com algumas indagações aos estudantes: “**Quais materiais vocês utilizariam?**” e “**Quais seriam os procedimentos?**”. Contudo, não é dado tempo do estudante propor a experimentação, uma vez que logo após os questionamentos os materiais e procedimentos são descritos.

O experimento da investigação consiste em colocar água em um recipiente transparente, de modo que o volume de água no recipiente maior deve cobrir o copo com o algodão, e em um copo transparente um pedaço de algodão no fundo. O problema experimental é um dos explicitados por De Carvalho (2013), a autora ressalta que o problema precisa ser bem explicado, os materiais de fácil manuseio, os quais devem dar condições de os resolverem o problema. O experimento possibilita que eles levantem **hipóteses**, entretanto, o texto já informa como os estudantes deverão emborcar o copo, acreditamos que este aspecto poderia ser deixado livre para que fizessem seus testes. O professor pode formular outras perguntas para conduzir os estudantes na investigação, por exemplo: “**Porque o algodão não molhou no copo colocado verticalmente, mas molhou no colocado de forma inclinada?**”. É uma forma de os tomarem **consciência** dos procedimentos realizados e buscar **construir explicações** para o fenômeno.

Figura 27. Experimento do Box “Investigação”.

Investigação

Não escreva no livro

### Como verificar a presença do ar?

A matéria pode ser sólida, líquida ou gasosa e, em qualquer um dos três estados, ocupa lugar no espaço. Isso é mais fácil de perceber quando pensamos em um objeto sólido ou em um líquido dentro de uma jarra. Mas e o ar? O ar ocupa lugar no espaço? Vamos verificar.

Converse com os colegas a respeito dessa questão e pensem em uma maneira de demonstrar a existência do ar. Discutam os detalhes metodológicos:

- Que materiais vocês utilizariam?
- Quais seriam os procedimentos?

Descrevam no caderno o que for discutido.

Agora, sob a orientação do professor, façam o experimento a seguir.

Atenção

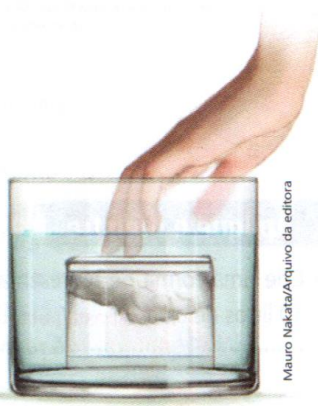
Cuidado ao manusear objetos de vidro, eles podem se quebrar e oferecer riscos de cortes.

#### Material

- copo de vidro;
- pedaço de algodão, suficiente para cobrir o fundo do copo (pode ser substituído por um pedaço de papel, de jornal ou um lenço de pano);
- bacia ou outro recipiente médio preenchido com água – a altura da água no recipiente deve ser maior que a altura do copo.

#### Procedimentos

1. Coloque o algodão no fundo do copo, pressionando bem para que ele não caia quando o copo for virado para baixo.
2. Com cuidado, afunde o copo verticalmente na bacia com água, com a boca virada para baixo. O copo não pode estar inclinado e deve ficar inteiramente dentro da água.
3. Retire o copo da água e observe o algodão (ou o outro material) colocado no fundo do copo.
4. Agora, repita o procedimento, mas emborcando o copo na posição inclinada.
5. Retire o copo da água e observe o material colocado no fundo dele.



Mauro Nakata/Arquivo de editora

#### Interprete os resultados

a) Entrou água no copo quando ele foi emborcado verticalmente? O algodão ficou molhado? Faça no caderno um esquema do que aconteceu. A água não deve entrar no copo e o algodão não deve ficar molhado, pois fica em contato com o ar que está dentro do copo.

b) O que aconteceu quando o copo foi emborcado na posição inclinada? Faça no caderno um esquema do que aconteceu. A água deve entrar no copo quando emborcado na posição inclinada, pois o ar não fica aprisionado dentro do copo. O algodão deve se molhar.

c) Como esse procedimento demonstra que o ar ocupa espaço? Justifique. Veja subsídios nas Orientações didáticas.

Capítulo 5 A atmosfera

Unidade 2 Terra e Universo

Fonte: Livro Inovar Ciências da Natureza. (PNLD, 2020, p 117).

Ao final dos procedimentos há algumas perguntas para que os estudantes **interpretem** e **expliquem** os **resultados** obtidos através da experimentação, esta é uma forma de sistematização do conhecimento mencionada por Carvalho (2013), sendo que por meio das perguntas o professor busca a participação dos estudantes e fazem-nos tomar consciência dos procedimentos realizados. Ao **discutirem coletivamente** eles retomam os passos realizados o que os possibilita **argumentar** sobre o que foi observado.

Dentre as perguntas, é solicitado aos estudantes que desenhem ambas as situações realizadas no experimento e descrevam o que aconteceu, sendo esta uma forma deles realizarem uma **sistematização individual** do conhecimento e deve ser realizada após a sistematização coletiva na qual o professor os conduz coletivamente a tomarem consciência do experimento realizado. De Carvalho (2013) ressalta a importância da sistematização individual para realçar a construção pessoal do conhecimento. Além do desenho, é solicitado aos estudantes que **justifiquem** como este procedimento demonstra a ocupação de espaço pelo ar, sendo também uma forma de sistematizar o conhecimento, o que pode ser feito de forma coletiva por meio de **debate**. As orientações didáticas ressaltam a importância da experimentação para o desenvolvimento do pensamento científico.

O próximo tema a ser trabalhado é a composição do ar. São apresentados os principais gases que compõem o ar atmosférico, sendo suas porcentagens apresentadas por meio de gráficos. Segue-se o *Box* “Aplique e registre” o qual solicita aos estudantes que construam um gráfico com a quantidade de cada gás mencionado anteriormente, mas para o valor de 10 litros de ar. A **construção** e **interpretação** de gráficos contribuem para a interdisciplinaridade matemática e também com a **obtenção** e **análise** de dados em um ensino investigativo.

Há também a indicação de um site<sup>12</sup> com informações sobre a atmosfera. Trata-se de um texto com maior complexidade, sobre a composição, característica e camadas da atmosfera, portanto, indicado para o estudo do professor.

O primeiro dos gases a ser estudado é o gás oxigênio, onde é encontrado, e são destacados processos em que ele está presente como na respiração, combustão e oxidação. A necessidade de oxigênio para a combustão da vela é

---

<sup>12</sup> A atmosfera. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html>. Acesso: 14 out. 2021.

exemplificada por uma sequência de imagens nas quais uma vela acesa é coberta por um copo e em seguida a chama se apaga (ANEXO R).

As orientações didáticas sugerem fazer perguntas aos estudantes sobre os experimentos, “***O que aconteceu com o gás oxigênio?***”, “***Quais gases devem estar presentes dentro do copo da última imagem?***”. E apresenta uma explicação para o professor. É sugerida, ao professor, a leitura complementar “A descoberta do oxigênio: uma ação entre inimigos”, a qual conta a história de como Priestley e Lavoisier, que se detestavam, chegaram à descoberta do oxigênio, descoberta que teve contribuição de outros estudiosos. Acreditamos que este texto contribui para a compreensão da **história e natureza da ciência**, bem como para o ensino de ciências por investigação, uma vez que coloca a ciência como um construto social.

O próximo é o gás carbônico, importante para o processo de fotossíntese dos seres clorofilados, e é feita uma relação entre gás carbônico e gás oxigênio, sendo o primeiro produto da respiração e da combustão. Neste contexto, é afirmado que os cientistas já confirmaram que a concentração de gás carbônico na atmosfera está aumentando rapidamente desde 1950 em regiões urbanizadas e industrializadas e sua captura pela fotossíntese reduzida devido ao desmatamento. Isto é motivo de preocupação devido ao aumento intensificado do Efeito Estufa e do aquecimento global, se fazendo necessárias ações de manutenção de áreas verdes e redução da queima de combustíveis fósseis, por exemplo. As orientações didáticas informam que os temas Efeito Estufa e aquecimento global serão discutidos adiante.

Por conseguinte, encontra-se o *Box* “Aplique e Registre” com algumas perguntas a serem respondidas pelos estudantes no caderno, sobre respiração, oxidação, combustão e fotossíntese (ANEXO S). As perguntas dispostas no *Box* não estão relacionadas ao tema Efeito Estufa e não se configuram em atividades investigativas.

O próximo *Box* “Quem já ouviu falar em... Efeito Estufa”, traz explicações sobre este fenômeno. De acordo com o texto o Efeito Estufa ocorre da seguinte forma:

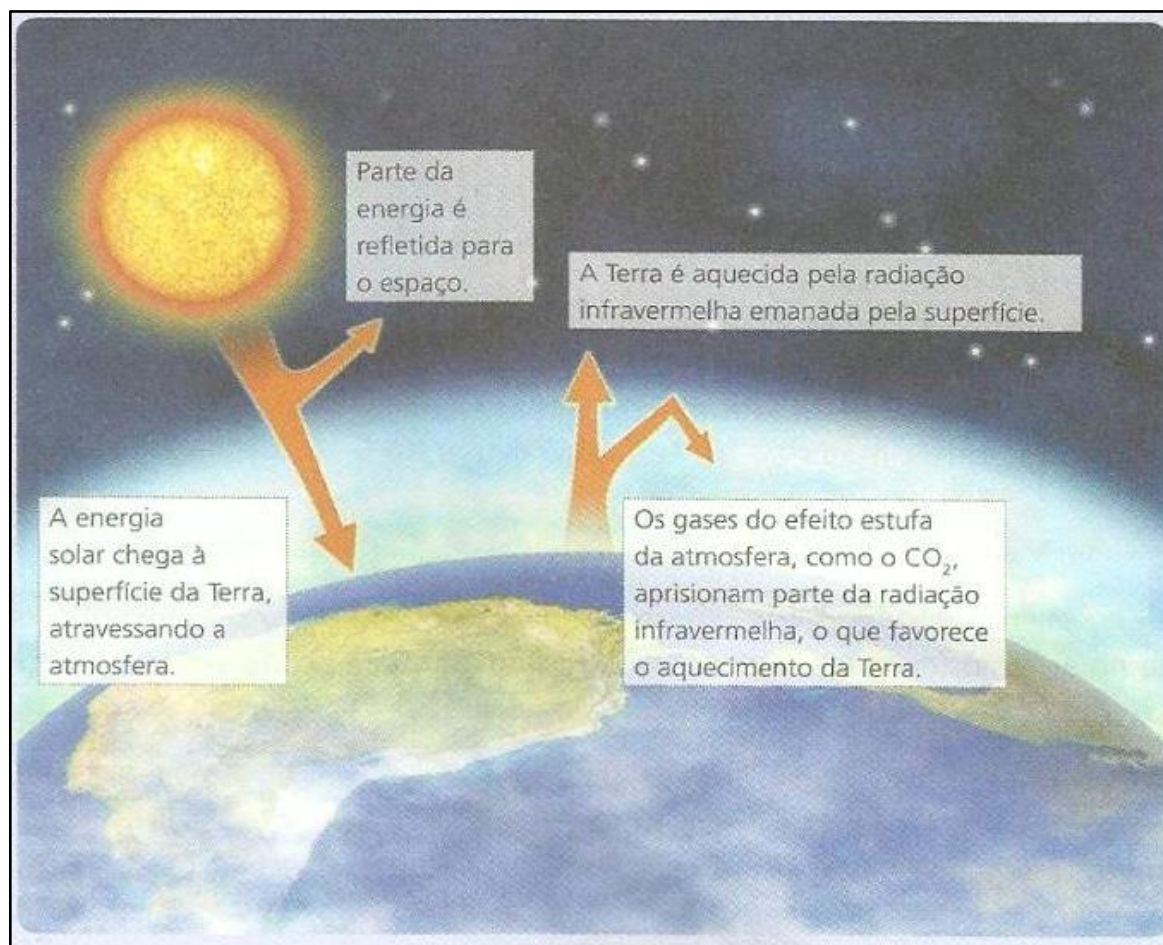
Parte da radiação solar que chega à atmosfera volta para o espaço, refletida, principalmente pelas nuvens. A luz solar que atinge a superfície terrestre é, em grande parte, absorvida pelo solo, pela água e pelos seres vivos. Essas superfícies aquecidas emitem de volta para a atmosfera a radiação infravermelha, sendo a maior parte dela absorvida pelos gases do Efeito Estufa. Uma pequena quantidade da radiação infravermelha retorna

para o espaço. Assim, a atmosfera impede que o calor se dissipe completamente, evitando o resfriamento da Terra. (LOPES; AUDINO, 2018, p. 197).

Assim como no livro Ciências naturais aprendendo com o cotidiano, o livro Inovar ciências da natureza de Lopes e Audino também traz um texto explicativo com informações sobre o tema Efeito Estufa que propicia o desenvolvimento de atividade investigativa. O texto traz algumas informações, mas deixa lacunas que podem ser aproveitadas pelo professor para problematização. O professor pode usar estas lacunas para fazer perguntas aos estudantes, como por exemplo: **“O texto menciona a entrada de radiação proveniente do Sol, que radiação é essa? O quanto dessa radiação chega à Terra?”**. Sobre a dinâmica energética pode-se perguntar: **“Qual a porcentagem de radiação que é devolvida? O quanto dela fica retida? Quais são os gases da atmosfera envolvidos na absorção da energia? A energia que chega é igual à que é reemitida? Porque esses gases absorvem a energia emitida pela Terra e não a emitida pelo Sol?”** O texto diz que esse mecanismo impede o resfriamento da Terra, **“Quais seriam os valores de temperatura se esse resfriamento ocorresse? Quais as consequências disso?”**. Como já dissemos anteriormente, as perguntas são importantes para despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes e permitem problematizar o tema contribuindo para o desenvolvimento de uma atividade investigativa.

Após esta descrição há uma imagem representando a emissão de radiação pelo Sol e sua reflexão pela atmosfera terrestre e absorção pelos oceanos e continentes no planeta (Figura 28). Ressaltamos aqui que a nosso ver, a imagem, apesar de trazer a legenda informando que se trata de uma representação esquemática, coloca o Sol em uma configuração que leva a entender que a Terra seja o centro do universo além de esta ser representada imensamente maior que o astro. Estes fatores podem levar a interpretações errôneas pelos estudantes, portanto, o professor precisa redobrar sua atenção no que diz respeito à imagem.

**Figura 28.** Esquema explicativo do fenômeno aquecimento global.



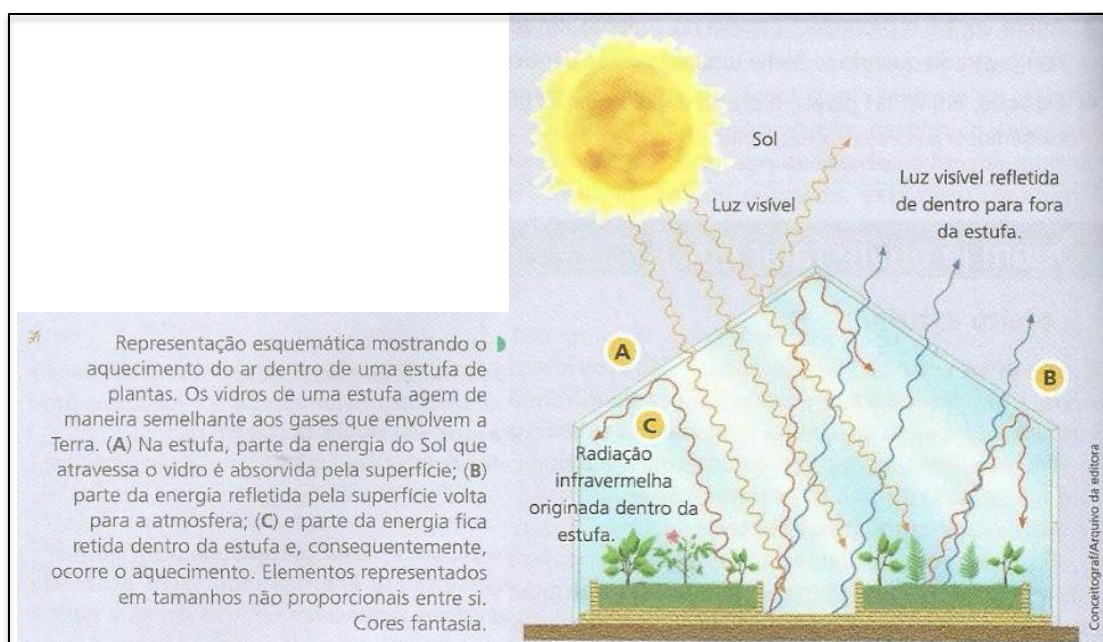
**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza. (PNLD, 2020, p. 122).

Na sequência é feita uma comparação com uma estufa de plantas e mencionado que a queima de combustíveis fósseis intensifica esse processo, aumentando a temperatura média do planeta, recebendo o nome de aquecimento global (Figura 29). O texto informa que este assunto será discutido no próximo capítulo.

As orientações didáticas esclarecem ao professor a importância de deixar claro que o Efeito Estufa é um fenômeno natural que mantém a temperatura do planeta compatível com as necessidades metabólicas dos seres vivos, sendo que o problema é sua intensificação acelerada, provocando aumento nas temperaturas globais, de modo que é sugerida uma leitura complementar sobre “Efeito Estufa e aquecimento global”, retirado do site do ministério do meio ambiente<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>. Acesso: 20 out. 2018.

**Figura 29.** Esquema demonstrando o funcionamento de uma estufa de plantas.



**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza. (PNLD, 2020, p. 122).

Com relação à leitura complementar, ela traz informações não apresentadas no texto destinado aos estudantes, como os tipos de radiação e a capacidade dos gases de reter calor na Terra impedindo que esta tenha médias negativas, fatores que influenciam no balanço energético terrestre como órbita da Terra, nuvens, partículas e gases. Também exemplifica os principais gases do Efeito Estufa e seus respectivos potenciais de retenção de calor, sendo eles o gás carbônico, o gás metano e o óxido nítrico, bem como duas famílias de gases que são regulados pelo Protocolo de Quioto os Hidrofluorcarbonos (HFCs), substitutos dos Clorofluorcarbonos (CFCs) que não agredem a camada de ozônio, mas contribuem para o aquecimento do planeta.

Todas estas informações são relevantes no processo de distinção dos fenômenos, Efeito Estufa e aquecimento global. Como pode ser observado na síntese de informações relatadas por nós, o texto traz informações acerca de fatores antrópicos, mas também de fatores naturais que podem provocar uma diferença na quantidade de energia recebida e retida na atmosfera terrestre. A nosso ver, este texto poderia estar disponível no livro do estudante, uma vez que suas informações têm potencial de promoção de um **debate** no qual poderão construir **argumentos** acerca de ambos os fenômenos, contribuindo para sua distinção.

Outro *Box* “Investigação” é apresentado e a atividade tem por objetivo a construção de uma estufa. Os materiais são de fácil manuseio e execução sendo possível ser realizado em sala de aula. Dentre eles estão: papelão; grameador; fita adesiva; tigela; cascalho; terra; muda de plantas; termômetros; vareta; régua; filme plástico; elástico e pequenos cubos de madeira. A **manipulação de materiais** favorece o desenvolvimento de práticas relativas ao trabalho investigativo. O procedimento de montagem consiste em construir uma simulação de estufa, que será colocada em ambiente iluminado e observada a variação de temperatura durante um período de tempo. Esta atividade foi selecionada por nós para construção de uma proposta de sequência de ensino investigativa, pois ela contribui para o estudo do fenômeno Efeito Estufa, por isso não a detalhamos nesta seção, mas sim no capítulo “Propostas investigativas”, apresentado adiante.

O próximo tema a ser trabalhado são os gases nobres, o porquê dessa classificação, bem como são apresentadas suas características e exemplificadas algumas utilizações, como em letreiros luminosos e em balões.

O estudo dos gases continua com o gás nitrogênio, importante constituinte das proteínas, abundante no ar, mas não incorporado pela respiração e sim ao longo da cadeia alimentar devido ao processo de fixação desse elemento, realizada pela associação entre grupos de bactérias e plantas e devolvido ao ambiente por bactérias decompositoras. Neste contexto, as orientações didáticas apresentam a indicação de um vídeo sobre o ciclo do nitrogênio<sup>14</sup>.

O tema seguinte corresponde à água na atmosfera, são destacados assuntos como estados físicos da água e umidade relativa do ar, transpiração das plantas e evaporação. Sobre a umidade relativa do ar é indicada uma atividade que os estudantes levem informações da localidade onde moram e se possível comparar a outras localidades, bem como aos valores às sensações corpóreas, por exemplo, pele e vias aéreas.

Segue-se um *Box* “Quem já ouviu falar em chuva de pedra?” É explicado sobre como ocorre a formação do granizo e a diferença entre granizo e neve. As orientações didáticas sugerem que o professor explore a curiosidade dos estudantes sobre o tema visto que esses fenômenos não são comuns no Brasil. E também é indicado um vídeo no *Box* “Conheça também: Como se forma o granizo”<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FgWJZuWRLug>. Acesso: 21 out. 2021.

<sup>15</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=hq5LLe-\\_kJ8](https://www.youtube.com/watch?v=hq5LLe-_kJ8). Acesso: 22 out. 2021.

O próximo tema a ser trabalhado trata-se das camadas da atmosfera. Nesta seção são explicadas as camadas da atmosfera, suas características e fenômenos que acontecem em cada uma delas. Conceitos como ar rarefeito, importância do oxigênio para grande parte dos seres vivos, a adaptação dos seres vivos em altas altitudes, bem como a história dos primeiros voos, contribuindo com o trabalho sobre História da Ciência.

Com relação à camada de ozônio, é explicado sobre suas características, localização e importância. Neste contexto, são apresentados fatores que causam a diminuição da camada de ozônio, como o crescimento da industrialização devido ao aumento na liberação dos gases Clorofluorcarbonos que foram proibidos a partir do Protocolo de Montreal em 1989. As orientações didáticas ressaltam a importância de distinguir a função da camada de ozônio da função do Efeito Estufa, uma vez que ambos os temas são trabalhados concomitantemente, e se tratam de fenômenos distintos.

É apresentado um esquema no qual é explicado como o gás clorofluorcarbono interage com o ozônio, desfazendo uma das ligações e formando monóxido de cloro e hidrogênio (ANEXO T).

E também um *Box* indicando uma reportagem de 2018 “**Brasil regulamenta redução de gás que destrói a camada de ozônio**”<sup>16</sup>, a qual trata da regulamentação realizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) estabelecendo reduções na importação de produtos que contribuem para a destruição da camada de ozônio, bem como informações sobre o Protocolo de Montreal. O uso de reportagem é uma forma de trabalhar a **divulgação científica** tão importante no mundo atual, no qual cada vez mais se torna importante a verificação de informações e obtenção das mesmas de fontes o mais confiáveis possível.

Outro *Box* chamado “Saiu na mídia” traz informações da Nasa (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica, sigla vem do inglês), sobre a diminuição do “buraco na camada de ozônio”, colocado entre aspas pelo próprio texto para informar que se trata de uma redução da concentração. O *Box* informa que há uma previsão de que esse “buraco” diminua de forma considerável até 2060. Após o texto do *Box* há duas questões a serem respondidas pelos estudantes, uma delas refere-

---

<sup>16</sup> Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/brasil-regulamenta-reducao-de-gas-que-destrói-camada-de-ozonio.ghtml>. Acesso: 22 out. 2021.

se à ação do CFC na camada de ozônio e a outra sobre a expressão “buraco na camada de ozônio”. Ambas não possuem cunho investigativo.

Há a indicação de um material digital que não foi analisado, por não ter sido adquirido junto do livro, o qual foi obtido por empréstimo e também a indicação da leitura complementar “Proteção solar não é possível apenas com bloqueadores”. A leitura traz informações sobre a quantidade de protetor solar necessária para uma efetiva proteção e a necessidade de outros acessórios como roupas de manga comprida, calça e chapéu, para a proteção contra os raios solares, chamada radiação ultravioleta (UV) com alto poder de penetração e capacidade de causar danos ao DNA, principalmente em regiões de fácil exposição como pele e olhos, bem como diferenciar os raios UVA e UVB.

- **Atividades**

Na seção Atividades há um número expressivo de questões a serem respondidas, totalizando 17 (ANEXO U).

A primeira questão pede que os estudantes retornem à introdução do capítulo na seção “O que você já sabe?” e reveja as respostas que foram escritas antes do estudo do capítulo.

As questões de 2 a 14 estão agrupadas no subtítulo analise e responda. As orientações didáticas informam quais habilidades cada questão contempla. Destas, as questões de 2 a 6 assim como as de 9 a 14 não estão relacionadas ao Efeito Estufa e/ou sua intensificação e por isso não as consideramos em nossa análise. Já as questões 7 e 8 podem ser usadas como forma de questionamento durante uma atividade investigativa:

***Questão 7. Por que o desmatamento pode contribuir para o aumento do teor de gás carbônico na atmosfera e para o aumento do Efeito Estufa?***

***Questão 8. Que medidas você acha que poderiam ser tomadas pelos cidadãos para diminuir a emissão de gás carbônico na atmosfera, visando impedir o aumento do Efeito Estufa?***

A questão 8, por exemplo, trata-se de uma pergunta que poderia ser usada como conclusão de uma atividade investigativa na qual os estudantes iriam **propor soluções** para um problema.

As próximas questões (15, 16 e 17) estão no subtítulo “Pesquise”. A questão 15 refere-se à umidade relativa do ar, a 16 sobre a camada de ozônio e a 17 sobre os gases nobres, portanto, não são nosso objeto de estudo.

O subtítulo “Integração” possui as questões “a” e “b”, trata-se de atividades sobre a fixação biológica do nitrogênio (ANEXO U).

Por último, há o “Fórum de debates”, trazendo o texto “O Brasil na ponta do desenvolvimento das tecnologias de águas profundas e de baixo teor de carbono” (Figura 30). O texto retrata um parque eólico e discorre sobre o crescente uso de fontes de energias renováveis no Brasil. Ele pode ser usado como **contextualização** para o trabalho com uso de energias renováveis, as quais contribuem para a redução da emissão de gás carbônico no meio ambiente. Seria uma forma de trabalhar medidas paliativas para a redução do aquecimento global. Há algumas perguntas a serem respondidas sobre o texto, mas a maioria demanda pesquisa, elas se referem à importância de tecnologias de baixo carbono, energia renovável no Brasil, uso de biodiesel no Brasil, neutralização e outras medidas que reduzam a emissão de gás carbônico. A pesquisa contribui para a **obtenção de informações**, bem como **análise** das mesmas em uma atividade investigativa, podendo os estudantes selecionar informações que são relevantes e lhes possibilitem **argumentar** a importância de tecnologias que reduzam a emissão de gás carbônico na atmosfera.


**Figura 30.** Seção atividades: “Fórum de debates.”

**Fórum de debates**

• Leia o texto a seguir.

**O Brasil na ponta do desenvolvimento das tecnologias de águas profundas e de baixo teor de carbono**  
[...]

O setor da energia do Brasil continua a ter uma das menores intensidades de carbono no mundo, apesar da maior disponibilidade e utilização de combustíveis fósseis. O Brasil, que já é um líder mundial no domínio das energias renováveis, praticamente duplicará essa produção a partir de fontes renováveis em 2035, mantendo a sua quota de 43% na matriz energética nacional. A hidroeletricidade continua a ser a espinha dorsal do setor da energia, embora a dependência em relação à hidroeletricidade decline, em parte devido ao afastamento e à sensibilidade ambiental de muitos recursos remanescentes, situados principalmente na Amazônia. Entre os combustíveis que aumentam a sua quota-parte na matriz energética, a energia eólica terrestre, que já demonstrou a sua competitividade, o gás natural e a eletricidade gerada pela bioenergia destacam-se à frente. No setor do transporte, o Brasil já é o segundo produtor mundial de biocombustíveis e a sua produção, composta principalmente de etanol a partir da cana-de-açúcar, aumenta mais do triplo. Áreas de cultivo apropriadas são mais que suficientes para absorver este acréscimo sem afetar as zonas sensíveis do ponto de vista ambiental. Em 2035, os biocombustíveis brasileiros satisfazem praticamente um terço da demanda doméstica de combustíveis para o transporte e as suas exportações líquidas representam cerca de 40% do comércio mundial de biocombustíveis.



Aerogeradores do Parque Eólico do Alto Sertão, no município de Igaporã (BA), em 2018.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. *World Energy Outlook 2013*. Disponível em: <[www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013\\_Executive\\_Summary\\_Portuguese.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Portuguese.pdf)>. Acesso em: jul. 2018.

- Por que é importante que um país busque tecnologias energéticas de baixo teor de carbono?
- Que energias renováveis produzidas pelo Brasil o texto menciona? *Energia hidrelétrica, energia eólica, biocombustíveis.*
- Pesquise, em livros, revistas e na internet, informações sobre as regiões onde essas formas de energia renovável são produzidas. De posse dessas informações, organizem os dados para discussão em sala, ampliando o debate para a importância de fontes alternativas de energia. *Resposta pessoal.*
- O biodiesel é um combustível biodegradável e derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais (mamonca, dendê, canola, soja e amendoim, entre outros) e gorduras de origem animal (sebo bovino e gordura suína). Na sua opinião, o uso desse tipo de combustível deve ser ampliado? Discuta com os colegas de turma e levantem pontos negativos e positivos do uso de biodiesel. *Resposta pessoal.*
- Alguns veículos coletivos apresentam um selo “Carbono neutro”, pois a empresa faz a chamada neutralização do carbono emitido na atmosfera pela sua frota. Pesquisem, em grupo, o que significa a neutralização do carbono e respondam:
  - Qual a diferença entre ações que reduzem a emissão de carbono e a neutralização?
  - Que outras soluções as empresas de ônibus ou as indústrias automotivas poderiam implementar para reduzir os efeitos da queima de combustíveis fósseis na atmosfera? *Resposta pessoal.*

a) Porque a concentração de gás carbônico na atmosfera é um dos principais fatores do aumento do efeito estufa.  
e) A redução envolve medidas para que uma quantidade menor de gás carbônico seja liberada pelos motores; a neutralização envolve medidas para compensar a quantidade normalmente lançada na atmosfera, como o plantio de árvores.

**141**

Unidade 2 Terra e Universo **Capítulo 5** A atmosfera

**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza. (PNLD, 2020, p. 141).

O próximo capítulo por nós analisado é o 6, intitulado “Alterações na composição do ar”. Assim como no capítulo anterior, são trazidas as orientações ao professor. Os conteúdos conceituais deste capítulo se referem aos principais poluentes do ar, fatores climáticos que contribuem para a poluição atmosférica; relação saúde e qualidade do ar; chuva ácida; inversão térmica e aquecimento global. Já os conteúdos procedimentais referem-se à **elaboração** de gráficos; **análise** de fotografias; **elaboração** de materiais de divulgação; **expressão** de ideias com base em argumentos; **pesquisa**; relação de causa e consequência e **proposição** e **discussão** sobre poluição atmosférica. Por último, os conteúdos atitudinais contribuem para a construção de conhecimentos referentes a práticas de proteção ambiental, valorização da saúde, responsabilidade com o meio ambiente, **importância da linguagem científica**, bem como a **ciência como construção humana** e a colaboração em trabalho em grupo.

A introdução do capítulo traz uma imagem da cidade de São Paulo, onde podem ser visualizados prédios e residências que caracterizam uma paisagem urbana. O texto introdutório informa que serão estudadas as alterações na atmosfera provocadas pela ação humana, suas causas e consequências para o ar (ANEXO V).

Assim como no capítulo anterior, são dispostas questões no *Box* “O que você já sabe?”, para avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes. As perguntas referem-se a como os estudantes observam a imagem; se a cidade sempre teve essa paisagem; pede que descrevam a localidade onde residem; busca o conceito que eles têm de poluição e de chuva ácida, bem como procura relacionar o gás carbônico ao Efeito Estufa. As orientações sugerem que o professor explore as características do município onde vivem, bem como busquem compreender o que eles sabem sobre aquecimento global.

O primeiro tema a ser trabalhado é “A poluição do ar”, o texto traz a definição das palavras poluir e poluição presentes no dicionário de língua portuguesa, bem como o artigo da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define poluição de forma mais detalhada e contextualizada cientificamente. As orientações didáticas sugerem que o professor **analise criticamente** com os estudantes o artigo do Conama.

Após a definição, o texto explica fatores que podem interferir na qualidade do ar, como fatores naturais como erupção vulcânica e fatores antrópicos como indústrias e queimadas, liberando gases e materiais particulados no ar. Há nas

orientações a indicação de um site com “Definições sobre poluentes atmosféricos” o qual não conseguimos acessar e uma leitura complementar sobre poluição ambiental, quais os tipos e os efeitos causados por alguns gases poluentes.

Por conseguinte, é estudada a relação da poluição do ar e os problemas de saúde. Posteriormente, é discutida a inversão térmica, como ela ocorre e como influencia na dispersão da poluição do ar. As orientações didáticas sugerem discutir com os se eles já presenciaram o fenômeno de inversão térmica e é indicado na seção “Conheça mais” um site com informações sobre como a inversão térmica prejudica a saúde e aumenta os problemas respiratórios<sup>17</sup>.

Na sequência inicia-se o estudo dos principais gases poluentes da atmosfera. Esse tema se inicia com um questionamento ao estudante: **“O que faz as indústrias e os veículos funcionarem, produzindo e transportando objetos que facilitam o nosso cotidiano?”**. Este questionamento possibilita **problematizar** o assunto e contribui para levantar os **conhecimentos prévios** dos estudantes.

A pergunta problematiza muito bem o tema que se pretende abordar e a resposta “Energia” tem potencial de fazer os estudantes refletirem sobre qual tipo de energia relaciona-se às indústrias e veículos. Em sequência e ainda com potencial problematizador é trazida uma imagem de indústrias na cidade de Leeds na Inglaterra, em torno de 1940, feita pelo autor Alphonse Dousseau, que a descreve como “a abominável fumaça e o terrível odor”. Esses elementos podem ser trabalhados com os estudantes, a fim de promover uma **análise crítica** sobre o que é visualizado e o que é descrito na imagem, bem como compreender como a industrialização promove uma mudança no ambiente natural, por exemplo, por meio do desmatamento, da liberação de fumaça, a construção de indústrias, residências e estradas, características que podem ser comuns ao local onde os estudantes residem e o professor pode fazer uma comparação.

As orientações indicam a retomada de conceitos relacionados à combustão, destacando a intensa queima de combustíveis fósseis como contribuinte da intensificação do Efeito Estufa, bem como informa a possibilidade do trabalho interdisciplinar com História e Geografia, de modo a trabalhar sobre as contribuições da Revolução Industrial e as implicações políticas, sociais e ambientais.

---

<sup>17</sup> Disponível em: [https://www.aborlccf.org.br/secao\\_detalhes.asp?s=51&id=451](https://www.aborlccf.org.br/secao_detalhes.asp?s=51&id=451). Acesso: 27 out. 2021.

Dentre os gases poluentes são destacados o monóxido de carbono, gás carbônico, ozônio, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio. O texto traz uma explicação para cada um destes e suas implicações para a saúde e o meio ambiente.

Destacamos aqui o gás carbônico e o metano e eles são associados ao aquecimento global. O texto traz a presença natural desses gases na atmosfera, bem como o poder de retenção de calor por eles, sendo importantes para o Efeito Estufa, mas suas crescentes concentrações vêm se tornando um problema desde a Revolução Industrial. Como problemas relacionados ao aumento do gás carbônico têm-se a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e o aumento do gás metano, que é atribuído aos lixões e aos ruminantes.

Neste contexto são apresentadas consequências do aquecimento global, tais como: alterações no clima; elevação dos oceanos; intensificação dos períodos de seca e de calor; aumento de inundações; maior intensidade das tempestades tropicais; extinção de espécies; derretimento de calotas polares em picos elevados. Também é informado que várias entidades mundiais como a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização Meteorológica Mundial (OMM), criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês), do qual fazem parte vários pesquisadores do mundo todo. Essas organizações buscam entender e acompanhar as mudanças climáticas observadas, e as perspectivas para os próximos anos, bem como formalizar acordos internacionais, tais como, o Protocolo de Kyoto de 1997 e outras ações governamentais; como o Rio-92 em 1992 e Rio+20 em 2012, ambas no Rio de Janeiro; a COP 21 (Conferência das Partes) em 2015 em Paris, onde foi firmado o Acordo de Paris e a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável na sede da ONU em Nova York, que visam medidas paliativas para redução da exploração dos recursos energéticos e a promoção de medidas para o controle das mudanças climáticas.

Observamos que o aquecimento global é atribuído principalmente ao ser humano. Não são apresentadas informações sobre estudos que são contrários à existência de um aquecimento global. As informações levam o estudante a compreender apenas uma face da ciência que atribui o aquecimento global às ações humanas. Para o desenvolvimento de uma atividade investigativa a análise de diferentes pontos de vista se torna importante para que, com base em dados e evidências possam construir argumentos pertinentes, mediante aos diferentes tipos

de informações. Isto é importante para a construção do pensamento científico, uma vez que a ciência trabalha baseada em obtenção e análise de evidências e não baseada em especulações.

- **Atividades**

Na seção “**Atividades**” há um número expressivo de questões a serem respondidas, totalizando 11 (ANEXO W).

A questão número 1 instrui os estudantes a retomarem nas atividades ao longo do capítulo e fazer as correções necessárias, se houver.

A questão número 2 pede ao estudante que desenhe uma paisagem urbana, seus elementos e fontes emissoras de poluição. E pede que discutam e planejem ações para despoluir a cidade. Esta atividade contribui para a conclusão de uma atividade investigativa na qual irão sistematizar os conhecimentos construídos **propondo soluções**.

A atividade 3 refere-se à chuva ácida, os estudantes devem relacionar a industrialização à ocorrência da mesma e explicar porque ela ocorre não apenas nos centros urbanos. Percebemos que são questões que levam à reflexão, neste caso além dos estudantes precisarem saber o que é, também precisam relacionar a situações cotidianas.

As questões 4, 5 e 6 destinam-se a interpretação de imagem e tirinha. Nestas, são apresentadas situações cotidianas e os estudantes precisam analisá-las para responder às alternativas. A questão número 4 é um relógio que mede a qualidade do ar e são feitas perguntas interpretativas dos valores apresentados no mesmo. A questão número 5 traz uma tirinha e questiona as atitudes dos indivíduos diante da preocupação de purificar o ar no interior de um carro, mas a não preocupação com a poluição causada pelo próprio veículo. E a questão 6 é a imagem de um túnel, o estudante é questionado sobre medidas adotadas quando se está trafegando neste ambiente, como presença de ventiladores e desligar o motor em congestionamentos.

Em continuidade há uma seção com perguntas destinadas à pesquisa pelos estudantes. A questão número 9 pede que pesquisem sobre medidas para reduzir problemas de saúde advindos da poluição atmosférica. A questão 10 refere-se a uma pesquisa sobre as principais fontes emissoras de monóxido de carbono a nível

mundial. E a questão 11 pede uma pesquisa de um caso específico de poluição na cidade de Cubatão no estado de São Paulo.

Após estas atividades há a seção “**Integração**” (ANEXO W), que contribui para a proposição de medidas de prevenção de queimadas em áreas naturais. Os estudantes devem construir um manifesto e convidar a população da campanha. São listados alguns aspectos e sugerida discussão entre eles, para que possam desenvolver um trabalho eficiente, dentre eles está a relação das queimadas com o Efeito Estufa.

Notamos que a atividade é bastante aberta, não possui um direcionamento específico e os temas são lançados sem uma contextualização, e não é explicado se os estudantes devem realizar a atividade com um ou com todos os temas expostos, entretanto, cabe ao professor direcionar no desenvolvimento desta atividade, por exemplo, o professor pode formar grupos para falar sobre cada tema proposto. Esta é uma excelente oportunidade dos estudantes **concluírem** uma atividade investigativa, bem como é de extrema importância para a promoção da **alfabetização científica**, uma vez que transcende os muros da escola e contribui para a formação do indivíduo como um todo, de forma **crítica** e **participativa** na sociedade.

A questão 2 é referente ao tema ilhas de calor, fenômeno que acontece em cidades bastante urbanizadas. A questão explica o fenômeno e traz um trecho de um texto junto com dois mapas das cidades de Manaus (AM) e Belém (PA) com dados evidenciando o aumento da temperatura destas capitais de modo a relacionar-se com a crescente urbanização de ambas. Também há duas imagens comparativas entre um ambiente urbano e um rural, as quais apresentam características que influenciam no aumento da temperatura nas cidades, como redução da infiltração de água no solo, menor transpiração e evaporação de água e maior retenção de calor devido às construções urbanas, favorecendo a análise de variáveis destes diferentes ambientes. Portanto, a questão é bem **contextualizada** e amparada por textos e imagens explicativas e com **dados a serem analisados**.

Percebemos que o enunciado da questão apresenta uma contextualização favorável ao **debate** entre os estudantes. As questões referem-se aos fatores que causam esse fenômeno, bem como medidas para reduzir o problema. Além disso, indica a possibilidade de conversar com arquitetos e paisagistas sobre como reduzir

esse problema das ilhas de calor nas grandes cidades, a busca de informações por meio de entrevista é uma forma de contribuir com a prática de **coleta de dados**.

Por último é proposto o “**Fórum de debates**” (Figura 31), no qual é sugerida a formação de dois grupos que busquem informações sobre a vida nos ambientes rural e urbano, bem como indica a interdisciplinaridade com história e geografia. Para isto é apresentada uma sequência de etapas a serem seguidas pelos estudantes: Sendo a primeira o **levantamento de informações** por cada grupo sobre o ambiente pesquisado; seguida da **montagem de maquetes** sobre ambos ambientes; posteriormente a **apresentação das maquetes** por cada grupo; o **debate em grupo** das vantagens e desvantagens sobre cada ambiente e por fim a reunião das **conclusões** em um cartaz. Esta atividade possui grande potencial de promover o engajamento dos estudantes, bem como o desenvolvimento de ações que contemplam o ensino por investigação, como o **levantamento e organização** de informações; **análise** das mesmas; **comunicação** aos pares sobre as informações obtidas; o **debate** de diferentes pontos de vista; bem como a construção de **conclusões** acerca do tema debatido.

Pudemos perceber que o livro didático “Inovar: Ciências da Natureza” possui algumas atividades que contemplam o ensino investigativo, tais como os *Box* de “Investigação”. Neste caso o ensino de ciências por investigação está apresentado de forma clara ao professor e aos estudantes, sendo evidente a preocupação com um ensino mais participativo por meio de atividades diferenciadas. Cabe ao professor buscar informações sobre como desenvolver o caráter científico durante as atividades, uma vez que a apresentação de um experimento por si só não lhe caracteriza como um ensino investigativo, mas sim a maneira como o qual é conduzido.

**Figura 31.** Seção atividades: “Fórum de debates”.

Fórum de debates

Capítulo 6 Alterações na composição do ar

---

- Agora, vocês vão levantar informações a respeito da vida no ambiente urbano e no ambiente rural. Procurem mais informações com seus professores das áreas de Geografia e História.

A turma deve ser dividida em dois grandes grupos, cada um responsável pelas informações sobre um dos dois ambientes. Os dois grupos deverão seguir estas mesmas etapas:

**1ª etapa:** levantamento de informações sobre cada um dos ambientes. Vocês deverão levar em conta: qualidade do ar e da água; saneamento básico; serviços de telefonia e comunicação; serviços de saúde (postos de saúde, hospitais, mercados, etc.); contato com a fauna e a flora; lazer e cultura (parques e jardins, cinemas, teatros, escolas, igrejas, etc.); relacionamento com familiares e amigos; segurança.

**2ª etapa:** montagem de maquetes representando cada um dos ambientes. Cada grupo deverá levantar os materiais necessários e depois montar as maquetes. Sugestão de materiais: madeira, papelão, algodão, argila, caixas de sapatos, caixas de

fósforos vazias, palitos para churrasco (sem ponta fina), cola branca, etc. Utilizem sempre tesoura com pontas arredondadas. Conversem com seu professor de Arte para receber algumas outras sugestões.

**3ª etapa:** apresentação das maquetes e das informações levantadas. Cada grupo apresentará ao outro as informações que obteve e a maquete que montou.

**4ª etapa:** troca de papéis. O grupo que ficou com o ambiente urbano deverá agora ficar com o material sobre o ambiente rural; o grupo do ambiente rural ficará com o ambiente urbano. Por isso, é importante que cada grupo preste muita atenção na apresentação do outro!

**5ª etapa:** organização de um debate a respeito das vantagens e das desvantagens de viver em um ambiente e no outro.

**6ª etapa:** reunião de todas as informações e conclusões em um só cartaz, que deverá ser afixado na sala.

- Quais foram as conclusões de vocês?  
Veja subsídios nas Orientações didáticas.

163

Unidade 2 Terra e Universo

**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza. (PNLD, 2020, p. 163).

O livro é rico em informações muitas das quais estão presentes apenas no manual do professor, o que complementa o saber acadêmico, entretanto, priva os estudantes de buscar informações por si só e avaliarem pontos de vista diferentes. Se estas informações estivessem disponíveis aos estudantes, facilitaria a sua autonomia.

Entendemos que os livros analisados possuem possibilidades para ajudar o professor no desenvolvimento de um ensino baseado na investigação, portanto, apontamos para a necessidade de rever a formação de professores de ciências, a fim de que seja apresentado e discutido com estes sobre o ensino com uma abordagem investigativa durante sua formação inicial. Outra opção é a formação continuada, por exemplo, por meio de cursos de curta duração que discutam como o professor lida com as dificuldades e possibilidades do ensino de ciências por investigação.

## 7. PROPOSTAS INVESTIGATIVAS

Nesta seção apresentamos duas propostas de atividades investigativas elaboradas a partir de um texto e de um experimento presente em dois dos livros por nós analisados, ambos os livros elaborados após a homologação da BNCC e pertencentes ao PNLD 2020.

A primeira proposta trata-se de uma sequência de ensino investigativo não experimental, problematizada a partir de um texto complementar presente no livro didático “Araribá mais ciências”, o qual problematiza o aquecimento global e o infere como consequência de ações humanas, apresentando a probabilidade de 95% de certeza. Informação esta que tem potencial para gerar discussões sobre consenso científico e a construção do conhecimento científico.

A segunda proposta se trata de um ensino investigativo experimental no qual os estudantes irão construir uma mini estufa de plantas e terão de investigar a diferença de temperatura entre os meios interno e externo e propor uma explicação para os fenômenos observados. Este experimento é acompanhado de questões que orientam as discussões. Durante seu desenvolvimento diversas práticas epistêmicas características de um ensino investigativo podem ser contempladas, tais como manuseio de materiais, montagem do experimento, coleta e análise de dados, comparação entre variáveis, debate, descrição de processos, dentre outras que são condizentes com as práticas da comunidade científica.

Entendemos que os livros analisados possuem possibilidades para ajudar o professor no desenvolvimento de um ensino baseado na investigação. Observamos que os livros elaborados após a homologação da BNCC possuem um pouco mais de contextualização com o cotidiano e mais possibilidades de problematização pelo professor uma vez que traz orientações didáticas bem diretas e de fácil acesso nas laterais dos livros. Também houve variações na quantidade de textos e/ou atividades presentes nos livros pertencentes ao mesmo ano do PNLD, que possibilitam a elaboração de sequências de ensino investigativas variadas.

## 7.1. Proposta Investigativa: Livro “Araribá mais Ciências”

A unidade de estudo que utilizamos para o desenvolvimento da atividade investigativa foi denominada “O ar” e o tema de estudos, “Modificações na atmosfera”, presente no livro Araribá Mais Ciências. Logo na abertura da unidade estão dispostos os objetivos da unidade, bem como as habilidades que serão desenvolvidas ao longo da mesma, em conformidade com a BNCC. Ao longo da unidade, no texto comum ao professor e estudante, há textos explicativos, atividades a serem realizadas pelos estudantes e ao final há textos acompanhados de atividades que contextualizam assuntos abordados ao longo da mesma.

### A proposta de atividade investigativa

A proposta para o início da atividade investigativa consiste na leitura do texto que se encontra no final da unidade de estudo no trecho “Pensar Ciência”. A atividade envolve o trabalho interdisciplinar com a matemática por meio dos conceitos de Probabilidade e Certeza e tem como objetivo trabalhar a relação entre a ciência e o conceito de verdade. Abaixo dispomos a transcrição do texto presente no livro didático, o qual indicamos para problematizar o tema.

Mudanças climáticas: saiba quando o homem começou a afetar o clima<sup>18</sup>  
[...] um novo relatório do Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, na sigla em inglês) subiu o tom de alerta sobre o aquecimento global. Além de apresentar projeções sobre o futuro do planeta, o documento afirmou ser "extremamente provável" ("95% de certeza") que o aquecimento observado desde a metade do século 20 seja resultado da influência humana no clima. [...] (CARNEVALE, 2018, p. 197)

O objetivo da atividade investigativa consiste na possibilidade de os estudantes serem capazes de compreender e diferenciar Efeito Estufa de aquecimento global, bem como compreender a relação humana com estes fenômenos. O texto está diretamente relacionado ao aquecimento global, causado, em partes, pela intensificação do Efeito Estufa, e a partir dele será construída a

---

<sup>18</sup> Fonte: Mudanças climáticas: saiba quando o homem começou a afetar o clima. <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/sustentabilidade/meio-ambiente/mudancas-climaticas-saiba-quando-o-homem-comecou-a-afetar-o-clima,88ab1f7c89d51410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>. Acesso: 20 jul. 2018. Este trecho encontra-se presente no livro analisado Araribá mais ciências.

problematização. Tal como enfatizado por nossos referenciais teóricos, a primeira tarefa na proposição de uma atividade investigativa é a criação de uma situação-problema, e quanto a isso, a própria incerteza – “95% de certeza” – trazida pelo texto já apresenta grande potencial de ser discutida e investigada. Nesse sentido, sugerimos algumas indagações que podem deflagrar processos investigativos, a primeira delas seria: **“Como é possível o ser humano provocar o aquecimento global a ponto de modificar o clima do planeta?”**. Sasseron e De Carvalho (2011) ressaltam a importância da temática do problema ser capaz de evidenciar a estreita relação das ciências e seus produtos, com nosso dia a dia. Desta forma acreditamos que o texto propõe esta relação, uma vez que busca compreender como nós, seres humanos, provocamos o aquecimento global.

Após iniciar a sequência investigativa, o professor deve guiar seus estudantes, seja por meio de questões ou comentários críticos a fim de buscar evidências e promover reflexões acerca dos conhecimentos prévios dos estudantes, e diversos trechos do livro podem auxiliá-los neste processo<sup>19</sup>, dentre eles sugerimos questioná-los: **“No texto é apresentado o termo aquecimento global, vocês já ouviram falar sobre este assunto? Relatem o que vocês sabem a respeito.”** De Carvalho (2013), seguindo na linha piagetiana e vigotskiana, resalta que a construção de um novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior, de forma que a nova aprendizagem deve ser realizada de acordo com o que o estudante já conhece, onde estes conhecimentos vão servir de âncora para os novos conhecimentos. Os conhecimentos prévios, bem como o problema devem dar condições para que construam hipóteses, a partir das quais buscarão resolver o problema.

Na sequência, sugerimos ao professor o uso da imagem que está presente no tema estudado, Modificações na atmosfera, a qual correlaciona os fenômenos Efeito Estufa e aquecimento global. De Carvalho (2013) menciona a importância de diferentes linguagens nas ciências, desta forma o professor além de explorar diferentes linguagens textual e de figura, propiciará aos estudantes a oportunidade de construir argumentos para explicar a situação-problema. Para promover o debate

---

<sup>19</sup> Cabe ressaltar aqui que não estamos desconsiderando a importância de outras fontes, tais como as obtidas por meio da utilização da internet, entretanto estamos refletindo sobre a situação real de grande parte – senão a maioria – do professorado em atuação nas escolas públicas de nosso país, que não possuem acesso contínuo a rede digital, nem possibilidade de impressão de materiais extra para trabalharem em sala de aula.

e a reflexão sugerimos a formação de grupos menores e alguns questionamentos: **“Discuta com seus pares como esta imagem pode explicar o problema apresentado e de que forma vocês relacionam o aquecimento global ao ser humano?”**. No trabalho em grupo os estudantes se sentem mais à vontade e desta forma terão a oportunidade de trocar ideias e evoluir conceitualmente durante o trabalho coletivo.

Após observar que os estudantes conseguiram responder aos questionamentos em grupo, sugerimos que o professor os reúna em um único grupo e que seja realizada uma sistematização dos conhecimentos construídos até o momento de forma coletiva. Neste momento o professor deve buscar a participação deles por meio de perguntas, de modo que ao responder às questões o estudante contribui para a construção de explicações, relembre o que fez e tome consciência das ações. Para promover a discussão em grupo sugerimos perguntar: **“Como vocês relacionaram a questão de pesquisa ao esquema apresentado na imagem? Qual a relação entre aquecimento global e Efeito Estufa? Como o ser humano se relaciona com estes fenômenos?”**. Estes e outros questionamentos podem ser apresentados à medida que os estudantes apresentam suas explicações para o problema. O objetivo até aqui é que os estudantes construam conhecimento sobre importância da energia solar para o clima da Terra, que consigam relacionar a presença de gases formando uma atmosfera que envolve a Terra, sendo que alguns destes gases contribuem para a manutenção da temperatura, impedindo que o calor se dissipe completamente para o espaço.

Sugerimos ao professor retomar ao problema da pesquisa: **“Como é possível o ser humano provocar o aquecimento global a ponto de modificar o clima do planeta?”**. Outros questionamentos podem ser feitos aos estudantes para a organização de ideias e tomada de consciência: **“No aquecimento global, o que está sendo aquecido? O que promove esse aquecimento? Quais as evidências de que esteja ocorrendo um aquecimento global que modifica o clima do planeta?”**. Sugerimos o recurso complementar indicado no livro do professor, o filme *“Home: nosso planeta, nossa casa”*<sup>20</sup> que está disponível no Youtube. Nele são mostradas consequências da ação humana exagerada no planeta, sendo uma forma de contribuir para a construção de argumentos que ajudem a responder ao problema

---

<sup>20</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=4vg\\_dl\\_f2rl](https://www.youtube.com/watch?v=4vg_dl_f2rl). Acesso: 11 mar. 2021.

inicial da atividade investigativa.

Para sistematização e construção de explicações acerca da porcentagem de 95% atribuída ao ser humano como agente do aquecimento global, sugerimos o texto complementar “De quem é a culpa pelo aquecimento global?<sup>21</sup>” indicado no livro do professor. Tanto o texto inicial, utilizado para problematização da atividade investigativa, quanto às demais explicações presentes no livro didático analisado, atribuem o aquecimento global à ação humana. Em contrapartida, o texto acima indicado, traz algumas divergências de opiniões na comunidade científica acerca deste fenômeno. Acreditamos que estas divergências são potencialmente favoráveis ao debate, de forma que podem ser discutidos aspectos inerentes à atividade científica, tal como a ciência como um empreendimento social, que não apresenta verdades absolutas, mas testa suas hipóteses e busca resultados os mais confiáveis possíveis, podendo levar a um consenso científico, ou seja, quando grande parte da comunidade científica concorda com um fato mediante a um grande número de evidências. Desta forma, o aquecimento global como sendo decorrente da ação humana, pode ser apresentado como um consenso científico de forma a promover a construção de explicações acerca da informação apresentada no texto referente aos 95% de certeza.

Consideramos que as análises e as discussões propiciadas ao longo da investigação, o favorecem a construção de argumentos e contribuem para a formulação de explicações, acerca do problema de pesquisa. Sasseron (2015) explica que a argumentação é uma forma dos estudantes enunciarem suas ideias; avaliarem enunciados; analisarem possibilidades; refinarem explicações e justificativas, se tratando de um processo que ocorre em diversos momentos da atividade investigativa. Para concluir nossa proposta investigativa, sugerimos ao professor que desenvolva com os estudantes a sistematização individual. De Carvalho (2013) sugere o uso da escrita ou de desenho para a sistematização individual, segundo a autora este é o momento para a construção do conhecimento individual. A sistematização é uma forma de contribuir para a construção de explicações que permitam a compreensão do fenômeno analisado. Acreditamos que desta forma os estudantes podem reorganizar os conhecimentos que foram obtidos

---

<sup>21</sup> Este texto não está presente na íntegra no livro didático do professor, contudo, está disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/2218/de-quem-e-a-culpa-pelo-aquecimento-global>. Acesso: 11 mar. 2021.

ao longo do processo.

## **7.2. Proposta Investigativa: Livro “Inovar: Ciências da Natureza”**

Nossa próxima proposta investigativa está presente no livro “Inovar: Ciências da Natureza”, na unidade denominada Terra e Universo, no capítulo “A atmosfera”. No livro do professor são apresentadas as competências específicas da BNCC que serão trabalhadas ao longo da unidade, os objetivos da unidade, bem como os objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais propostos para cada capítulo. Também são apresentadas as orientações didáticas ao professor, exemplificando os conceitos que serão trabalhados e uma pequena síntese sobre o que será estudado nos capítulos da unidade. Assim, como no livro apresentado anteriormente, ao longo do capítulo estão dispostos textos explicativos, alguns *Box* com informações adicionais e atividades, bem como alguns *Box* intitulados “Investigação” que objetivam investigar alguns fenômenos e propor explicações. Ao final do capítulo, há a seção atividades com várias questões a serem respondidas pelos estudantes.


### **A proposta de atividade investigativa**

A proposta para esta atividade investigativa foi realizada a partir do *Box* “Investigação: construção de uma estufa”, conforme Figura 32 e Figura 33. A atividade tem por objetivo construir uma estufa e verificar a diferença de temperatura dentro e fora dela, a fim de comparar com o fenômeno Efeito Estufa natural da Terra.

Nossa proposta é estudar o tema Efeito Estufa iniciando pela investigação. São apresentados os materiais e procedimentos a serem realizados nesta atividade. Os materiais são de fácil manuseio e execução sendo possível ser realizado em sala de aula. Dentre eles estão: papelão; grampeador; fita adesiva; tigela; cascalho; terra; muda de plantas; termômetros; vareta; régua; filme plástico; elástico e pequenos cubos de madeira. O procedimento de montagem é ilustrado por imagens do passo a passo de como construir a estufa conforme apresentamos a seguir.

**Figura 32.** Ilustração dos procedimentos a serem realizados para a construção de uma estufa.

## Investigação

 Não escreva no livro

### Construção de uma estufa

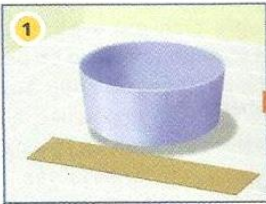
Em grupo, construam uma estufa e verifiquem a diferença de temperatura dentro e fora dela. Sigam as orientações abaixo e as do professor.

**Material**


- tira comprida de papelão grosso (cerca de 5 cm de largura);
- grampeador e fita adesiva;
- tigela;
- seixos ou cascalho;
- terra de jardim;
- mudas de plantas pequenas;
- dois termômetros para medir a temperatura ambiente;
- vareta pequena;
- régua;
- filme plástico, usado para embalar alimentos;
- elástico de borracha, grande o suficiente para circundar a tigela;
- pequeno cubo de madeira ou outro suporte, para ser colocado sob a tigela.

**Procedimentos**

1. Façam uma base para a tigela com a tira de papelão; o papelão deve ser bem grosso, para que a tira seja capaz de suportar o peso da tigela. Prendam as extremidades da tira com o grampeador, formando um círculo, e coloquem a tigela sobre essa base.
2. Forrem o fundo da tigela com uma camada de seixos ou cascalho (cerca de 2,5 cm de espessura) e coloquem uma camada de cerca de 5 cm de terra.
3. Plantem as mudinhas na terra e reguem-na levemente.



1



2



3

Vagner Cielici/Arquivo da editora

Representação esquemática das etapas iniciais da montagem. Uma das ilustrações mostra a tigela em corte para visualização do seu interior. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

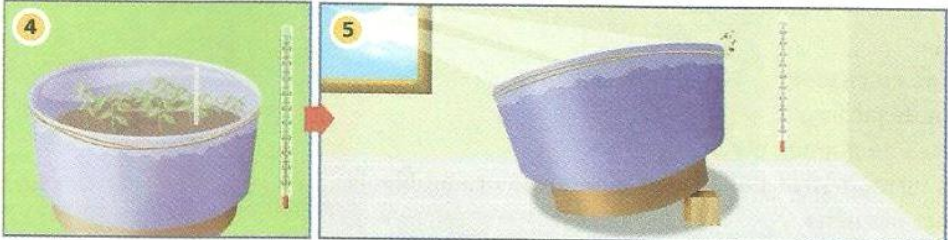
Fonte: Livro “Inovar ciências da natureza” (PNLD, 2020, p. 123).

**Figura 33.** Ilustração dos procedimentos a serem realizados para a construção de uma estufa.

4. Cuidadosamente, prendam um dos termômetros a uma vareta com fita adesiva e espetem-na na terra. Isso deve ser feito para que nenhuma parte do termômetro fique em contato direto com a terra. O outro termômetro deve ficar perto da estufa (cuidado para que não receba sol diretamente).

5. Cubram a tigela com filme plástico. O ambiente dentro da tigela deve ficar bem vedado. Usem o elástico de borracha para fixar o filme plástico. Inclinem ligeiramente a tigela em direção ao Sol, sem retirá-la da base de papelão. Para isso, apoie um dos lados da tigela em um pequeno suporte.

**Atenção**  
Cuidado ao manusear o termômetro.



Representação esquemática das etapas finais da montagem. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

- Antes de continuar, respondam à seguinte questão: Vocês esperam observar diferenças entre a temperatura marcada pelo termômetro da estufa e a temperatura marcada pelo termômetro de fora da estufa? Justifiquem. *Respostas pessoais.*

6. Registrem diariamente, em um quadro, a temperatura marcada pelos termômetros de dentro e de fora da estufa, durante duas semanas, se possível sempre no mesmo horário.

7. Construam um gráfico da evolução da temperatura nos dois ambientes ao longo das duas semanas.

8. Vocês podem também plantar mudas iguais às da estufa em um canteiro, uma caixa ou um vaso para comparar o crescimento das plantas dentro e fora da estufa. Quando as mudas estiverem com cerca de 5 cm de altura, será o momento de transplantá-las para um recipiente maior ou para um jardim.

**Interprete os resultados** Veja subsídios nas Orientações didáticas.

a) Observem o gráfico com as temperaturas registradas pelos dois termômetros e respondam: A hipótese inicial foi confirmada? Por quê? *Respostas pessoais.*

b) Em uma folha de papel, façam um desenho da estufa após duas semanas. Utilizando o desenho, expliquem o que aconteceu com a temperatura dentro da estufa. *Respostas pessoais.*

c) O que aconteceu com as plantas dentro da estufa após duas semanas? Expliquem o resultado que vocês observaram. *Respostas pessoais.*

d) Se vocês fossem refazer a atividade, fariam alguma coisa diferente? Expliquem. *Respostas pessoais.*

e) Qual é a função do filme plástico? *O filme plástico funciona de modo semelhante ao teto de vidro das estufas de plantas, permitindo a entrada da radiação solar, mas aprisionando a radiação infravermelha.*

f) Como as plantas isoladas obtêm gás oxigênio para respirar se o volume de gás dentro da sua estufa é limitado? *As plantas liberam gás oxigênio pelo processo de fotossíntese; assim, podem utilizá-lo para respirar.*

**Fonte:** Livro "Inovar ciências da natureza". (PNLD, 2020, p. 124).

Esta atividade se trata de uma demonstração investigativa. Na qual o professor irá construir a estufa, contudo pode permitir que os estudantes auxiliem no processo de construção, a fim de favorecer a manipulação de materiais. Com base nas práticas elencadas na tabela que apresentamos em nosso referencial teórico, a manipulação de materiais favorece a construção de modelos sendo uma prática epistêmica referente à produção do conhecimento.

A fim de contribuir para a participação dos estudantes na demonstração investigativa, De Carvalho (2013) sugere que o professor peça aos estudantes sugestões para a montagem do experimento, de modo a dar tempo de eles compreenderem o problema e poderem formular hipóteses. A autora também ressalta a necessidade do autocontrole do professor para não dar respostas prontas aos a estudantes durante a demonstração.

A investigação se inicia pela proposição do problema, neste caso, a montagem da estufa será o meio pelo qual os estudantes irão investigar a diferença da temperatura dentro e fora da mesma, e porque isso acontece. Até este momento eles ainda não teriam estudado o tema Efeito Estufa, para tanto indicamos uma questão problema para que os estudantes investiguem a relação do experimento com o fenômeno natural da Terra: **“Como o modelo construído em sala de aula pode explicar o fenômeno natural do Efeito Estufa na Terra?”**. A partir desta questão o professor os conduzirá na compreensão sobre o que acontece na estufa construída e posteriormente relacionar às informações contidas no livro didático sobre o Efeito Estufa.

Para iniciar a resolução do problema o professor pode buscar os conhecimentos prévios dos estudantes, indagando-os **se já viram uma estufa de planta e se sabem como ela funciona, porque são usadas, se há benefícios para as plantas**, etc. A partir destes conhecimentos prévios o professor poderá relacionar com a estufa construída por eles, favorecendo a comparação entre modelos.

Por conseguinte, a própria atividade investigativa disposta no livro já traz questões para estimular os estudantes na investigação. A primeira delas os conduz no levantamento de uma **hipótese** sobre o que acontecerá com as temperaturas nos termômetros fixados dentro e fora da estufa: **“Vocês esperam observar diferenças entre a temperatura marcada pelo termômetro da estufa e a temperatura**

**marcada pelo termômetro de fora da estufa? Justifique**". Ao pedir aos estudantes para **justificarem** a resposta, é dada condições para que reflitam sobre o que pode acontecer em ambas as situações.

Também é sugerido na investigação o uso de plantas, se possível, mudinhas da mesma planta em um canteiro ou vaso e comparar o crescimento dentro e fora da estufa, sendo um fator importante para a análise de variáveis. Por não se tratar de um material de difícil acesso, sugerimos ao professor que execute o experimento, pois acreditamos que esta comparação de modelos favorece a produção do conhecimento ao analisar variáveis, bem como permite avaliar linhas de raciocínio considerando explicações alternativas para ambas as situações.

O próximo passo da investigação pede aos estudantes que registrem em um quadro as temperaturas marcadas em ambos os termômetros pelo período de duas semanas e **construam** um gráfico destas temperaturas. Esta atividade contempla a **observação** e a **obtenção de dados** em uma atividade investigativa, bem como a **análise** dos mesmos por meio da **construção**, **interpretação** e **comparação** entre os dados do gráfico, o que também favorece a interdisciplinaridade matemática. Essas práticas se enquadram na instância de produção de conhecimento.

Posteriormente os estudantes são questionados: **"a) Observem o gráfico com as temperaturas registradas pelos dois termômetros e respondam: A hipótese inicial foi confirmada? Por quê?"**. O professor pode promover o **debate** e a construção de **argumentos** para **explicar** suas observações, avaliando as evidências obtidas com o experimento, bem como comunicando suas ideias e argumentos. Também é favorecido o **protagonismo** dos estudantes na construção do conhecimento. Por meio do questionamento anterior os estudantes irão expor o que observaram, sendo uma forma de sistematizar o conhecimento obtido coletivamente, podendo construir consenso entre as ideias do grupo, legitimando os conhecimentos. Esta é uma forma de sistematização coletiva.

A questão seguinte pede aos estudantes: **"b) Em uma folha de papel, façam um desenho da estufa após duas semanas. Utilizando o desenho, expliquem o que aconteceu com a temperatura dentro da estufa"**. Esta é uma forma de sistematização individual, de modo que possam refletir sobre o que fizeram e discutiram durante a investigação, bem como estarão comunicando os conhecimentos construídos. As perguntas "c" e "d" relataremos adiante.

Por conseguinte, sugerimos ao professor que retome à pergunta inicial **“Como o modelo construído em sala de aula pode explicar o fenômeno natural do Efeito Estufa na Terra?”**. Para buscar um entendimento sobre o fenômeno, o professor pode pedir aos estudantes que leiam o *Box* “Quem já ouviu falar em... Efeito Estufa?”. Este texto encontra-se antes do *Box* que contém o experimento aqui usado por nós para a investigação. O texto traz a seguinte explicação sobre o Efeito Estufa:

[...] Parte da radiação solar que chega à atmosfera volta para o espaço, refletida, principalmente pelas nuvens. A luz solar que atinge a superfície terrestre é, em grande parte, absorvida pelo solo, pela água e pelos seres vivos. Essas superfícies aquecidas emitem de volta para a atmosfera a radiação infravermelha, sendo a maior parte dela absorvida pelos gases do Efeito Estufa. Uma pequena quantidade da radiação infravermelha retorna para o espaço. Assim, a atmosfera impede que o calor se dissipe completamente, evitando o resfriamento da Terra [...]. (LOPES; AUDINO, 2018, p. 122-123).

Este é um trecho do texto o qual explica como ocorre o Efeito Estufa na Terra e junto à disposição de uma imagem exemplificando o fenômeno (Vide Figura 28).

Com base no texto e no esquema o professor pode promover o **debate** pedindo aos estudantes que relacionem o experimento da estufa construída com o Efeito Estufa da Terra, explicado no livro. Ao relacionarem um modelo à explicação, eles estarão avaliando os méritos de um modelo científico, bem como poderão construir consenso acerca do mecanismo de ocorrência do Efeito Estufa, além de promover a comunicação.

Um próximo questionamento tem potencial de promover a compreensão da importância da atmosfera terrestre para a ocorrência do Efeito Estufa **“e) Qual a função do filme plástico?”**. Neste mesmo capítulo é introduzido o tema Atmosfera e é discorrido sobre os gases que a compõem, sendo um deles o gás carbônico importante para o Efeito Estufa. O professor pode pedir aos estudantes que busquem no próprio livro informações sobre a atmosfera, os gases que a compõem e como estes podem atuar no Efeito Estufa. São sugestões de perguntas que o professor pode fazer para conduzir a discussão: **“O que é atmosfera? Quais gases a compõem? Qual a relação entre o gás carbônico e a temperatura da Terra e com o Efeito Estufa? Como a demonstração se relaciona com o Efeito Estufa?”**. Estas questões favorecem o debate entre os estudantes, bem como os induz a buscarem informações no livro que os permita associar ao experimento, de

modo a construir argumentos, que podem os levar a um consenso, de modo a legitimar os conhecimentos construídos coletivamente.

Espera-se que os estudantes consigam relacionar a presença de gases formando uma atmosfera que envolve a Terra com a presença do filme plástico que impede que a temperatura se dissipe para o ambiente, no caso do Efeito Estufa que a temperatura se dissipe para o espaço. Para concluir a atividade o professor pode pedir aos estudantes que construam um texto explicativo no qual relacionem a estufa construída ao Efeito Estufa, sendo uma forma de sistematização individual.

Por último, os estudantes são questionados **“d) Se vocês fossem refazer a atividade, fariam alguma coisa diferente?”**. Esta é uma ótima questão para eles se atentarem para os possíveis erros experimentais de modo a reavaliar possibilidades. De Carvalho (2013) ressalta a importância do erro na construção da aprendizagem, de acordo com a autora o erro tem papel importante para evidenciar aos estudantes o que não deu certo, para assim, poderem realizar novos testes eliminando as variáveis. Neste caso, eles também estarão avaliando uma linha de raciocínio e poderão propor uma nova.

Dois questionamentos são feitos aos estudantes, entretanto não usaríamos nesta atividade investigativa: **“c) O que aconteceu com as plantas dentro da estufa após duas semanas? Expliquem o resultado que vocês observaram.”** e **“f) Como as plantas isoladas obtêm gás oxigênio para respirar se o volume de gás dentro da estufa é limitado?”**. Para a resolução desta pergunta é preciso que o professor entre no estudo da fotossíntese, o que não é nosso objetivo nesta proposta investigativa, portanto, não usaríamos estas perguntas em nossa investigação.

A demonstração investigativa se trabalhada de forma descontextualizada não conduz os estudantes ao entendimento sobre o Efeito Estufa da Terra por si só, portanto, é necessário que o professor os guie durante a realização da atividade de forma bem clara, a fim de que consigam aplicar a teoria científica acerca do Efeito Estufa.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossa análise buscamos compreender se haviam diretrizes ou textos que mencionassem o ensino por investigação nos documentos oficiais da educação e

nos livros didáticos de ciências. Os estudos que almejam a investigação científica nas aulas de ciências provêm de muitos anos e, é crescente o número de publicações que discutem sobre a importância de aproximar a ciência acadêmica da ciência escolar, para que haja uma compreensão dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico.

Ao analisarmos livros de diferentes anos de publicação, buscamos observar se mediante ao crescente número de trabalhos na área do Ensino de Ciências por investigação (ENCI), haveria também um crescente número de textos e/ou atividades que contemplam esta abordagem de ensino nos livros didáticos de ciências. Encontramos em nossa análise um aumento das possibilidades investigativas entre os livros produzidos no PNLD 2002 e os produzidos no PNLD 2020, evidenciando que os estudos na área foram sendo incorporados tanto nos documentos educacionais quanto nos livros didáticos de ciências.

Claramente, observamos que alguns documentos contemplaram mais do que outros as orientações para o desenvolvimento de um ensino investigativo, mesmo que de forma implícita. Por exemplo, na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) observamos que não há diretrizes específicas para o ensino por investigação por se tratar de um documento normativo, constituído por leis que regem a educação, entretanto, encontramos algumas indicações para um ensino que forme cidadãos críticos e reflexivos, sendo estes um dos objetivos do ensino de ciências. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de ciências apesar de não mencionar propriamente dito o ensino de ciências por investigação, traz diversas orientações para o ensino que propiciam o desenvolvimento de atividades investigativas, diferente da LDB este documento tem caráter mais orientador do que normativo, sendo possível identificar nele a presença de sugestões e exemplos para se trabalhar diversos temas de estudo. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento mais recente da educação nacional, e tem um caráter normativo-orientador, traz em si os direitos de aprendizagem dos estudantes, sendo estes apresentados como competências a serem desenvolvidas pelos mesmos com orientação do professor, competências que devem ser alcançadas por meio do desenvolvimento de diversas habilidades. Neste documento observamos a presença de textos que indicam um ensino investigativo, como, por exemplo, na competência 2:

Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como **dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas**, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (BRASIL, 2018, p, 324).

Por fim, o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) organiza o sistema educacional no estado de Minas Gerais, seguindo as normativas da BNCC, mas incluindo as particularidades da educação no estado. O CRMG traz as competências e habilidades condizentes com a BNCC, de modo que algumas habilidades foram acrescentadas, para contemplar as particularidades do ensino em Minas Gerais.

Por conseguinte, analisamos livros didáticos produzidos em período anterior à BNCC e livros produzidos após sua homologação, a fim de verificar a presença de atividades e textos que favoreçam o desenvolvimento de um ensino de ciências investigativo. O livro didático é um material consolidado na educação brasileira, sendo assim é importante que ele possua diferentes tipos de atividades que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem.

Nossa análise foi baseada no tema Efeito Estufa para o ensino fundamental anos finais. Para tanto, fizemos uma busca e encontramos o tema nos livros do 7º ano do ensino fundamental nos exemplares pertencentes ao PNLD de 2020 e nos demais livros, anteriores à BNCC, encontramos em outros anos de escolaridade. Utilizamos para nosso estudo os manuais destinados ao professor.

Três livros produzidos anteriormente à construção e homologação da BNCC foram analisados, a fim de comparação sobre a forma de abordagem do tema Efeito Estufa, bem como a busca de atividades com características investigativas. Um destes livros (o de 2009) foi feita a análise comparativa com a versão mais recente pertencente ao PNLD 2020.

Um deles intitulado “Ciências Novo Pensar” pertencente ao PNLD de 2002, há uma explicação sucinta sobre o Efeito Estufa, distinguindo-o incorretamente do aquecimento global. No geral, os textos e atividades não possuem caráter investigativo explícito, mas há algumas ilustrações de experimentos e atividades intituladas “Desafio” que tem potencial de desenvolver características investigativas. Também há experimentos destinados à realização pelos estudantes com orientação do professor que podem contemplar a abordagem investigativa, mediante a forma

como forem trabalhados. Portanto, existe um potencial investigativo em algumas atividades, mesmo este não estando explícito. Estas atividades não se relacionam com o nosso tema de estudo, mas achamos relevante realizar uma análise das mesmas, uma vez que apesar de não evidente é possível uma adaptação para contemplar a abordagem investigativa.

O outro livro pertence ao PNLD 2001/2002 analisado foi intitulado “Ciências naturais no dia a dia”. O tema Efeito Estufa é apenas mencionado em um capítulo que discorre sobre transformações químicas. Não é apresentada nenhuma explicação e nem é feita relação com o tema do capítulo, pelo contrário é feita uma menção errônea ao Efeito Estufa, informando se tratar de um problema. Não há atividades referentes ao tema e as atividades presentes não têm caráter investigativo.

Há um segundo livro destinado ao professor, com orientações didáticas e sugestões de experimentos a serem desenvolvidos com os estudantes. Apesar de nenhum dos experimentos se referirem ao Efeito Estufa, fizemos uma análise de algumas e observamos a possibilidade de promover o desenvolvimento da abordagem investigativa, mas isto não é evidente ao professor.

Fizemos as análises de três diferentes livros didáticos pertencentes aos PNLD de 2020, os quais estão de acordo com a BNCC. Um destes se trata do livro “Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano”, para o qual tivemos a oportunidade de fazer uma análise comparativa entre exemplares do PNLD de 2009 e de 2020. Observamos que ambos os exemplares possuem os mesmos textos e atividades, com exceção de alguns conteúdos que anteriormente à BNCC eram abordados em outros anos do ensino fundamental. Em ambos os exemplares o tema Efeito Estufa está associado aos temas temperatura e calor, entretanto, não é apresentada uma relação entre os temas, não justificando a opção de trabalhá-los conjuntamente. Muito pouco é abordado sobre o tema, apenas um pequeno texto discorre sobre o assunto, bem como não é feita uma correlação entre Efeito Estufa e aquecimento global de forma clara, a fim de distinguir ambos os fenômenos. Contudo, encontramos textos que nos permitem construir propostas investigativas a partir das lacunas deixadas pelos autores, estas permitem a problematização por parte do professor. Portanto, apesar de não estar explícito, o caráter investigativo pode ser contemplado por meio da elaboração de boas perguntas que despertem o

interesse e conduzam os estudantes em uma investigação sobre o tema, como exemplificamos em nossa análise.

Ainda neste livro didático, observamos que algumas atividades não relacionadas ao tema Efeito Estufa favorecem a abordagem investigativa e, portanto, analisamos seus potenciais investigativos e pudemos observar que apesar de presente, não está claro ao professor e muito menos ao estudante, o que não impossibilita, mas dificulta o trabalho docente com o ensino de ciências por investigação.

Outros dois livros pertencentes ao PNLD de 2020 foram analisados, “Araribá mais ciências” e “Inovar ciências da natureza”. O primeiro traz o tema Efeito Estufa junto ao tema modificações na atmosfera. Há um pequeno texto que discorre sobre o Efeito Estufa e também o diferencia do aquecimento global. Além destes temas foi analisado o tema gases da atmosfera, por conter textos que se relacionam ao tema abordado.

Observamos que não há muitas atividades no livro Araribá que favorecem o desenvolvimento de características do ensino investigativo, entretanto, há textos complementares aos estudantes e orientações didáticas destinadas ao professor que possibilitam o desenvolvimento de uma abordagem investigativa, contudo, isto não está explícito. Mesmo assim, a nosso ver este livro é rico em recursos complementares que podem contribuir para a promoção de aulas diferenciadas, dentre as quais é possível contemplar o ensino de ciências por investigação. Uma de nossas propostas investigativas foi construída utilizando um dos textos complementares presente neste livro.

Já o livro “Inovar ciências da natureza” traz dois capítulos importantes para o estudo do Efeito Estufa e sua diferenciação do aquecimento global, intitulados “Atmosfera” e “Alterações na composição do ar”. No primeiro, há uma explicação sucinta sobre o Efeito Estufa e no segundo sobre o aquecimento global. Ao final dos capítulos analisados existem algumas atividades que contemplam o ensino investigativo, bem como alguns *Box* intitulados “Investigação”, os quais orientam para atividades com abordagem investigativa explicitamente. O livro também é rico em informações complementares, a maioria presente apenas no manual do professor. Nossa segunda proposta investigativa foi elaborada com base em uma das caixas sobre investigação presente neste livro.

Mediante ao exposto, acreditamos que seja importante a instrução aos professores para que estes possam identificar características do ensino investigativo em materiais didáticos, como por exemplo, o livro. A fim de contribuir com os docentes, propusemos duas sugestões de sequência de ensino investigativa, com objetivo de orientar o professor no desenvolvimento de um ensino investigativo, que possa o conduzir na construção de outras atividades investigativas usando o livro didático como suporte de ensino, uma vez que os livros apresentam subsídios implícitos que propiciam a construção de sequências de ensino investigativo.

Entendemos que os livros analisados possuem possibilidades para ajudar o professor no desenvolvimento de um ensino baseado na investigação, mas com base no ensino que observamos cotidianamente em sala de aula nós nos perguntamos: Há indicações implícitas para um ensino investigativo e que promove a alfabetização científica, como fazer o ensino de ciências por investigação chegar à sala de aula? Os professores de ciências são preparados para o desenvolvimento de práticas investigativas? Os cursos de licenciatura apresentam esta abordagem aos licenciandos? Onde os professores podem procurar informações acerca dessa abordagem de ensino?

Apontamos para a necessidade de rever a formação de professores de ciências, a fim de que seja apresentado e discutido com estes sobre o ensino com uma abordagem investigativa, uma vez que os documentos educacionais mencionam características do ensino por investigação e os livros didáticos dão condições para o desenvolvimento mesmo de forma implícita. Para os professores já atuantes, uma opção é a formação continuada, como, por exemplo, cursos de curta duração que discutam como o professor lida com as dificuldades e possibilidades do ensino de ciências, afim de torna-lo mais participativo, englobando desta forma o ensino de ciências por investigação.

Deixamos claro que nossa intenção com este trabalho é apresentar ao professor oportunidades de promover o protagonismo estudantil nas aulas de ciências, utilizando como meio o ensino de ciências por investigação. Reconhecemos que não há uma receita infalível para o processo, mas há na literatura, práticas exitosas que podem ser reproduzidas no cotidiano dos professores. A questão que deixamos aqui é: Como fazer o ensino de ciências por investigação chegar ao cotidiano dos professores de ciências?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHRENS, Marilda Aparecida; OLIARI, Anadir Luiza Thomé. **A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade.** Revista diálogo educacional, v. 7, n. 22, p. 53-66, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: MEC / SEF, 1998.

CANTO, Eduardo Leite; Canto, Laura Celloto. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano.** 6. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CARNEVALE, Maria Rosa. **Araribá mais: ciências.** Obra coletiva concebida, produzida e desenvolvida pela Editora Moderna. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CARVALHO, Daniel Nunes. **Objeto de aprendizagem digital como proposta de ensino por Investigação em Biologia.** Dissertação. 2017.

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: cengage learning, v. 164, 2013.

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências, p. 765–794, 2018.

DEL-MASSO, Maria Candida Soares; COTTA, Maria Amélia de Castro; SANTOS, Marisa Aparecida Pereira. **Ética em Pesquisa Científica: conceitos e finalidades.** Redefor Educação Especial e Inclusiva, Texto II. São Paulo: Unesp, p. 1-16, 2012.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOS SANTOS SANTANA, Uilian; SEDANO, Luciana. **Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 26, n. 2, p. 378, 2021.

FRISON, Marli Dallagnol, VIANNA, Jaqueline, CHAVES, Jéssica Mello, BERNARDI, Fernanda Naimann. **Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais.** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, p. 1-13, 2009.

KELLY, Gregory J.; LICONA, Peter. **Epistemic practices and science education.** In: History, philosophy and science teaching. Springer, Cham, p. 139-165, 2018.

LOPES, Sônia; AUDINO, Jorge. **Inovar ciências da natureza.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

MINAS GERAIS. **Currículo Referência de Minas Gerais.** Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes; PAZINATO, Maurícius Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. **Temas geradores através de uma abordagem temática freireana:** contribuições para o ensino de ciências. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 7, n. 3, 2017.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. **Ensinar ciências por investigação:** em quê estamos de acordo? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 9, p. 89-111, 2007.

NETO, José Augusto da Silva Pontes. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel:** perguntas e respostas. Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, 2006.

NUNES, Teresa. da Silva; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. **Práticas Epistêmicas presentes em Sequência Didática de Ecologia.** IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências, p.1–7, 2013.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. **Concepções de validade em pesquisas qualitativas.** Educação e Pesquisa, v. 38, p. 229-242, 2012.

SÁ, Eliane Ferreira, PAULA, Helder. De Figueiredo, LIMA, Maria Emília Caixeta. Castro, AGUIAR, Orlando Gomes. D. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências.** VI encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

SÁ, Eliane Ferreira; DE CASTRO LIMA, Maria Emília Caixeta; AGUIAR JR, Orlando. **A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SANDOVAL, William A.; MORRISON, Kathryn. **High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit.** Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, v. 40, n. 4, p. 369-392, 2003.

SANDOVAL, William A.; REISER, Brian J. **Explanation-driven inquiry:** Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. Science education, v. 88, n. 3, p. 345-372, 2004.

SANTOS, Adriana de Souza; DA COSTA, Ivaneide Alves Soares. **Prática investigativa**: experimentando o mundo da microbiologia. 11<sup>o</sup> Seminário Nacional do Ensino Médio: Profissão docente, currículo e novas tecnologias. UERN/Mossoró-RN. 2012.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Alfabetização científica**: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação**: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas**: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. **Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 22, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena. **Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências**: análise de uma situação. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 23, 2021.

SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. **O Ensino Por Investigação e as Práticas Epistêmicas**: referências para a análise da dinâmica discursiva da disciplina "Projetos em Bioquímica." *Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, ed. 7. 2005.

SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. **O Ensino de Ciências por investigação na educação superior**: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica. Tese de Doutorado. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011.

SOUZA, Mariana Cristina Moreira. **O livro didático como instrumento para o desenvolvimento de uma atividade investigativa de ciências**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Ouro Preto, MG. 130f. 2015.

VASCONCELLOS, Celso dos S. **Metodologia dialética em sala de aula**. *Revista de Educação AEC*. Brasília, v. 21, n. 83, p. 28-55, 1992.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. **O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico**. *Ciência e Educação (Bauru)*, v. 9, p. 93-104, 2003.


ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 13, p. 67-80, 2011.

## ANEXOS

## ANEXO A - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ I”

**AGORA É A SUA VEZ**

- 1 Escreva no caderno duas frases que representem as idéias mais importantes desta parte do capítulo.
- 2 A partir de cada um dos exemplos a seguir, explique por que podemos considerar o ar como matéria.



Juca Martins/Pulsar

Ricardo Azouy/N Imagens

PhotoDisc

Delfim Martins/Pulsar

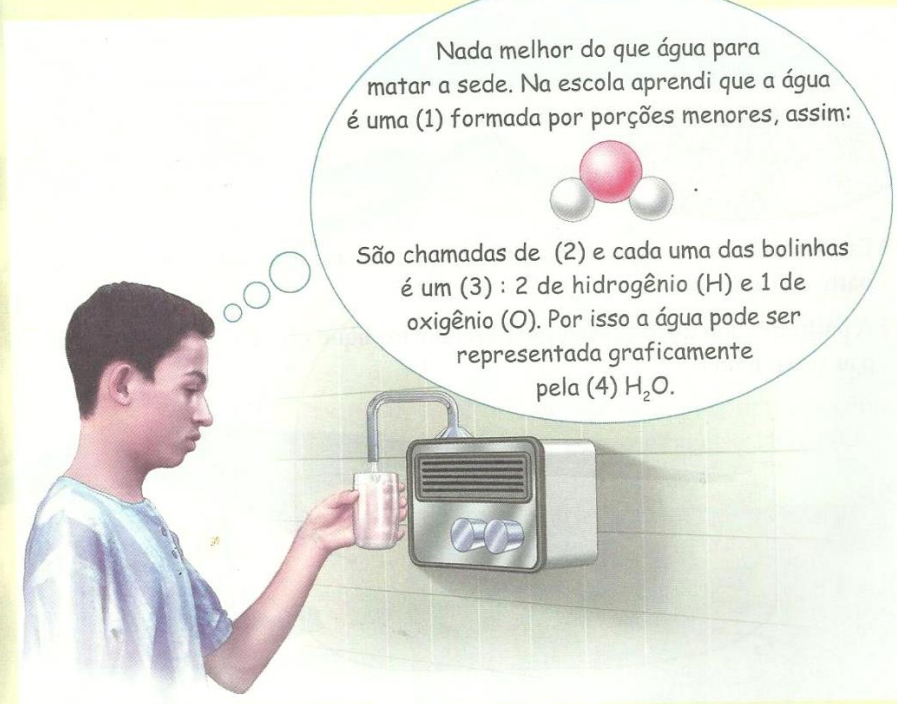
Fonte: Livro Ciências Novo Pensar, p. 29.

## ANEXO A - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ I”

- 3 Um estudante formulou o seguinte pensamento: “o ar é matéria, mas nem toda matéria é ar”. Você concorda? Comente sua resposta.
- 4 Temos as seguintes palavras:

fórmula    átomo    moléculas    substância

Reescreva no caderno a frase a seguir, substituindo os algarismos pelas palavras indicadas acima.



### Desafio

Elabore um outro experimento, diferente dos propostos pelo livro, que comprove a existência do ar.

### Sugestão de sites

- Escola do Futuro: [www.futuro.usp.br](http://www.futuro.usp.br)
- Casa da Ciência/RJ: [www.cciencia.ufrj.br](http://www.cciencia.ufrj.br)
- Discovery Channel na escola: [www.discoverynaescola.com.br](http://www.discoverynaescola.com.br)
- Ciência: [www.ciencia.org.br/](http://www.ciencia.org.br/)

## ANEXO B - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ II”

### AGORA É A SUA VEZ

- 1 Escreva no caderno duas frases que representem as idéias que você achou mais importantes desta parte do capítulo.
- 2 a) Copie e faça a associação correta no caderno.
 

I. Vivemos nesta camada e nela ocorrem fenômenos como furacões e ciclones.	(a) Troposfera
II. Camada importante para os meios de comunicação por refletir ondas de rádio.	(b) Estratosfera
III. Nesta camada encontramos o ozônio, gás importante, pois filtra a radiação ultravioleta do Sol.	(c) Mesosfera
IV. Camada mais alta da atmosfera. Nela quase não há ar.	(d) Termosfera
V. Nesta camada ocorre o fenômeno da aurora boreal.	(e) Exosfera
- b) Faça um desenho no caderno das camadas da atmosfera e mostre a altitude de cada uma delas em relação à superfície.
- 3 O ozônio faz bem para nós ou é prejudicial à nossa saúde? Comente sua resposta.
- 4 Por que os aviões de grande porte não voam com frequência nas camadas mais baixas da troposfera?
- 5 De onde estamos até a Lua, todo o espaço está cheio de ar? Comente sua resposta.
- 6 Podemos dizer que à medida que subimos na atmosfera a temperatura vai sempre diminuindo? Justifique sua resposta.
- 7 Onde poderíamos respirar com mais facilidade: no topo de uma alta montanha ou ao nível do mar? Por quê?

### Desafio

Os CFCs estão no banco dos réus.  
Escolha entre defender ou  
acusar os CFCs.

## ANEXO C - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ III”

### OUTRAS ATIVIDADES

#### ■ Trabalhe com seu grupo

Leia com seus colegas o texto abaixo.

Desde o começo da década de 80, os países estão preocupados com a destruição da camada de ozônio.

- 1 Compromissos internacionais: em 1985, 21 países assinaram, na Convenção de Viena, compromissos que visam proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos do esgotamento da camada de ozônio. As medidas necessárias para concretização desses princípios foram confirmadas no Protocolo de Montreal, assinado em setembro de 1987, e que definiu uma lista de substâncias com potencial de destruição da camada de ozônio, bem como prazos para redução de produção e consumo. A partir daí, o protocolo já sofreu duas revisões: em Londres – junho de 1990 – e em Copenhague – novembro de 1992 –, nas quais se verificou o aumento da lista das substâncias controladas e redução dos prazos para eliminação de produção e consumo. Em 1996, já eram cerca de 160 os países que certificavam o protocolo.
- 2 Compromissos do Brasil: desde 1996, o Brasil adota medidas para banir o uso do CFC em novos sistemas, equipamentos e produtos nacionais e importados, tais como condicionadores de ar e refrigeradores.
- 3 Compromisso das indústrias: buscar substituir o CFC por substâncias menos agressivas à camada de ozônio, tais como o HCFC.

Agora, vocês vão fazer de conta que são publicitários conscientes e que devem fazer uma campanha publicitária sobre uma geladeira ecologicamente correta. Vocês precisam criar uma marca para essa geladeira e, através de painéis ou cartazes, informar aos consumidores que tal refrigerador não agride a camada de ozônio.

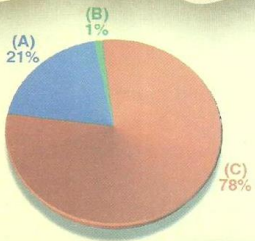
**Fonte:** Livro Ciências Novo Pensar, p. 38.

**ANEXO D - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ IV”.**

**AGORA É A SUA VEZ**

1 Escreva no caderno duas frases que representem as idéias mais importantes desta parte do capítulo.

2 Escreva no caderno o nome dos gases representados no gráfico pelas letras A, B e C que mostra a composição atmosférica da Terra.



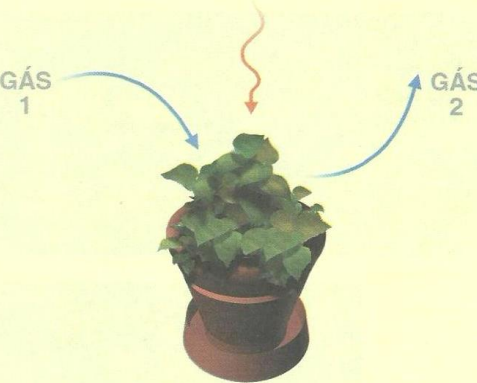
Letra	Porcentagem
(A)	21%
(B)	1%
(C)	78%

3 Observe o esquema.  
Explique o que está ocorrendo em I, II e III.

$N_2$   $\xrightarrow{\text{I}}$  nitratos  $\xrightarrow{\text{II}}$  plantas  $\xrightarrow{\text{III}}$  animais

4

LUZ



GÁS 1

GÁS 2

O esquema ao lado mostra que durante a fotossíntese, o gás 1 é absorvido pela planta, enquanto o gás 2 é liberado. Escreva no caderno o nome e a fórmula dos gases 1 e 2.

5 O que ocorreria à Terra e aos seres vivos que existem nela se, de uma hora para outra, viesse a faltar  $CO_2$  no ar?

**Desafio**

Descubra como se faz para guardar alimentos a serem congelados. Qual é o motivo desse procedimento?

**Sugestão de sites**

- Efeito estufa e fenômenos climáticos:
- <http://www.mct.gov.br/clima>
- <http://www.forumclimabr.org.br>
- <http://www.centroclima.org.br>
- <http://www.meioambiente.org.br>

Fonte: Livro Ciências Novo Pensar, p. 45-46.

## ANEXO E - ATIVIDADES DA SEÇÃO “AGORA É SUA VEZ V”

**AGORA É A SUA VEZ**

- Escreva no caderno duas frases que representem as idéias que você achou mais importantes desta parte do capítulo.
- Observe o esquema abaixo e substitua as letras (de A até I) por palavras que completem corretamente as frases dos itens a e b.

- O processo 1 é conhecido como A e é realizado pelos vegetais. Durante esse processo, a clorofila absorve B, as raízes absorvem do solo C e D, enquanto do ar é retirado o E e liberado o F. O principal objetivo desse processo é produzir alimento.
- O processo 2 é conhecido como G e é realizado tanto pelos animais como pelos vegetais. Nesse processo o H liberado na fotossíntese é absorvido. Por outro lado, há liberação de L que pode ser aproveitado pelos vegetais durante a fotossíntese. O processo 2, portanto, tem como objetivo produzir energia para o organismo.

- Por que os vegetais e as algas podem ser importantes para a redução do aquecimento global?
- Leia as frases a seguir e, no caderno, reescreva corretamente as frases erradas.
  - O  $O_2$  é produzido pelos vegetais durante o processo de fotossíntese.
  - Os vegetais respiram apenas durante a noite.
  - A fotossíntese só ocorre na presença de luz.
  - Os vegetais retiram alimento pronto do solo.
  - Os animais não conseguem produzir seu próprio alimento, devendo comer outros seres para consegui-lo.

Fonte: Livro Ciências Novo Pensar, p. 51-52.

## ANEXO F – ATIVIDADE I

### PENSE E RESPONDA

1. Os elementos necessários aos seres vivos são encontrados em que locais da biosfera?
2. Por que falamos que os elementos necessários aos seres vivos realizam um ciclo?
3. No seu entender, qual dos elementos dos ciclos aqui estudados é o mais importante para os organismos vivos?
4. Por que as cinzas podem ser usadas para adubar certas culturas?
5. Qual é o elemento encontrado em maior porcentagem nos seres vivos e no ambiente, e qual sua função?
6. Por que os elementos usados pelas plantas para produção de alimentos não se esgotaram durante os milhões de anos da história da Terra?

### PESQUISA

Junto com alguns colegas, faça uma pesquisa sobre outros elementos químicos que são importantes para o funcionamento de nossos organismos. O ferro, o fósforo, o enxofre, o potássio, o sódio e o iodo são algumas opções para esse trabalho.

**Fonte:** Livro Ciências naturais no dia-a-dia, p. 38.

## ANEXO G – ATIVIDADES II



### APLICANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

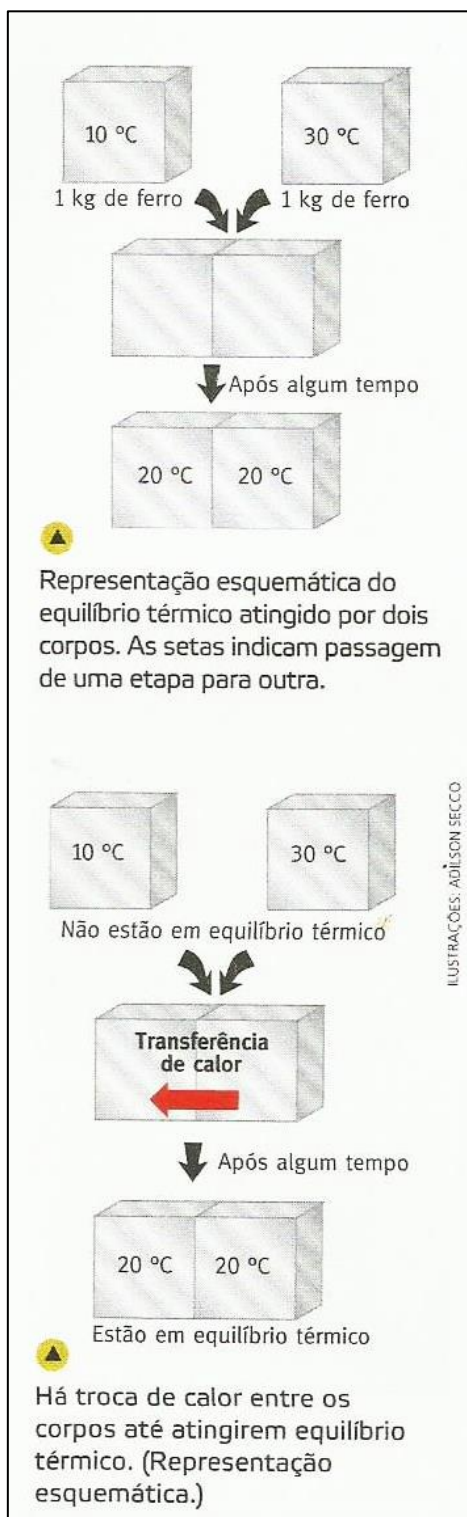
O exercício abaixo, constituído de dez questões, foi elaborado com a finalidade de se esclarecerem alguns conceitos relacionados à fotossíntese e à respiração. Depois de ler atentamente cada questão, você deve transcrever, em seu caderno, apenas a afirmativa correta.

Discuta suas respostas com quatro colegas e anote as correções necessárias. Procure, dentro do grupo, uma maneira de sintetizar o assunto e mostre o trabalho ao professor.

1. a. As plantas fazem fotossíntese durante o dia e respiram à noite.
- b. As plantas e todos os outros seres clorofilados fazem fotossíntese apenas na presença de luz, mas respiram o dia inteiro.
2. a. As plantas retiram seu alimento do solo.
- b. As plantas clorofiladas, em presença de energia luminosa, fabricam seu próprio alimento a partir da água e dos sais minerais que retiram do solo e do gás carbônico que retiram do ar.
3. a. Apenas os seres dotados de clorofila, pigmento verde, são capazes de fazer fotossíntese.
- b. Todas as plantas, e só as plantas, são capazes de fazer fotossíntese.
4. a. A fotossíntese é a função pela qual a planta purifica o ar.
- b. A fotossíntese é a função pela qual os seres clorofilados produzem seu próprio alimento. O oxigênio que esses seres liberam para a atmosfera é um subproduto da atividade fotossintética.
5. a. É por meio da fotossíntese que a energia solar se torna disponível para o mundo vivo e sustenta as teias alimentares.
- b. A energia solar é captada e utilizada por todos os seres vivos.
6. a. A clorofila transforma a energia solar em energia química. É essa energia que torna possível a realização das diversas reações químicas que visam à produção de alimentos a partir de nutrientes retirados do ambiente.
- b. A clorofila é considerada um filtro da natureza: sua função é purificar a atmosfera.
7. a. Os peixes, por meio das brânquias, retiram, da água, o oxigênio necessário à sua respiração.
- b. Os peixes, por meio das brânquias, retiram, do ar dissolvido na água, o oxigênio necessário à sua respiração.
8. a. A respiração é um fenômeno químico, ocorrido no interior das células, o qual libera a energia contida nos alimentos, tornando-a disponível para as mais diversas atividades.
- b. Respiração é a entrada de oxigênio e a saída de gás carbônico de nosso corpo.
9. a. O gás carbônico é um gás tóxico para os seres vivos.
- b. O gás carbônico, em grandes proporções na atmosfera, é prejudicial aos seres aclorofilados.
10. a. A fotossíntese e a respiração são processos independentes, complementares e essenciais para promover a circulação de água, gás carbônico, oxigênio e carbono na natureza.
- b. As plantas fazem fotossíntese, os animais respiram. Dessa maneira, plantas e animais contribuem, cada um a seu modo, para a circulação de água, gás carbônico, oxigênio e carbono na natureza.

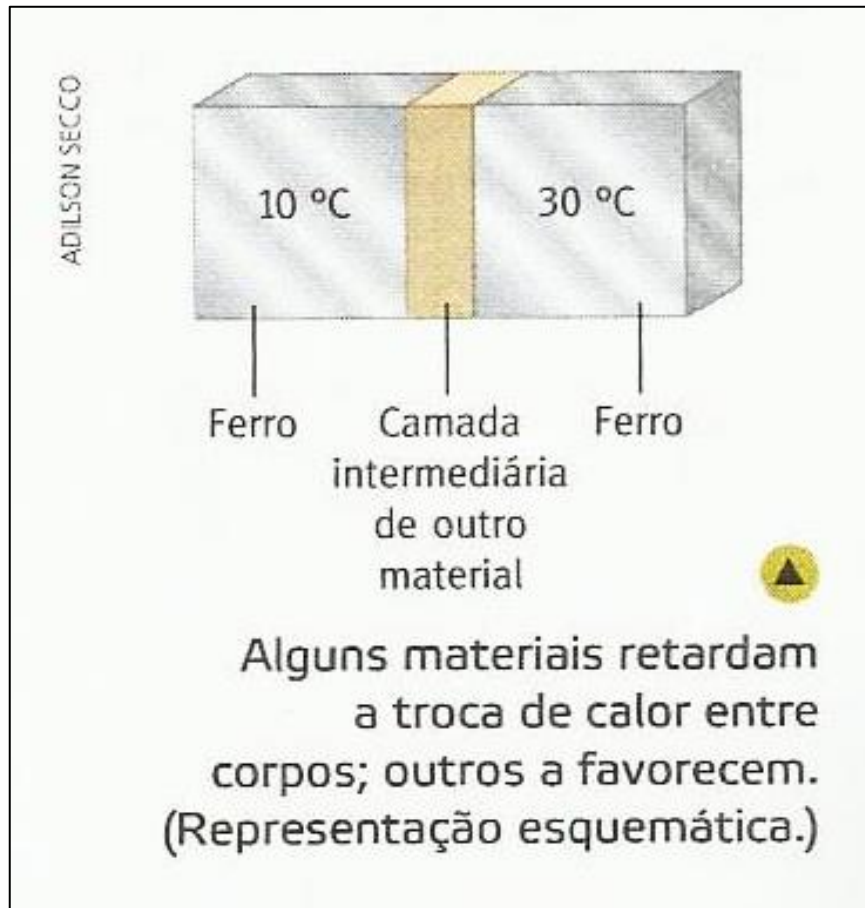
Fonte: Livro Ciências naturais no dia-a-dia, p. 42.

## ANEXO H - ILUSTRAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO ENTRE OS CORPOS.



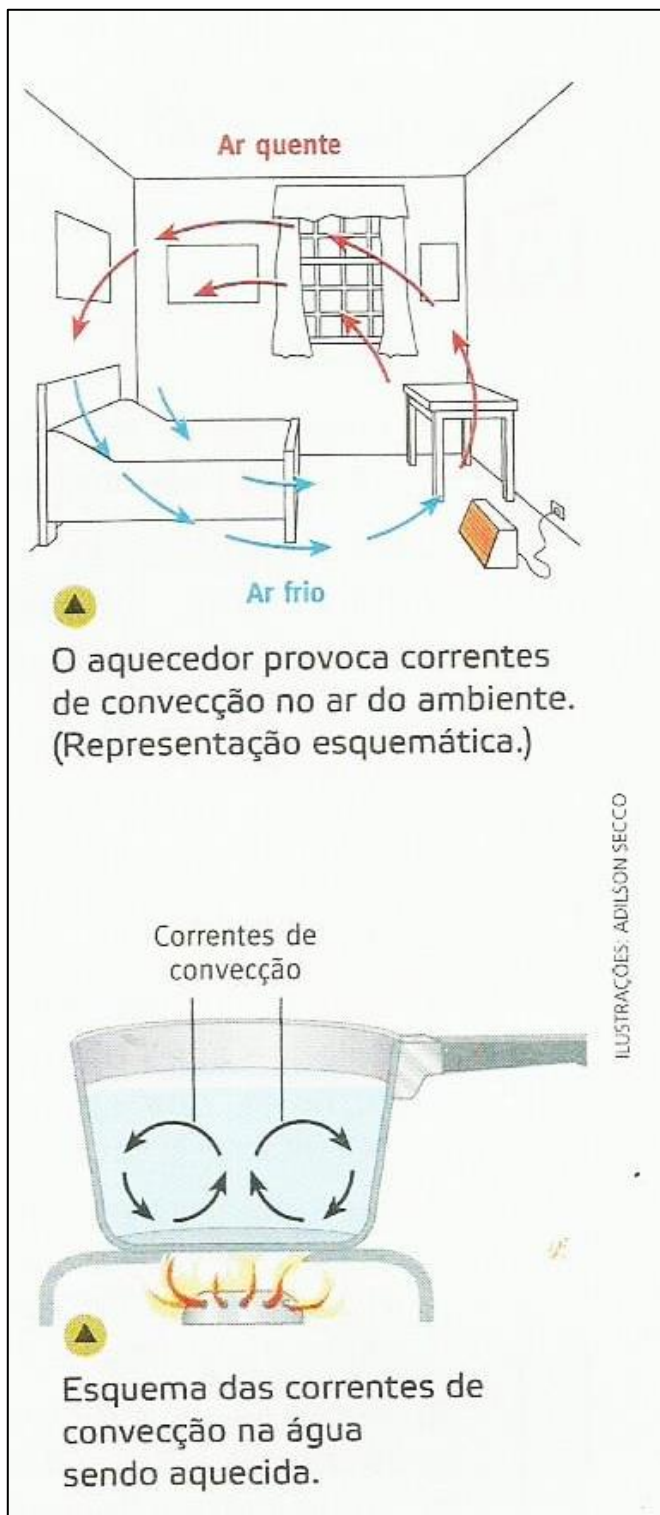
**Fonte:** Livro Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano, p. 203.

**ANEXO I - ESQUEMA ONDE DOIS BLOCOS DE MATERIAIS CONDUTORES SÃO SEPARADOS POR UM MATERIAL ISOLANTE, DEMONSTRANDO O RETARDAMENTO DA TROCA DE CALOR**



**Fonte:** Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, p. 204.

## ANEXO J - ESQUEMA ILUSTRANDO A CONVECÇÃO TÉRMICA



Fonte: Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, p. 207.

## ANEXO K - BOX “MOTIVAÇÃO: EXPERIMENTO SOBRE SENSações TÉRMICAS.”

### MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

#### Objetivo

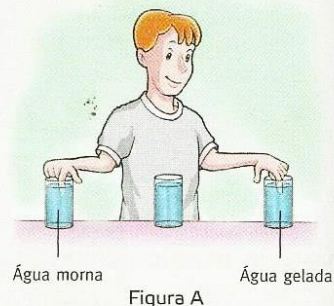
- ▶ Investigar as sensações de quente e de frio captadas pela pele humana.

Você vai precisar de:

- água morna, obtida do chuveiro
- três copos de plástico duro
- água da torneira
- água gelada
- relógio

#### Procedimento

1. Coloque os três copos sobre a mesa. Num deles, coloque água morna. Em outro, coloque água da torneira, que estará na temperatura ambiente. No último, coloque água gelada.
2. Mergulhe o dedo indicador de uma das mãos na água morna e o da outra mão na água gelada, como mostra a figura **A**. Mantenha-os assim durante dois minutos.
3. Retire os dedos dos copos e mergulhe-os imediatamente na água que está à temperatura ambiente, como indica a figura **B**. Qual é a sensação que você tem em cada um desses dedos? Proponha uma explicação para essas sensações inesperadas.



**Fonte:** Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, p. 208.

## ANEXO L - SITUAÇÕES COTIDIANAS EVIDENCIANDO A PRESENÇA DE IRRADIAÇÃO TÉRMICA.

 <p>Outro tipo de "luz não visível" que vem do Sol, o ultravioleta, oferece risco de queimaduras e pode provocar câncer de pele. <b>Usar filtros solares e evitar os horários de sol mais intenso são atitudes fundamentais para a manutenção da saúde.</b></p>	 <p>Os controles remotos de televisores e aparelhos de DVD funcionam por meio da emissão de infravermelho para a comunicação com o aparelho. Isso pode ser evidenciado se cobrirmos a janela receptora do aparelho com um pedaço de papel-alumínio, que reflete o infravermelho e impede que o aparelho receba os comandos do controle.</p>	 <p>As torneiras ativadas pela aproximação das mãos têm um dispositivo que emite ondas de infravermelho. Estas refletem nas mãos e, na volta, são captadas por um sensor que aciona a liberação do fluxo de água.</p>
--	--	---

**Fonte:** Livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, p. 210.

## ANEXO M - BOX MOTIVAÇÃO: EXPERIMENTO PARA DEMONSTRAR A PRESENÇA DE OXIGÊNIO NO AR.

### MOTIVAÇÃO

A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

**Objetivo**

- ▶ Mostrar que um dos componentes do ar é necessário para a queima de uma vela.


Você vai precisar de:

- caixa de palitos de fósforo
- copo grande de vidro
- vela menor que o copo

**ATENÇÃO!**  
Peça a **ajuda de um adulto** para realizar esta atividade.

**Procedimento**

1. Coloque a vela sobre uma superfície que não pegue fogo, como o tampo de uma pia.
2. Peça ao adulto que acenda a vela e coloque sobre ela o copo virado de boca para baixo.
3. Observe o que acontece com a chama.
4. Proponha uma explicação para o que você observou.



ILUSTRAÇÕES: RENALDO VIGIANTI

**Fonte:** Livro Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano, p. 219.

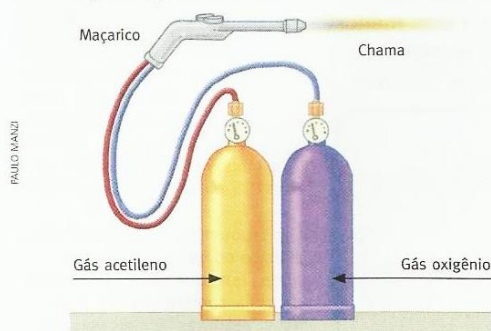
## ANEXO N - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS I.



ATIVIDADE

### USE O QUE APRENDEU

1. Qual é o gás presente no ar em maior quantidade?
2. Maçarico de oxiacetileno (**oxigênio + acetileno**) é o nome dado a um dispositivo usado para fazer solda, isto é, grudar peças de metal. Veja o esquema abaixo.



Dois cilindros, um contendo gás acetileno e o outro, gás oxigênio, fornecem gases para que ocorra combustão. A temperatura produzida é tão alta que permite derreter metais e fazer a solda.

- a) Qual dos gases citados é o combustível?
  - b) Qual é o papel do outro gás citado?
3. Pesquisas espaciais revelaram que na atmosfera de um certo planeta há **apenas** gás nitrogênio e gás carbônico.

Você acha que seria possível acender uma vela nesse planeta da mesma maneira que fazemos na Terra? Justifique.

4. Qual é o nome do gás que vemos sair na forma de bolhas quando jogamos medicamentos efervescentes em água?
5. Sobre o gás da resposta da questão anterior:
  - a) Que propriedades o tornam útil para uso em extintores de incêndio?
  - b) Que produto adquirido em supermercado libera esse gás quando é aberto?
  - c) Que importante processo natural consome esse gás?
6. Que relação existe entre crescimento populacional e poluição ambiental? Explique.
7. Após estudar poluição do ar, um aluno do 7º ano disse que "ar puro é aquele que contém só gás oxigênio, enquanto ar poluído é o que contém também outros gases". Comente essa afirmação, dizendo se concorda ou não com ela. Justifique.
8. Se você fosse um governante e pudesse tomar medidas para evitar a poluição do ambiente, quais seriam as cinco medidas mais importantes escolhidas por você? Justifique-as.



ATIVIDADE

### EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

#### FOTOGRAFIA

1. Observe a foto ao lado, que mostra um paciente em atendimento de emergência em ambulância. Em seguida, **pesquise** e responda: qual é o gás que está sendo inalado pelo paciente? Com base no que você aprendeu neste capítulo, explique por que esse gás é importante.



## ANEXO O - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS II.

### TABELA

As atividades 2 a 5 referem-se à tabela a seguir.

Número aproximado de garrafas de cada gás existente em cada 100 garrafas do gás atmosférico de planetas do nosso Sistema Solar. O que falta para totalizar 100 corresponde a outros gases.

Planeta	Gás oxigênio	Gás nitrogênio	Gás carbônico	Vapor de água	Gás hidrogênio	Gás hélio	Gás argônio
Mercúrio	—	—	—	—	2	98	—
Vênus	*	3	96	*	—	—	*
Terra	21	78	*	*	—	*	*
Marte	*	3	95	*	—	—	1
Júpiter	—	—	—	—	86	14	—
Saturno	—	—	—	—	92	7	—
Urano	—	—	—	—	89	11	—
Netuno	—	—	—	—	89	11	—

— indica ausência

\* indica menos de 1 garrafa

Fonte: elaborada a partir de dados de D. R. Lide. (Ed.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003, p. 14-3.

- Na atmosfera de quais planetas existe gás hidrogênio e gás hélio?
- Um componente que é comburente está presente nas atmosferas de alguns desses planetas. Quais são eles?
- Uma vela **certamente** não queimará se estiver na atmosfera de quais desses planetas?
- O gás hidrogênio é **altamente combustível**. Se um fósforo fosse riscado na atmosfera dos planetas que contêm esse gás, haveria risco de toda a atmosfera se incendiar? Por quê?

### CARTAZ

- Veja a mensagem do cartaz ao lado.

Pesquise na internet e em outras fontes de informações que considerar necessárias e explique a razão do conselho dado por esse cartaz. Em sua resposta, não deixe de levar em consideração a segurança da pessoa que está operando o extintor.

**O EXTINTOR DE INCÊNDIOS  
SÓ SERVE PARA O PRINCÍPIO  
DE UM INCÊNDIO, QUANDO O  
FOGO AINDA ESTÁ PEQUENO.**

- O telefone dos bombeiros é o mesmo em todas as localidades brasileiras.** Em caso de real necessidade, você pode discar esse número de qualquer telefone — e, se usar um orelhão, nem precisa de cartão. Pesquise e responda: qual é o número dos bombeiros?
- Os bombeiros classificam os incêndios nas categorias **A, B, C e D**, de acordo com o material que queima. Pesquise que materiais caracterizam cada um desses tipos de fogos.
- Bombeiros estão atendendo a um ocorrência numa casa, na qual apenas um televisor ligado está em chamas. Eles devem usar um extintor para que tipo de incêndio? Por quê?
- Certo extintor serve para apagar incêndios classes **A, B e C** e outro apenas para incêndios **B e C**. Relacione cinco materiais domésticos nos quais um princípio de incêndio pode ser apagado com o primeiro extintor (por alguém **treinado** para isso), mas não com o segundo.

## ANEXO P - INTRODUÇÃO À UNIDADE TERRA E UNIVERSO, NA QUAL ESTÁ PRESENTE O TEMA EFEITO ESTUFA.




Fonte: Livro Inovar Ciências da Natureza, p. 112-113.

**ANEXO Q - INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO “ATMOSFERA”.**

# A atmosfera


CAPÍTULO  
**5**



Lago Brienz, na cidade de Iseltwald, Suíça, 2017.

A fotografia acima mostra uma paisagem da região dos Alpes em que se pode observar alguns elementos: ao fundo, uma montanha com neve no topo, plantas distribuídas pela paisagem, um lago e algumas residências. Envolvendo tudo isso está o ar, de forma invisível aos nossos olhos.

**O que você já sabe?**

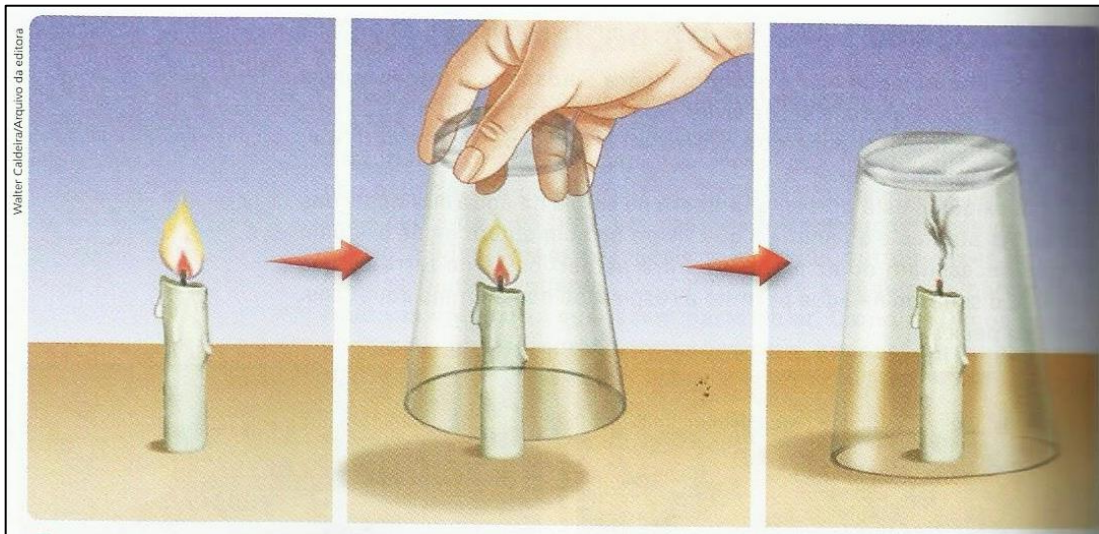
 Não escreva no livro

1. A água, o solo e as rochas são elementos fáceis de se observar e perceber. Mas como podemos afirmar que o ar está mesmo fazendo parte da paisagem acima ou que o ar está ao seu redor?
2. O ar tem cheiro, cor ou forma definida? Que propriedades do ar você conhece?
3. O ar é sempre igual em qualquer ponto do planeta?
4. Você saberia explicar por que há neve apenas no pico da montanha, e não na parte de baixo dela?
5. Na sua opinião, o ser humano tem influência sobre o ar? Se sim, dê exemplos.  
Veja subsídios nas Orientações didáticas.

114

**Fonte:** Livro Inovar Ciências da Natureza, p. 114.


## ANEXO R - EXPERIMENTO PARA DEMONSTRAR A PRESENÇA DE OXIGÊNIO NO AR.




Fonte: Livro Inovar ciências da natureza, p. 120.

## ANEXO S - ATIVIDADES DESTINADAS AO ALUNO III.


**Aplique e registre**

 Não escreva no livro.

1. Qual substância presente no ar atmosférico é a responsável pela ferrugem que ocorre em objetos com ferro em sua composição, como o prego da fotografia abaixo? *Gás oxigênio.*



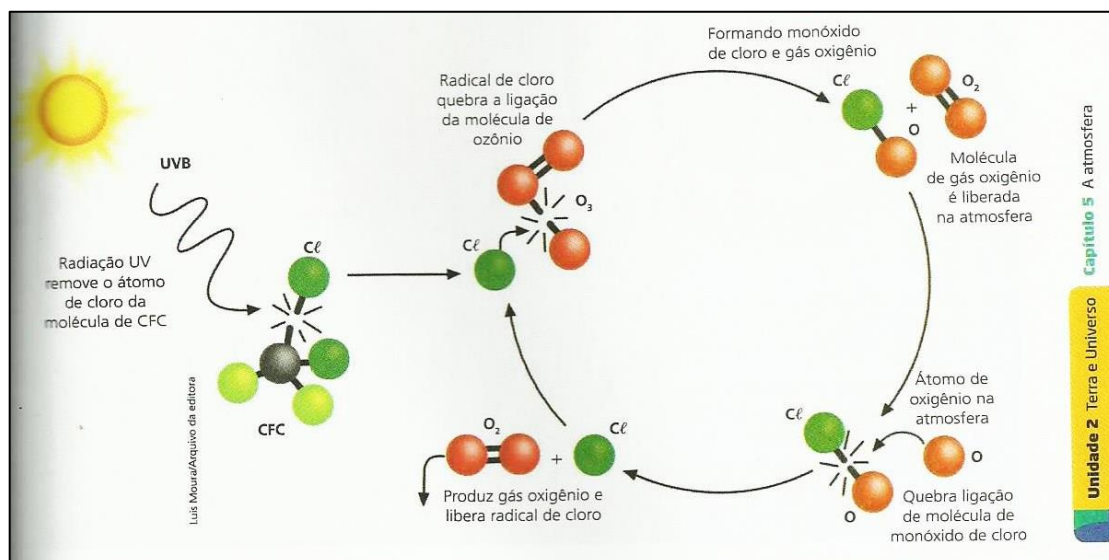
*Thinkstock/Getty Images*

 Pregão enferrujado.

2. A respiração celular, assim como a queima da vela, são processos que consomem gás oxigênio e liberam energia.
2. Explique as semelhanças entre a queima da vela e a respiração celular dos seres vivos.
3. Agora você é o professor! Escreva no caderno um texto para a turma explicando em detalhes o que foi demonstrado quando se fecha uma vela acesa dentro de um copo. *Resposta pessoal. Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
4. Explique, em linhas gerais, o processo pelo qual as plantas retiram o gás carbônico do ar e liberam o gás oxigênio. *O processo é a fotossíntese, em que os seres clorofilados, como as plantas e algas, sintetizam seu próprio alimento usando energia luminosa, gás carbônico e água e liberando gás oxigênio.*

**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza, p. 121.


## ANEXO T - ESQUEMA DEMONSTRANDO A AÇÃO DOS RAIOS UV NA MOLÉCULA DE OZÔNIO.



Fonte: Livro Inovar ciências da natureza, p. 135.

**ANEXO U- ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS IV**

**Atividades**

 Não escreva no livro

**O que você aprendeu?**

1. Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

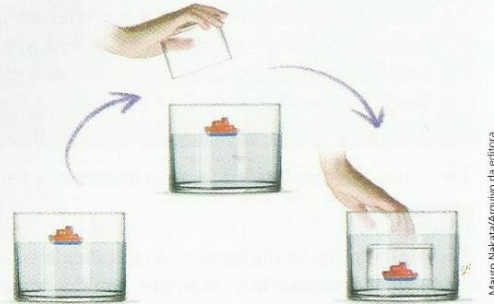
**Análise e resposta**

2. Imagine a seguinte situação: a mesma quantidade de ar será colocada em dois recipientes, um pequeno e um grande.

- a) Ilustre essa situação no caderno. Você pode desenhar pequenos círculos para representar as moléculas presentes no ar (seu desenho ficará fora da proporção real, pois as moléculas têm dimensões muito pequenas). *Resposta pessoal.*
- b) Qual dos dois recipientes tem maior concentração de ar? Por quê? *O recipiente menor, pois as moléculas ficam reunidas em um volume menor.*

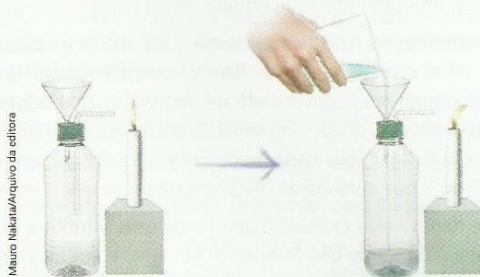
3. Analise a seguinte situação: coloca-se um barquinho de cortiça flutuando na água e, sobre ele, é emborcado um frasco aberto, conduzindo-o lentamente até o fundo. Ao chegar ao fundo, o barquinho continua sobre a água e flutuando. Explique por que a água não ocupa todo o interior do frasco, cobrindo o barquinho.

*O ar ocupa espaço dentro do copo, não permitindo a entrada da água em todo seu interior.*



Mauro Nakata/Arquivo da editora

4. Analise o experimento ilustrado a seguir.



Mauro Nakata/Arquivo da editora

**Atenção**  
Não realize este experimento, pois há risco de queimadura.

- Por que a chama da vela se inclina? *A água ocupa o espaço do ar que é empurrado para fora e isso faz com que a chama da vela se incline. Esta é uma das maneiras de se evidenciar que o ar existe.*

5. As afirmativas abaixo estão todas incompletas. Copie-as em seu caderno, completando-as corretamente com as palavras faltantes. Para isso, utilize as palavras que estão no quadro a seguir. Cada uma delas só pode ser usada uma vez.

hélio; gás carbônico; oxigênio; ozônio; nitrogênio

- a) O gás \* é importante para a respiração dos seres vivos. *oxigênio*
- b) O gás \* é o componente do ar que existe em maior quantidade na troposfera. *nitrogênio*
- c) A camada de \* é importante na proteção contra os efeitos nocivos dos raios ultravioleta do Sol. *ozônio*
- d) Um dos gases importantes na manutenção do efeito estufa é o \*. *gás carbônico*
- e) O gás \* é um dos gases nobres presentes na atmosfera. *hélio*

## ANEXO U - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS IV

7. O aumento do efeito estufa ocorre com maiores concentrações de gás carbônico na atmosfera. As plantas retiram gás carbônico do ar no processo de fotossíntese. Com o desmatamento, a taxa de retirada de gás carbônico atmosférico diminui.

6. Se o gás carbônico é liberado por plantas e animais continuamente, explique como é possível a manutenção da concentração desse gás na atmosfera. Explique também quais são os fatores que contribuem para o aumento de gás carbônico na atmosfera. O gás carbônico é retirado da atmosfera pela fotossíntese. A queima de combustíveis fósseis contribui para o aumento de gás carbônico na atmosfera.

7. Por que o desmatamento pode contribuir para o aumento do teor de gás carbônico na atmosfera e para o aumento do efeito estufa?

8. Que medidas você acha que poderiam ser tomadas pelos cidadãos para diminuir a emissão de gás carbônico na atmosfera, visando impedir o aumento do efeito estufa? *Resposta pessoal.*

9. Em que estado físico está a água que forma as nuvens? Estado líquido (em forma de gotículas) ou sólido (cristais de gelo).

10. Onde ocorre a maior concentração de ozônio na atmosfera? Na estratosfera, aproximadamente de 20 km até 35 km de altitude.

11. Em uma combustão, qual a função do gás oxigênio? É o comburente (alimenta a chama).

12. Em uma folha de papel, faça um desenho da sua casa ou da rua onde você mora, vistas de frente, e, acima delas, represente na ordem correta as camadas da atmosfera.

Em seu desenho, escreva o nome das camadas da atmosfera e duas características referentes a cada camada. Não se esqueça de representar de modo relativamente proporcional a largura (altura) das camadas. Para isso, você deve se basear nas informações da ilustração da página 133. Leve em conta, entretanto, que se trata de uma representação e não será possível manter a proporção real de tamanho entre o desenho da sua casa e o das camadas da atmosfera. *Resposta pessoal.*

13. Por que vai ficando cada vez mais difícil respirar à medida que aumenta a altitude na atmosfera?

Por causa da quantidade insuficiente de gás oxigênio, devido à diminuição da concentração do ar com o aumento da altitude.

14. O que é a ionosfera e qual a sua importância para nós, seres humanos?

A ionosfera é uma região rica em íons que ocupa tanto a mesosfera quanto parte da termosfera. Ela é importante para a reflexão das ondas de rádio e, portanto, para a comunicação por esse meio.

### **Pesquise**

15. A vegetação de um local está relacionada ao clima da região e, portanto, também está relacionada à umidade relativa do ar. Pesquise, juntamente com seu grupo, as condições da umidade relativa do ar na localidade onde vocês moram e as características da vegetação que predomina na região. Vocês podem montar um painel com desenhos ou fotografias dessa vegetação. Depois, apresentem a pesquisa aos colegas de turma e, juntos, aprimorem o painel montado por cada equipe. *Resposta pessoal.*

16. Faça um grupo com os colegas e procure mais informações a respeito da camada de ozônio e dos progressos das medidas para impedir que o “buraco” nessa camada se amplie. Reúnam as informações na forma de uma apresentação multimídia, ou na forma de um telejornal, ou até mesmo como uma reportagem escrita e ilustrada. O grupo deve escolher o modo mais adequado. Em seguida, apresentem o trabalho aos demais colegas da turma e ouçam a apresentação deles. O que cada grupo obteve de dados que poderia aprimorar o trabalho de vocês? Avaliem e ampliem o que aprenderam nesse processo. *Resposta pessoal.*

17. Escolha um dos gases nobres (ou raros) apresentados neste capítulo e aprofunde seus estudos a respeito dele, com outros colegas da turma que escolheram o mesmo gás. Pesquisem em livros e em sites da internet. Montem um cartaz com frases e desenhos que mostrem onde é encontrado, quais suas utilizações pelo ser humano, curiosidades sobre esse gás e o que mais achar interessante. Façam uma exposição de todos os cartazes em um local público da escola. *Resposta pessoal.*

**Integração** a) As leguminosas têm nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio em suas raízes, o que aumenta a concentração de compostos nitrogenados no solo onde elas vivem.

• Vimos que há nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio nas raízes de algumas plantas leguminosas. Assim, responda com os colegas de grupo às questões a seguir.

a) Existe uma técnica de adubação do solo que consiste em alternar o plantio de uma espécie vegetal com o plantio de uma leguminosa, ou até mesmo plantar leguminosas com outra cultura. Expliquem por que essa técnica ajuda a manter o solo adubado.

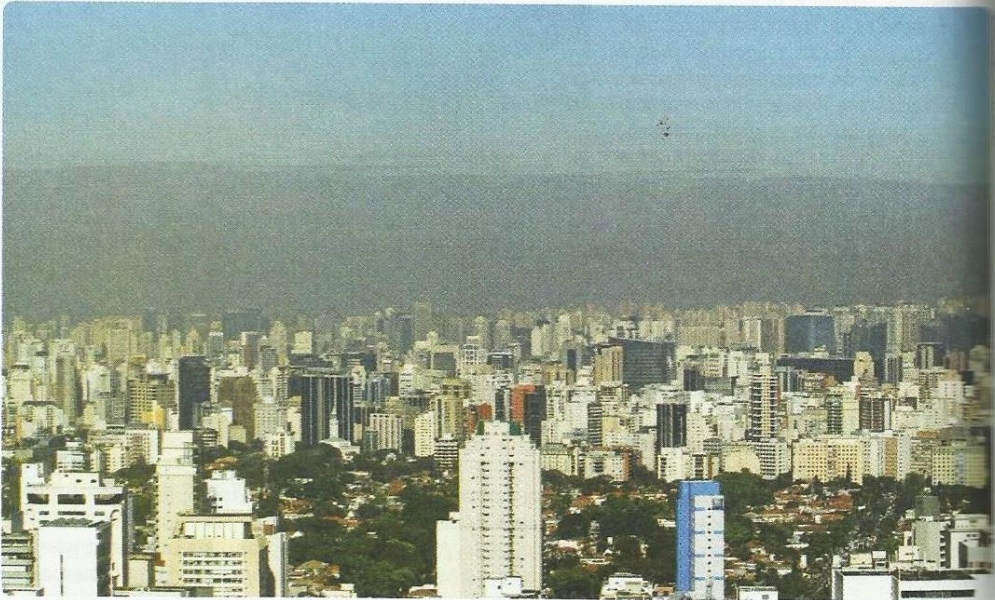
b) Na relação ecológica entre as leguminosas e as bactérias fixadoras de nitrogênio, quais seriam as vantagens dessa relação para a planta? E para as bactérias?

A planta obtém compostos nitrogenados que ela absorve pelas raízes. As bactérias têm os benefícios de obter parte da matéria orgânica (glicose) produzida pelas plantas na fotossíntese.

## ANEXO V - INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO “ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DO AR”.

# Alterações na composição do ar


CAPÍTULO 6



Vista da cidade de São Paulo (SP) em um dia de inverno de 2017.

No capítulo anterior, estudamos a composição da atmosfera, detalhando as camadas que a formam e a composição do ar. No entanto, na medida em que a atividade humana libera grandes quantidades de componentes na atmosfera, essa composição pode ser alterada e, com isso, muitos processos naturais da dinâmica da Terra também são influenciados. Neste capítulo, vamos estudar algumas causas e consequências dessas alterações na composição do ar.

**O que você já sabe?**

 Não escreva no livro

1. O que você observa na atmosfera retratada na fotografia?
2. Você imagina que a atmosfera da cidade de São Paulo tenha sempre esse aspecto retratado? Explique sua resposta.
3. Como é o aspecto da atmosfera na localidade onde está a sua escola? Ela se parece com a atmosfera da fotografia?
4. O que você entende por poluição?
5. O que você sabe sobre chuva ácida?
6. No capítulo anterior, você já estudou o gás carbônico e sabe que ele é um gás do efeito estufa. Qual a relação do efeito estufa com o aquecimento global?  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

142

Fonte: Livro Inovar Ciências da Natureza, p. 142.

## ANEXO W - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS V.

# Atividades

Não escreva no livro

**O que você aprendeu?**

- Retome as perguntas da seção *O que você já sabe?*, no início deste capítulo. Reveja as respostas que você escreveu naquele momento e corrija-as ou complete-as com base no que você aprendeu.  
*Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

**Análise e resposta**

- Faça no caderno um desenho ou um esquema de uma paisagem urbana com seus elementos: indústrias, automóveis, prédios, muitas pessoas. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
  - Indique no desenho os poluentes lançados no ar pelos elementos dessa paisagem.
  - Escreva as consequências do acúmulo desses poluentes no ar da cidade.
  - Você foi encarregado de planejar ações para despoluir o ar da cidade que você desenhou. Que medidas você poderia sugerir? Leve suas sugestões para discutir em classe com os colegas, sob coordenação do professor.
- A chuva ácida é um fenômeno natural que ocorre quando determinados gases são lançados na atmosfera. Após a Revolução Industrial, no entanto, as chuvas ácidas se intensificaram. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*
  - Qual é a relação entre a industrialização e a ocorrência de chuva ácida?
  - Por que a chuva ácida pode atingir ambientes naturais e pequenas cidades, e não apenas os centros industriais?
- A fotografia a seguir mostra um relógio indicando a qualidade do ar.

Lincoln K./Future Press

Relógio de rua em São Paulo (SP).

- Como a qualidade do ar de uma área pode ser determinada?  
*Pela medição das concentrações de gases e partículas suspensas no ar.*
- Analisando a fotografia, o que se pode dizer da concentração de gases e de partículas suspensas no ar no local retratado?  
*A concentração de gases e partículas está acima do padrão recomendável, caracterizando a qualidade do ar como ruim.*
- Que fatores reduzem a qualidade do ar?  
*O aumento da concentração de poluentes no ar.*
- Que atitudes cada cidadão pode tomar para diminuir a poluição do ar?  
*Usar transporte público, bicicleta, informar-se sobre as indústrias que controlam a emissão de gás carbônico.*

159

Capítulo 6 Alterações na composição do ar  
Unidade 2 Terra e Universo

Fonte: Livro Inovar ciências da natureza, p. 159.

## ANEXO W - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS V.

5. Leia a charge abaixo e depois responda às questões.



Fonte: TAK BUI. PC and Pixel. Disponível em: <<https://www.gocomics.com/vpcandpixel/2012/04/13/>>. Acesso em: out. 2018.

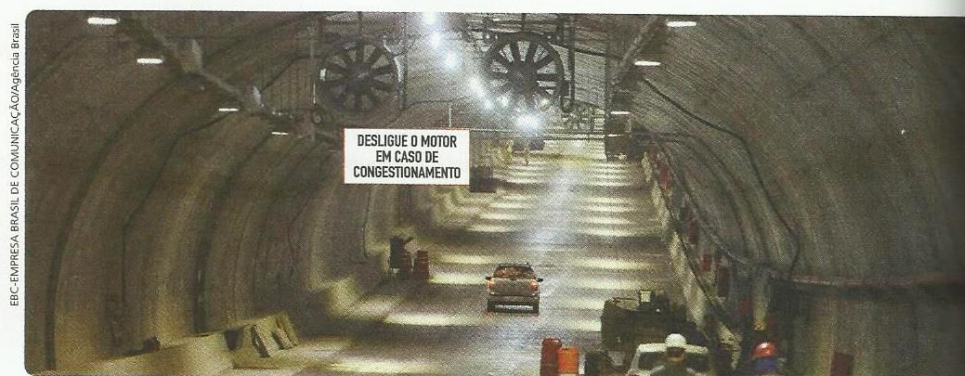
5. a) Essa atitude é comum na vida real: muitas pessoas preocupam-se com seu bem-estar imediato, dentro de sua casa ou de seu carro, e se esquecem do impacto de suas ações sobre o ambiente e sobre as outras pessoas.

a) A atitude do personagem é comum na vida real?

b) Qual seria a melhor medida para evitar congestionamentos como esse?

Utilização de transportes coletivos ou outros meios menos poluidores.

6. Analise a seguinte fotografia:



EBC-EMPRESA BRASILEIRA DE COMUNICAÇÃO/Agência Brasil

Túnel com ventiladores para circulação de ar, no Rio de Janeiro (RJ), 2016.

a) Explique por que em túneis longos há ventiladores para movimentação do ar como retratado na fotografia.

Para evitar o acúmulo de gases prejudiciais à saúde, como o monóxido de carbono.

b) Além dos ventiladores, por que é comum encontrar placas de sinalização com a recomendação para desligar o motor do veículo em caso de congestionamento?

Para diminuir a emissão de monóxido de carbono liberado pelos veículos.

7. Qual é a relação entre alergia e poluição do ar? Os poluentes do ar causam irritações no corpo humano, podendo resultar em reações alérgicas.

8. O efeito estufa é importante para os seres vivos, pois retém o calor na troposfera, mantendo a atmosfera aquecida. Porém, se contribuímos para o seu aumento indiscriminado, criaremos condições desfavoráveis à vida.

A relação a seguir apresenta causas e consequências do aumento do efeito estufa, mas elas estão misturadas. Em seu caderno, separe-as em dois quadros: no primeiro, escreva as causas; no segundo, as consequências.

- Aumento exagerado da quantidade de gás carbônico na atmosfera.

- Atividades industriais que envolvem combustão.

- Desconforto para os seres vivos.

- Aumento da temperatura média da superfície da Terra.

- Aumento da concentração de metano na atmosfera.

- Desequilíbrio de ecossistemas e extinção de espécies.

- Queimadas.

- Degelo excessivo, sobretudo nas calotas polares, o que pode aumentar o volume das águas dos oceanos.

8. Quadro 1: Queimadas. Atividades industriais que envolvem combustão. Aumento exagerado da quantidade de gás carbônico na atmosfera. Aumento da concentração de metano na atmosfera. Quadro 2: Aumento da temperatura média da superfície da Terra. Desconforto para os seres vivos. Degelo excessivo, sobretudo nas calotas polares. Desequilíbrio de ecossistemas e extinção de espécies.

## ANEXO W - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS V.

### Pesquise

9. Reúna-se com dois colegas e pesquisem algumas atitudes que podem evitar ou reduzir problemas de saúde durante os dias de inversão térmica, em áreas com grandes níveis de poluição atmosférica. Apresentem o resultado da pesquisa para a turma, ouça a apresentação dos demais colegas e, juntos, elaborem um panfleto de alerta à população. *Resposta pessoal.*
10. Faça uma pesquisa, em revistas e na internet, para descobrir quais são as principais fontes emissoras de monóxido de carbono na atmosfera, em nível mundial. Depois, faça o que se pede: *Respostas pessoais.*
  - a) Construa no caderno um gráfico com os dados obtidos.
  - b) Complemente sua pesquisa com informações a respeito de medidas para reduzir a emissão de monóxido de carbono na atmosfera.
  - c) Apresente seus dados para os demais colegas de turma e discutam uma maneira de contribuir na redução da emissão desse gás.

11. Pesquise a respeito do caso de Cubatão, cidade do estado de São Paulo, que já teve índices alarmantes de poluição atmosférica e chuvas ácidas. Nas últimas décadas, porém, foram adotadas medidas para amenizar e reverter esses impactos ambientais. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

O município de Cubatão fica no litoral sul do estado de São Paulo e apresenta um grande polo industrial. Refinaria de petróleo em Cubatão (SP), 2018.



Rulenn Chaves/Pulsar Imagens

- a) Que medidas foram essas?
- b) Quais foram as principais mudanças na região de Cubatão nos últimos 30 anos?
- c) Com os resultados da pesquisa, crie uma história em quadrinhos que conte a história de uma cidade fictícia que tenha realizado as mesmas ações de recuperação ambiental que o município de Cubatão. *Resposta pessoal.*

### Integração

1. Organize-se em grupo com os colegas e elaborem um manifesto convidando a população a participar de campanhas de prevenção de queimadas em áreas naturais. Para um trabalho eficiente, discutam a respeito de alguns aspectos, como os citados abaixo:
  - efeito das queimadas sobre a vida, especialmente de animais silvestres e plantas;
  - influência na composição da troposfera;
  - relação com o efeito estufa;
  - alteração na composição do solo;
  - alteração da temperatura média da superfície;
  - relação das queimadas com a erosão do solo.
 A critério do professor, os manifestos poderão ser lidos para a turma e afixados no quadro geral da escola, para leitura de todos. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

## ANEXO W - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS V.

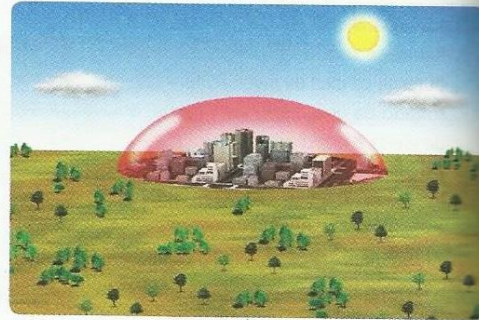
2. Cidades que possuem poucas superfícies verdes e muito asfalto podem exibir temperaturas 10 °C mais altas que áreas rurais ao redor. Esse fenômeno é conhecido como ilha de calor. Ele surge em função da absorção da radiação solar pelos edifícios de concreto e pelo asfalto, os quais irradiam energia térmica, elevando as temperaturas da cidade. O efeito é pior em áreas urbanas que possuem pouca superfície líquida (lagos e rios) e poucas árvores, já que a evaporação da água e a transpiração das plantas esfriam o ar. Muitas cidades estão começando a usar materiais de construção que tenham uma refletividade alta, tais como telhados brancos e ruas de concreto.

Organize-se em grupo com os colegas, leiam o texto abaixo, analisem as imagens e, em seguida, respondam às questões.

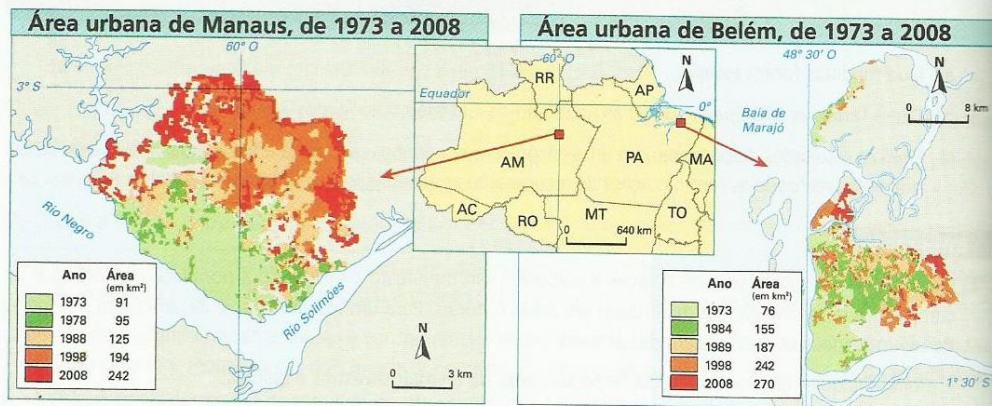
### Ilha de calor na Amazônia

[...]

Polos de desenvolvimento da Amazônia brasileira, encravadas na imensa, quente e úmida floresta tropical, Manaus e Belém começam a apresentar alterações climáticas típicas das grandes cidades. Entre 1961 e 2010, a temperatura média da capital amazonense aumentou 0,7 grau Celsius (°C) e atingiu 26,5 °C, segundo levantamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). No mesmo período, a temperatura média da capital paraense subiu 1,51 °C e alcançou 26,3 °C. Em ambos os casos, a elevação se deve principalmente ao crescimento da área urbanizada das cidades, processo que se acentuou nas duas últimas décadas, embora efeitos mais globais, ligados às mudanças climáticas de grande escala, também possam ter tido algum impacto sobre esse índice. [...]



Representação esquemática de ilha de calor. Pouca quantidade de vegetação torna as cidades urbanas mais quentes, se comparadas às zonas rurais. Na representação acima, a redoma vermelha simboliza a área com temperatura maior que seu entorno. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.



Crescimento da área urbana de Manaus (AM).

Crescimento da área urbana de Belém (PA).

Com mais prédios, concreto e asfalto tomando o lugar da vegetação nativa, o chamado efeito ilha urbana de calor, fenômeno conhecido há tempos por paulistanos e cariocas, também apareceu com força nas duas principais capitais da região Norte. Numa mesma hora do dia, a temperatura nas áreas dessas cidades mais densamente povoadas e ocupadas por construções e edifícios é consistentemente maior do que nas zonas rurais próximas, onde a floresta se mantém preservada. [...]

PIVETTA, M. Ilha de calor na Amazônia. Pesquisa Fapesp, ed. 200, out. 2012. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/10/11/ilha-de-calor-na-amazonia/>>. Acesso em: mar. 2018.

## ANEXO W - ATIVIDADES DESTINADAS AOS ALUNOS V.

Diagrama esquemático comparando o clima de uma zona rural e uma cidade. A zona rural mostra menor absorção e retenção de calor, maior transpiração de plantas e evaporação da água do solo, e maior penetração de água no solo. A cidade mostra maior absorção e retenção de calor, menor transpiração de plantas e evaporação da água do solo, e menor penetração de água no solo. Um termômetro indica que a cidade é 3°C a 10°C mais quente.

Representação esquemática mostrando as diferenças entre a zona rural e a região metropolitana, considerando a absorção e a retenção de calor, a transpiração das plantas, a evaporação da água do solo e a penetração de água no solo. Elementos representados em tamanhos não proporcionais entre si. Cores fantasia.

- Quais os fatores que determinam temperaturas mais altas nas cidades do que nas zonas rurais?  
 Maior quantidade de edifícios e construções, concreto e asfalto, e falta de vegetação nas áreas urbanas.
- Pesquisem e discutam medidas que possam reduzir os efeitos da formação dessas ilhas de calor.  
 Podem ser citados, por exemplo, maior número de árvores nas cidades, criação de parques e lagos artificiais.
- Caso seja possível, consultem arquitetos, paisagistas e engenheiros sobre quais medidas eles poderiam sugerir para reduzir os problemas de ilhas de calor nas grandes cidades. Apresentem as sugestões deles para os demais colegas de classe. Seria interessante se esses profissionais pudessem participar de uma roda de debates com sua classe, caso eles e a escola concordem. *Veja subsídios nas Orientações didáticas.*

**Fonte:** Livro Inovar ciências da natureza, p. 163.

## APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL



Universidade Federal de Viçosa  
Mestrado Profissional em Educação em Ciência e Matemática

### Produto educacional



O livro didático como recurso educacional para a produção de atividade investigativa de ciências: Problematizando o Efeito Estufa

Thais Soares de Abreu  
Florestal, 2022

#### Apresentação

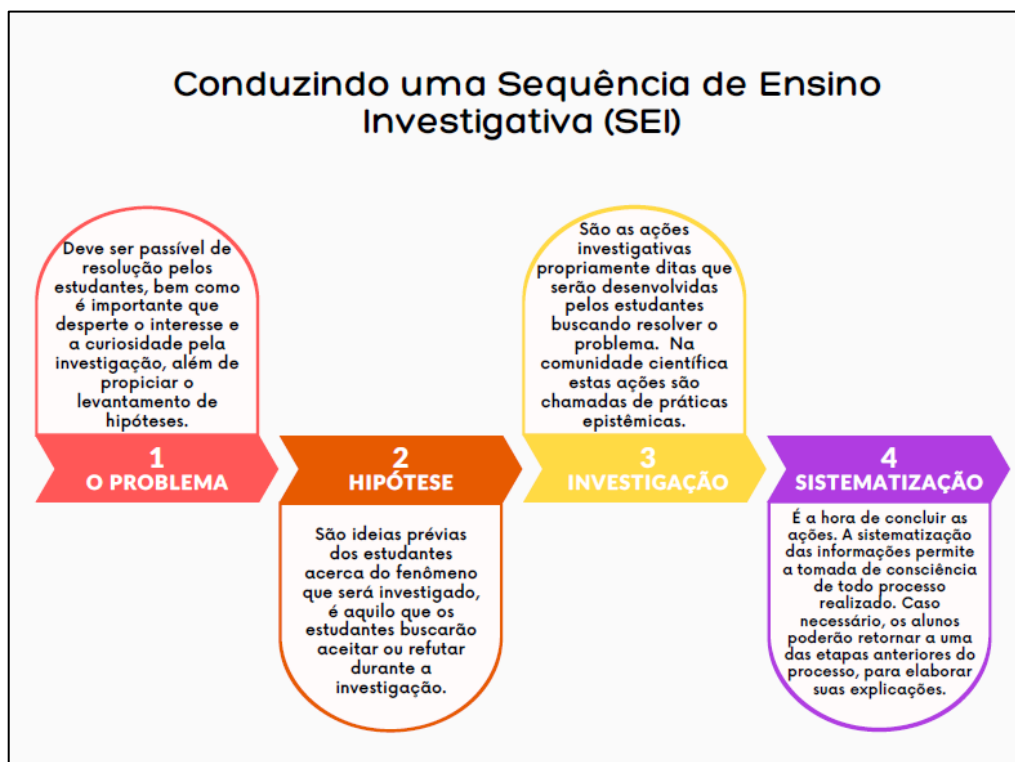
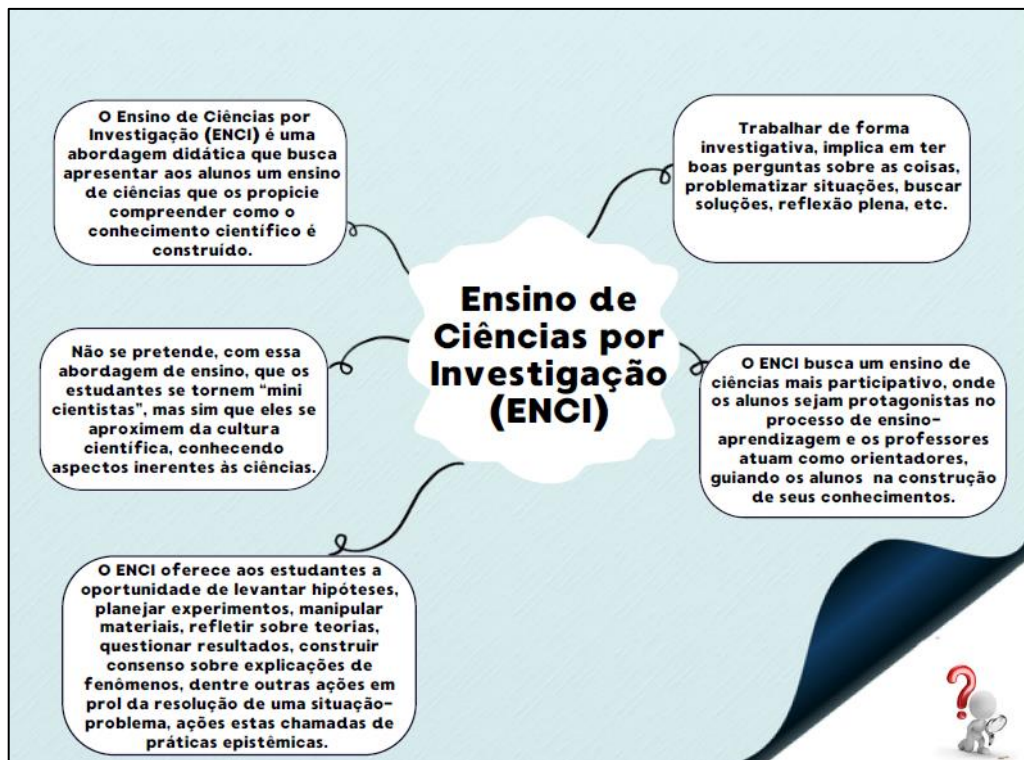
Caros professores, essa cartilha é produto de um trabalho de mestrado dedicado à busca pela melhoria da qualidade do ensino de ciências, por meio da abordagem conhecida como Ensino por Investigação.

O objetivo desse material didático é exemplificar aos professores a possibilidade de usar o Livro de Ciências, principal aliado do professor, para problematizar atividades com abordagem investigativa.

Espero que esse produto educacional contribua para o trabalho docente promovendo, de forma mais prática e simplificada, a compreensão de como trabalhar de forma investigativa, visto que diversos professores não dispõem de muito tempo, em seu cotidiano escolar, para acompanhar todos os estudos científicos detalhadamente e aplicá-los em suas aulas.

Por esse motivo, apresento aos professores um material objetivo e claro, de modo que em poucas páginas seja possível implementar em suas salas de aula, o Ensino de Ciências por Investigação.

Dessa forma, espero contribuir com os colegas professores e também com os estudantes tornando as aulas de ciências mais produtivas e prazerosas.



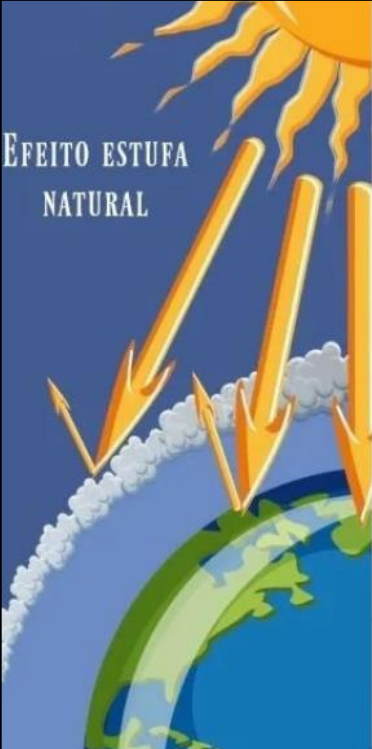
Ao longo de toda investigação é importante que o professor sempre tenha boas perguntas, não apenas para ele, mas principalmente para seus alunos. Estas perguntas precisam ser boas para despertar o interesse dos estudantes pela investigação. Perguntar **"Como?"** e **"Por quê?"** induz os alunos a refletirem e construir explicações que justifiquem suas observações e discussões ao longo da investigação.



## O problema

"Como podemos demonstrar a ocorrência do Efeito Estufa na Terra, sua importância para manutenção da temperatura terrestre e consequentemente da vida no planeta?"





**EFEITO ESTUFA NATURAL**

O diagrama mostra o sol emitindo raios de luz amarela que atingem a superfície da Terra. Alguns raios refletem para o espaço, enquanto outros são absorvidos pela superfície. Linhas de setas indicam a reflexão da energia de volta para a Terra por parte das nuvens e da atmosfera.

## Problematizando o Efeito Estufa

Retiramos um trecho de um texto dos livros analisados por nós, esse trecho está no livro “Ciências Naturais aprendendo com o cotidiano”.

O texto traz diversas informações relevantes para a compreensão do Efeito Estufa e também deixa várias lacunas, permitindo que o professor trabalhe de forma investigativa.



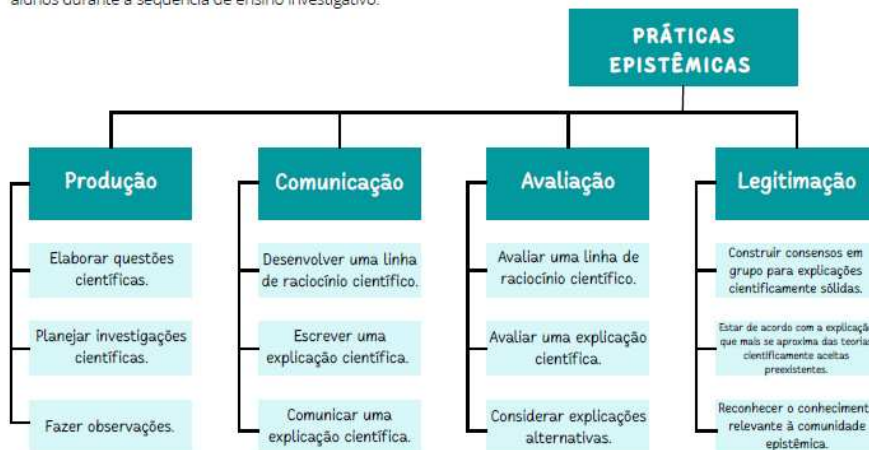
“Na atmosfera terrestre estão presentes alguns gases – como gás carbônico, vapor de água e metano que atuam, em escala global, retardando a emissão de calor pelo planeta. Assim, parte da energia proveniente do sol fica aprisionada na Terra, fazendo com que a temperatura do planeta seja superior àquela que seria esperada. Esse processo, que contribui para o aquecimento da Terra, é denominado Efeito Estufa. Se não existisse o Efeito Estufa, a temperatura média em todo planeta seria significativamente baixa. Praticamente toda a água estaria congelada e seria muito difícil existir vida tal como a conhecemos. Então, se não houvesse Efeito Estufa na escala em que atualmente ocorre, possivelmente não haveria vida na Terra.” (CANTO; CANTO, 2018).

CANTO, Eduardo Leite do; CANTO, Laura Celloto. Ciências Naturais : Aprendendo com o cotidiano : manual do professor. - 6. edição - São Paulo : Moderna, 2018.



# A INVESTIGAÇÃO

Exemplos de práticas epistêmicas que poderão ser realizadas pelos alunos durante a sequência de ensino investigativo.



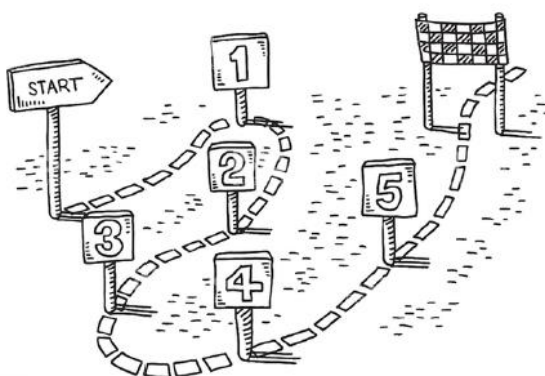
Práticas epistêmicas extraídas de: DOS SANTOS SANTANA, Uilian; SEDANO, Luciana. Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 26, n. 2, p. 378, 2021.

## Concluindo a investigação



Deixo claro aos colegas professores que não há uma "receita de bolo" ou "caminho pré-programado correto" para se percorrer quando se trata do Ensino de Ciências por Investigação, mas "há características e circunstâncias propícias ao ensino por investigação", tais como as mencionadas nesta cartilha.

O que nós professores podemos fazer, é oferecer condições, por meio de boas perguntas, para que os alunos busquem entendimento de questões científicas de uma maneira mais próxima à ciência praticada pelos cientistas, bem como tornar o ensino mais participativo e reflexivo, de modo a formar cidadãos críticos que possam questionar informações nas diversas esferas da sociedade.



SÁ, Eliane Ferreira et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. VI encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

Que tal experimentar o Ensino de Ciências por Investigação em nossas aulas?

**VAMOS PRATICAR?**

Mãos a obra!

**1**

Faça uma boa pergunta!

**2**

Problematize!  
Contextualize!

**3**

Ouçá os alunos!

**4**

Oriente as observações,  
coleta de informações,  
análises e sistematizações.

**5**

O principal:  
**NÃO DEIXE DE TENTAR!**

