

# Ciência em CONTEXTO

Propostas para construir espaços-tempos  
de ciência na escola



CIÊNCIA  
NA  
ESCOLA

Luiz Gustavo Franco (Org.)

CNPq

ORGANIZADOR  
LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

# CIÊNCIA EM CONTEXTO

## PROPOSTAS PARA CONSTRUIR ESPAÇOS-TEMPOS DE CIÊNCIA NA ESCOLA

---





**EDITOR-CHEFE:** PROF. DR. VALDIR LAMIM-GUEDES

## CONSELHO EDITORIAL

**PROF. DR. ALEXANDRE MARCELO BUENO** (UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE) | **PROFA. DRA. ANNIE GISELE FERNANDES** (USP) | **PROF. DR. ANTÓNIO MANUEL FERREIRA** (UNIVERSIDADE DE AVEIRO, PORTUGAL) | **PROF. DR. CARLOS JUNIOR GONTIJO ROSA** (USP) | **PROFA. DRA. DEBORAH SANTOS PRADO** (CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC) | **PROF. DR. FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA** (UFOP) | **PROF. DR. FELIPE W. AMORIM** (UNESP) | **PROFA. DRA. FLAVIA MARIA CORRADIN** (USP) | **PROF. DR. FRANCISCO SECAF ALVES SILVEIRA** (UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI) | **PROF. DR. HORÁCIO COSTA** (USP) | **PROF. DR. JAVIER COLLADO RUANO** (UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN, EQUADOR) | **PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO CARDOSO BERNARDES** (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, PORTUGAL) | **PROF. DR. MARCOS PAULO GOMES MOL** (FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS) | **PROF. DR. PEDRO ROBERTO JACOBI** (USP) | **PROF. DR. RENATO ARNALDO TAGNIN** (FACULDADES OSWALDO CRUZ) | **PROFA. DRA. SUZANA URSI** (USP) | **PROFA. DRA. YASMINE ANTONINI** (UFOP)

**Homepage:**

<https://editoranaraiz.wordpress.com/>



A Editora Na Raiz é uma empresa com DNA USP

Arte da capa do livro: João Victor Souza Alves

L953 Franco, Luiz Gustavo (Org.)

Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola [livro eletrônico] / Luiz Gustavo Franco (Orgs.). Vários autores. – São Paulo: Na Raiz, 2021.

540f.: il.; 14,8x21cm; pdf

ISBN 978-65-88711-14-9

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.5242285>

1. Educação. 2. Interdisciplinar.  
I. Título.

CDD 370

# Sumário

<b>Prefácio</b> .....	7
Cristiano Barbosa de Moura	
<b>Apresentação</b> .....	20
Luiz Gustavo Franco	
<b>Parte I: Processos de contextualização do ensino de Ciências</b>	
<b>1. Desafios para a contextualização do ensino de ciências</b> .....	36
Luiz Gustavo Franco	
<b>2. Propostas para contextualizar a ciência na escola</b> .....	49
Luiz Gustavo Franco	
<b>3. Atividade de controvérsia sociocientífica no ensino de ciências: uma perspectiva dialógica</b> .....	87
José Anderson de Oliveira; Giselle Faur de Castro Catarino; Glauco S F Silva	
<b>Parte II: Propostas didáticas</b>	
<b>4. A introdução de aspectos de Natureza da Ciência em contextos de ensino a partir de um filme</b> .....	121
Ellen Catharina Ponciano Siqueira; Monique Santos; Roberta Guimarães Corrêa	
<b>5. Educação em Ciências a partir da elaboração de modelos pelos estudantes</b> .....	149
Monique Santos; Rosária Justi	
<b>6. Um caso histórico sobre a vida de Marie Curie</b> .....	172
Monique Santos; Rosária Justi; Beatriz Carvalho Almeida	

<b>7. A análise de um caso contemporâneo em aulas de Ciências.....</b>	<b>190</b>
Monique Santos; Rosária Justi	
<b>8. Enfrentando uma pandemia em um mar de <i>fake news</i>: uma sequência de atividades sobre a Covid-19.....</b>	<b>199</b>
Adriana Ester Santos Malaquias; Letícia Maria Nogueira Rodrigues Assis; Sérgio Geraldo Torquato de Oliveira; Victor Lopes Chamone Jorge; Francisco Ângelo Coutinho; Luiz Gustavo Franco	
<b>9. Entre consensos e controvérsias: explorando <i>fake news</i> e o aquecimento global .....</b>	<b>236</b>
Ludmila Fernandes Kelles; Edyth Priscilla Campos Silva; Daniel Marchetti Maroneze; Luiz Gustavo Franco	
<b>10. Construindo práticas científicas no processo de ensino e aprendizagem do ciclo celular .....</b>	<b>269</b>
Denise Suzane Oliveira Cláudio; Paula Cristina Cardoso Mendonça	
<b>11. (Re)pensando o conceito de vida humana por meio de uma questão sociocientífica sobre a eutanásia e o suicídio assistido .....</b>	<b>298</b>
Luan Henrique Alves; Paula Cristina Cardoso Mendonça; Luiz Gustavo Franco	
<b>12. Desvendando a fotossíntese: uma sequência de atividades baseadas em argumentação.....</b>	<b>325</b>
Letícia de Cássia Rodrigues Araújo; Paula Cristina Cardoso Mendonça	
<b>13. O que faz um cientista? Uma proposta de Ensino de Ciências por Investigação e Literatura para os anos iniciais do Ensino Fundamental .....</b>	<b>367</b>
Deborah Cotta; Elaine Soares França; Danusa Munford	
<b>14. Hábitos cotidianos e suas implicações sociais: o consumo de carne como uma questão sociocientífica-ambiental em sala de aula .....</b>	<b>387</b>
Bruna Pires Rodrigues; Crithian Dias Gomes; Gabriel Victor Alves dos Santos; Joyce Cristina de Oliveira; Sarah Cristina Pereira do Nascimento; Luiz Gustavo Franco	

<b>15. Trilhando caminhos para o ensino de Física a partir de questões sociocientíficas .....</b>	<b>409</b>
Marcos Corrêa; Márcia Garcia; Morganna Justen; Marcelo Rocha; Isabel Martins	
<b>16. Consciência planetária como uma possibilidade de aproximação da educação em ciências à educação em direitos humanos.....</b>	<b>429</b>
Armando Gil Ferreira dos Santos; Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz	
<b>17. O anime Dr. Stone e as TIC's como aliados no ensino de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental .....</b>	<b>453</b>
Isabel Vitória da Silva de Melo	
<b>18. Seres vivos e processos adaptativos: uma proposta didática a partir do uso de TIC's no ensino de Biologia .....</b>	<b>473</b>
Gabriel Cunha Martins; Victória Silva Galvão; Danilo Dessio Pereira; Marcos Rodrigues Fernandes Junior; Guilherme Ferreira	
<b>19. Resolução de Problemas a Partir da Metodologia da Problematização.....</b>	<b>488</b>
Clara Avelar Resende; Roberta Guimarães Corrêa	
<b>20. Projeto Usinas: uma sequência didática para discutir questões sociocientíficas, pós-verdades e fake news no Ensino de Física.....</b>	<b>508</b>
Bruna Karl Rodrigues da Silva; Ricardo Monteiro da Silva; João Paulo Fernandes	
<b>Autores .....</b>	<b>526</b>

CRISTIANO BARBOSA DE MOURA

---

# PREFÁCIO

---



Sempre que converso sobre contextualização em palestras, seminários e outras ocasiões, vem à minha mente uma história de quando dava meus primeiros passos como docente do ensino médio regular, em uma escola do Rio de Janeiro.

Naquela ocasião, vivi uma experiência que me marcou bastante. Em meu primeiro ano como docente, atuei em três turmas de primeiro ano de Ensino Médio. O que possuíam de agitadas, tinham também de criativas. Além de tudo, era uma escola que exalava arte e o apreço pelas humanidades, da conversa de corredor às diversas atividades que ali ocorriam. Eu, então um professor de química iniciante, ainda tateando em vários aspectos do dia a dia da docência, percebi que não poderia deixar de aproveitar aquela potência, tão singular daquela escola e daquelas turmas. Propus, então, ao final do ano, uma atividade que buscava amalgamar o conteúdo científico abordado ao longo do ano à pulsão criativa daqueles estudantes. “Faremos uma exposição virtual intitulada ‘Química e Arte’. Vocês produzirão algo de conteúdo artístico que se relacione, de alguma maneira, a um conceito científico que tenhamos estudado ao longo do ano” – disse eu. Como alguém que queria ter controle daquela situação, claro, estabeleci parâmetros, forneci exemplos, ideias e inspirações aos estudantes. O resultado foi muito além das minhas preocupações de controle. Recebi poemas, contos, paródias, fotografias, desenhos, fotos de instalações em sua própria residência entre muitas outras expressões artísticas que só aquelas agitadas turmas poderiam produzir.

O ano mudou e eu, ainda na mesma escola – com os mesmos aromas artísticos e humanísticos naqueles corredores – decidi que queria viver a mesma experiência do ano anterior. Três novas turmas (na mesma série) e um cenário totalmente diferente. Essas turmas eram, até onde consigo me lembrar, um pouco menos agitadas; porém, havia ali uma dificuldade grande envolvendo a leitura e interpretação de textos, nas suas variadas formas. Nós, professores daquelas turmas, fizemos projetos de incentivo à leitura. Eu próprio passei a ler mais nesse período.



Fizemos “invasões poéticas” nas aulas das/dos colegas docentes e um perfil no *Instagram*® para incentivá-los – foi uma experiência que até hoje ficou guardada em minha memória. Sobre o projeto Química e Arte? Foi um “fracasso”. Diferente do ano anterior, em que os alunos se sentiram mobilizados, desafiados, e entregaram a mim uma experiência estética profunda e elaborada, neste ano, os trabalhos foram bem mais comédidos. Claro que, sabendo da dificuldade deles em leitura e produção de texto, havia proposto o trabalho em colaboração com a professora de língua portuguesa, buscando não somente a experiência estética e criativa, mas uma convergência com as principais dificuldades daqueles estudantes. O resultado, no entanto, foi bem diferente do ano anterior. Coloco “fracasso” entre aspas pois, mesmo ali, foi produzida uma experiência educativa que seguramente contribuiu de alguma maneira para o amadurecimento daqueles estudantes. Entretanto, a exposição tal qual havia imaginado (com base no ano anterior), não ocorreu.

Como puderam duas atividades tão semelhantes, no mesmo ambiente educativo, com turmas que vinham estudando naquele mesmo colégio desde o ensino fundamental, terem produzido resultados tão distintos? Dessa experiência, levei que o contexto importa – e muito. É importante aqui observar que não apenas o contexto importa, como o nosso entendimento do que seja o contexto e o processo de contextualização na educação também é fundamental.

De fato, a temática da contextualização talvez seja o núcleo ao redor do qual a área de Educação em Ciências se organizou. Mesmo nos cursos de licenciatura em ciências (biológicas, físicas ou químicas) mais ortodoxos, parece-me que todos os professores saem das universidades já com a clareza de que contextualizar o conhecimento é fundamental. Não faz mais sentido – se é que fez algum dia – utilizar o tempo precioso de um ano letivo para repassar com os estudantes uma lista de conceitos científicos, cálculos diversos, listas de equipamentos e modos de fazer cada procedimento específico no laboratório. Já é ponto pacífico na área de Educação em

Ciências que um ensino de ciências relevante para os desafios do século XXI precisa estar orientado a escrutinar os modos de produção do conhecimento científico, sua historicidade e sua relação com a sociedade. Isso porque a produção de conhecimento científico está imbricada com a cultura em sentido mais amplo, a política e relações de poder de modo mais geral.

Para além dessa constatação, a área de Educação em Ciências, tanto nacional quanto internacionalmente vem produzindo conhecimento crescentemente refinado sobre o que sejam os processos de contextualização. Se nos primórdios os processos de contextualização do conhecimento científico talvez fossem confundidos com a busca de exemplos que ilustrassem este ou aquele conceito, depois essa perspectiva deu lugar a visões mais complexas desse processo. Nessas novas propostas, a contextualização passou a ser entendida, conforme brevemente explorado acima, como um processo que entende o que é estudado em sala de aula como um conhecimento que possui história, que está intimamente imbricado com a tecnologia e a sociedade, em suas facetas políticas, sociais e culturais, dentre outras. Nesse bojo, um exemplo é o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), cujas influências hoje podem ser notadas em diversos aspectos da Educação Científica contemporânea, tendo influenciado não apenas os programas de formação docente, como a produção de materiais didáticos, entre outros aspectos. Ainda seguindo tendência parecida, também destaco os processos de contextualização histórica destes conhecimentos, que ora autores localizam dentro do movimento CTS, de forma mais ampla, enquanto outros apontam que ambos correriam de forma paralela. Seja como for, a historicidade do conhecimento científico entrou em pauta na Educação em Ciências, enfatizando-se a partir dessa vertente a potencialidade de complexificação no que tange a contextualização, na medida que aspectos sociais, culturais, entre outros, são trazidos à tona a partir de abordagens envolvendo as histórias sobre o conhecimento.

Entretanto, a contextualização não diz respeito apenas ao conhecimento (como produto) e as suas diferentes facetas. Neste livro, já no capítulo 1, o leitor é provocado a pensar para além da percepção de que a contextualização seria um processo nucleado exclusivamente no conhecimento. Somos instados, como professores, a olhar para os nossos interlocutores nas aulas como pessoas. “Quem são aquelas pessoas? O que aconteceu com elas antes de chegarem ali? O que ocorrerá depois que saírem?”. Parecem questões simples e desprezíveis, mas carregam consigo o peso polissêmico da própria palavra “contexto”. Ora, contexto pressupõe aqueles que conhecem. Se um dado conhecimento foi construído historicamente, a isso chamamos contexto. Também chamamos contexto as diversas relações do conhecimento com questões sociais contemporâneas e mesmo com questões cotidianas. No entanto, aqueles que se lançam na jornada rumo ao conhecimento em sala de aula também possuem seus contextos. E aqui não me refiro a uma genérica consideração dos saberes dos estudantes, buscando sua progressão intelectual, mas sim a percepção desses estudantes como pessoas que constroem, todos os dias, novos capítulos de sua própria história, entrelaçada com as histórias que vivem no *dentrofora*<sup>1</sup> da escola, como diria Nilda Alves em seus estudos curriculares.

Encontramos, então, na palavra contexto uma polissemia que parece, à primeira vista, interditar este vocábulo. Se uma palavra pode significar tantas coisas, como seu uso poderia ser considerado algo positivo? Não causaria mais confusão? Entendo que é ao apostar na ideia de contextualização, com todas as suas ambiguidades – e, ao mesmo tempo, suas potências –, que as contribuições deste livro se descortinam.

---

1 Lanço mão dessa expressão, escrita dessa forma, que é usada pela teórica de currículo Nilda Alves, buscando exprimir a complexidade do fenômeno educacional como algo que ocorre simultaneamente dentro e fora dos muros da escola.

*Ciência em contexto* parte da problemática a respeito do quanto os currículos praticados<sup>2</sup> nas escolas se aproximam da perspectiva antiga de currículo como listas de conteúdos a serem ministrados ou o quanto estes se aproximam de uma proposta de articulação para acerrar alguns dos desafios da sociedade contemporânea. Dentre esses desafios, certamente, não consta mais a disponibilidade de informação. Hoje, uma simples busca por quase qualquer palavra-chave em um buscar da internet é capaz de nos retornar infindáveis ocorrências. Assim, se algum dia pensamos que o papel do professor incluía ser “A” fonte de conhecimentos que eram, por vezes, difíceis de serem acessados, hoje essa dificuldade está bastante minorada, a depender do... contexto – afinal, cabe lembrar dos diferentes *brasis* que habitam o nosso Brasil atual. Essa perspectiva de ampla disponibilidade de fontes de informação coloca em cheque o papel da escola e do professor, como já amplamente discutido na literatura. Isto porque a escola passa então a ser não o lugar onde simplesmente “transmite-se” conteúdos, mas onde se constrói conhecimento. Interpreto o livro, portanto, como um chamado, mais uma vez, a quebrarmos a ideia de conhecimento como “coisa pronta” a ser transmitida e passarmos a adotar a ideia de conhecimento como “coisa que se faz/produz/erige enquanto” na escola.

As diversas e riquíssimas propostas de atividades que encontramos nesse livro são um convite a imaginar contextualizações possíveis para os múltiplos temas que circulam na escola, por força de suas tradições disciplinares e por força, também, de demandas contemporâneas. É possível encontrar nessas páginas, desde temas clássicos do ensino de ciências como o ciclo celular, a fotossíntese, a teoria da evolução – revisitados em novas ideias e propostas – até diversos temas controversos, dentre os quais constam: eutanásia, *fake news*, desmatamento, aquecimento global, a

---

2 Ou pensados/praticados, para manter a coerência com o vocabulário/pensamento dos curriculistas cotidianistas que escolho ao evocar Nilda Alves.

pandemia da COVID-19, a tragédia-crime de Brumadinho, entre outras muitas temáticas. De forma criativa, filmes contemporâneos, episódios históricos como o da radioatividade, envolvendo a cientista Marie Curie, e mesmo um controle remoto tomam a cena como possíveis catalisadores dos processos de contextualização propostos. São, portanto, propostas que se estendem pelas diferentes tradições disciplinares existentes na escola, e, em alguns casos, desafiam essas fronteiras.

Por exemplo, no caso que analisa o rompimento da barragem de Brumadinho, ao enfatizar a dimensão sociocientífica, as autoras escolhem um caminho que está para além da ligação, intuitiva em certo sentido, que faríamos entre a mineração e os domínios da química, por exemplo. Existem aí, ainda na dimensão científica, aspectos circunscritos ao que conhecemos como química, mas também há diversas questões relacionadas à física, geologia, biologia, entre outros domínios. Para além desses domínios científicos, quando se enfocam os aspectos sociocientíficos, então, as diferentes tradições disciplinares dão lugar a outro nível de discussão que inclui dimensões muitas vezes negligenciadas em aulas de ciências: aspectos éticos, morais, psicológicos, econômicos, entre muitos outros. Quando se evocam estas dimensões do conhecimento científico, muitas vezes questionam se tais aspectos “seriam da conta”, de fato, da ciência escolar. Entendo que na fase de transição paradigmática que vivemos, de perguntas fortes e respostas fracas, como conceitua Boaventura de Sousa Santos no livro *Epistemologias do Sul*, é fundamental que questionemos o que é, o que não é, e o que deve ser ou não “da conta da ciência”. E não há lugar mais próprio a isso do que a escola. Nesse sentido, *Ciência em contexto* trará a seus leitores um grande arcabouço de recursos para pensar as ciências e suas relações com a sociedade não apenas numa dimensão contemplativa, mas em dimensão crítica e propositiva. Isso é fundamental se quisermos que as próximas gerações sejam capazes de promover um diálogo produtivo a respeito da sociedade que temos e a sociedade que queremos promover, bem como o lugar da ciência nessa sociedade.

Até aqui tratamos dos contextos relativos aos conhecimentos e temas sobre os quais se tratam no livro. Entretanto, na abertura desse prefácio, anunciei, através de um conto sobre minha sala de aula, algo que parecia se relacionar mais com outro contexto, que é aquele dos estudantes. Não seria, então, um contrassenso iniciar afirmando a necessidade de pensar nos contextos dos estudantes e, então, centrar-me nos temas das propostas dos capítulos? Além disso, como ficam os estudantes em um livro de propostas orientadas à aplicação em salas de aula as mais diversas possíveis, tendo em vista o público-alvo desta obra? Pois bem, entendo que o próprio livro traz respostas nesse sentido.

Logo nos primeiros dois capítulos, que se debruçam de forma mais aprofundada na conceptualização de sobre contexto e contextualização, Luiz Gustavo Franco anuncia que os demais capítulos do livro estão norteados a partir de três dimensões de contextualização, quais sejam: contexto cotidiano, contexto científico e contexto sociocientífico. No primeiro, exploram-se temas e situações próximos do dia a dia dos estudantes; no segundo, o foco passa a ser os modos de fazer e de falar ciência, englobando o uso de conceitos e engajamentos em práticas da ciência; já no terceiro, as questões envolvem, além da ciência, situações sociais que demandam considerar diferentes realidades, saberes e facetas culturais, econômicas, históricas e políticas. Embora as três dimensões guardem ligações ao menos implícitas com os contextos dos estudantes (especialmente a dimensão do cotidiano), entendo que a proposta de **contextualização a partir da interação** é uma lente fundamental para ler as diversas propostas de *Ciência em contexto*. Se levamos às últimas consequências a ideia de que entender o contexto de Daniel, estudante cuja história abre o capítulo 1, é fundamental para o desenrolar da proposta educativa que se fará a Daniel e sua turma, penso que não há saída senão colocar em profunda interlocução cada uma das propostas desse livro e os diversos *daniéis* existentes Brasil afora, até onde esperamos que tal esforço se estenda. Ademais, há que se considerar

que nossos alunos não são seres estáticos no tempo, mas mudam a cada aula. Assim, a contextualização a partir da interação torna-se ainda mais fundamental para evitarmos a reificação do processo de contextualização, criando quimeras externas às nossas salas de aula e, assim, impedindo o surgimento das singularidades de cada sala de aula, no sentido que evoquei no início deste prefácio. Assim, ter em mente as três dimensões de contextualização que estão em jogo e mais a quarta dimensão proposta no capítulo 2, parece fundamental para que as propostas contidas nesse livro se tornem experiências potencialmente exitosas e transformadoras. Em que pese o fato de cada proposta enfatizar apenas algumas dessas dimensões, entendo que elas atingem sua maior potência quando enxergadas de maneira integrada.

Como professores, entendo que é quase inevitável buscar enxergar as propostas a partir de nossas próprias experiências em sala de aula e trajetórias acadêmicas. Retornando às temáticas que são objeto dos capítulos desse livro, comentarei duas e espero, com isso, apontar como entendo os graus de abertura das propostas desse livro. O conjunto de atividades sugerida pelo capítulo 13, sobre os sapos (essas criaturas fantásticas) fizeram-me lembrar do magnífico texto “Frogs in the mantelpiece”, que é um capítulo publicado pela historiadora da ciência Mary Terrall no livro “Histories of Scientific Observation”. Nesse capítulo, é explorado um episódio histórico envolvendo a observação dos processos de reprodução dos sapos, e como diversos aspectos do processo de observação foram invisibilizados, dando a o crédito exclusivo ao naturalista francês René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) e eclipsando um trabalho que, conforme uma exploração mais detalhada do episódio revela, esteve baseada nos olhos de muitos observadores e observadoras. As atividades propostas no capítulo 13 são direcionadas ao ensino fundamental e exploram, de forma muito interessante, alguns aspectos investigativos da prática científica, a imagem dos cientistas, o compromisso ambiental, dentro outros aspectos. A partir do entrecruzamento da minha leitura do conjunto de atividades propostas

no livro e minha própria trajetória, fiquei pensando que interessantes poderiam ser as atividades (dessa vez direcionadas a um público escolar de série mais avançada) envolvendo simultaneamente alguns aspectos do episódio histórico que mencionei e aspectos das atividades propostas a crianças, devidamente adaptadas. Ou seja, cada leitor terá a possibilidade, a partir de sua leitura das atividades propostas, de imaginar caminhos adaptados, novas propostas e ideias que ampliem as possíveis contextualizações imaginadas pelos autores do livro. Com isso, a dimensão enfatizada (científica, cotidiana ou sociocientífica) pode mudar, ou outros aspectos dentro da mesma dimensão podem ser propostos, entre muitas outras adaptações que podem surgir.

Como professor de química do ensino médio profissionalizante no CEFET/RJ campus Petrópolis, outra proposta que me saltou aos olhos foi a presente no capítulo 3, a respeito de uma controvérsia baseada em situação fictícia sobre a instalação de uma Usina Nuclear no lugar do Palácio de Cristal, um dos pontos turísticos mais famosos da cidade de Petrópolis. Não há dúvidas de que todos os meus alunos conhecem (provavelmente muito melhor do que eu, que nasci e vivi até 2016 na capital do Rio) o Palácio de Cristal e suas histórias. Muitos, provavelmente, construiram memórias afetivas importantes daquele lugar, tendo em vista que, mais do que um ponto turístico, o Palácio também é sede de diversos eventos culturais da cidade. Mas... será? Um debate que por vezes ressurge aqui em Petrópolis diz respeito a quem tem o direito à cidade. Muitos desses eventos são razoavelmente elitizados na medida que custam caro e, muitas vezes, acabam atraindo turistas que estão visitando a capital e aproveitam para visitar a cidade de Petrópolis, no chamado turismo excursionista. Além disso, parte dos meus alunos, em uma escola federal que é acessada através de concurso público, vêm de uma cidade próxima a Petrópolis, a cidade de Magé, estes em busca de estudar em uma escola de excelência. Talvez os alunos de Magé não tenham a ligação afetiva que eu imagino que alguns dos alunos



petropolitanos tenham com o Palácio de Cristal. Seja como for, o que quero chamar a atenção é que, conforme os próprios autores sublinham, é de crucial importância que “o material seja adaptado para o contexto particular de ensino-aprendizado, que se considere o contexto dos sujeitos envolvidos na atividade” (p. 116-117). Ou seja, o capítulo provê elementos, em sua rica pesquisa sobre o Palácio e nas diversas atividades propostas, que permitem a condução da controvérsia em diversas direções, servindo o estudo de caso que os autores fazem como um excelente ponto de partida especialmente para nós, petropolitanos. Isso vai diretamente ao encontro da teorização proposta no início do livro, de contextualização a partir da interação, além de coadunar com o próprio entendimento de contextualização de maneira ampliada. Assim, as ponderações que aqui traço estão elas próprias sujeitas a esse escrutínio. É possível que, contrariando minha ideia inicial, meus alunos de Magé talvez tenham tido vivências afetivas muito particulares com o Palácio de Cristal, de modo que se engajariam como ninguém em uma controvérsia desse tipo. Essas observações, portanto, estão na esfera do indecidível da sala de aula – aquilo que só descobriremos quando deixamos a sala de aula emergir e florescer em toda a sua potência, através do diálogo e da controvérsia, precisamente como proposto pelos autores.

Ao apostar na contextualização, como conceito fluido, debatido, mas ao mesmo tempo, que guarda profunda identidade com o campo da Educação em Ciências, entendo que Ciência em contexto enfatiza a dimensão artesanal do trabalho docente. O docente que tiver contato com este livro e que leve em consideração a discussão teórica inicial nele presente tomará as propostas aqui oferecidas antes como um pontapé inicial para o seu trabalho do que como uma linha de chegada.

Concluindo este prefácio, entendo que o livro é uma lufada de ar fresco no longo debate (tanto no tempo, quanto em extensão) sobre os processos de contextualização na Educação em Ciências. Do ponto de vista conceitual, observa-se

nas propostas uma bem-vinda pluralidade de referenciais teóricos e a emergência de alguns novos referenciais, nacionais e internacionais, sobre Natureza da Ciência, Práticas Epistêmicas, Questões Sociocientíficas, entre outros. Explorar, a partir das propostas aqui veiculadas, as consequências da adoção desses novos referenciais para as práticas de sala de aula é, sem dúvida, uma avenida de oportunidades para a pesquisa em Educação em Ciências e, também, para nós docentes que vivemos o dia a dia das escolas. Torcendo para que este livro atinja seus objetivos de difusão na comunidade docente, certamente daí deve seguir um diálogo produtivo entre as universidades e escolas para a produção de um ensino de ciências transformador.

O livro é plural, também, em seu corpo de autores. Nele constam desde grandes referências e pesquisadores de nossa área, até jovens pesquisadores, professores da educação básica e professores em processo de formação inicial, com múltiplas trajetórias, interesses e saberes, o que multiplica o poder do livro, ao se constituir a partir dessas diversificadas vozes. Como Sandra Harding e outras teóricas feministas dos estudos da ciência nos lembram, uma objetividade forte na ciência só é possível a partir da inclusão de múltiplas perspectivas sobre os diferentes temas de pesquisa científica. Nessa direção, percebo que, na conversa que esse livro representa, a quase ausência de vozes dos professores da educação básica que não estejam ligados necessariamente a atividades na universidade é algo que nos coloca a pensar sobre o quanto ainda precisamos avançar nas políticas públicas que confirmam aos professores condições que os permitam falar no debate público sobre os temas que afetam sua prática.

De toda forma, penso eu que este livro soa como um convite tanto para que continuemos o necessário debate sobre contextualização, quanto para continuar aproximando a produção acadêmica do dia a dia docente, sem deixar de lado a reflexão sobre as razões estruturais que vêm impedindo tal aproximação de acontecer cada vez mais. Que este livro sirva de inspiração, como serviu para mim, para

seguirmos avançando em direção a uma educação em ciências que ouse colocar em seu centro discussões e perspectivas que potencialmente nos façam avançar como sociedade em direção a uma realidade mais socialmente justa, através da participação crítica de seus cidadãos.

Petrópolis, 10 de junho de 2021

LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

# APRESENTAÇÃO

---



Este livro discute propostas didáticas que visam favorecer o desenvolvimento de visões mais complexas sobre a ciência e o seu papel na sociedade atual<sup>3</sup>. Partimos de uma concepção de que os estudantes são agentes em suas realidades e que o ensino de ciências está articulado a diferentes contextos socioculturais, envolvendo compreender, analisar e se posicionar diante de questões da ciência e da sociedade (Bencze et al., 2020; Hodson, 2018; Sadler, 2009; Sasseron, 2019; Stroupe et al., 2019). Nesse tipo de concepção, a contextualização do ensino de ciências oferece potencialidades às quais buscamos explorar como alternativa para a ciência na escola.

Na primeira parte do livro (capítulos 1, 2 e 3), trazemos uma discussão sobre como compreendemos o processo de contextualização do ensino. No capítulo 1, partimos de desafios enfrentados nas aulas de ciências e apontamos algumas alternativas que nos parecem promissoras para a educação científica. No capítulo 2, iniciamos a discussão sobre essas alternativas, em nível curricular, apresentando a proposta de ‘contextualização a partir da interação’. No capítulo 3, apresentamos um exemplo concreto de contextualização em sala de aula, por meio de um relato de experiência com estudantes do Ensino Médio.

Na segunda parte do livro (capítulos 4 ao 20), apresentamos um conjunto de sequências de atividades que visam ampliar as oportunidades de contextualização do ensino de ciências.

A construção dessas sequências é resultado de um movimento de diferentes

---

<sup>3</sup> Este livro é um dos produtos gerados pelo Programa Ciência na Escola (Chamada MCTIC/CNPq N° 05/2019). Dentre seus diversos objetivos, o programa visou divulgar materiais inovadores capazes de favorecer o desenvolvimento de “espaços da ciência” na escola.

grupos de pesquisa<sup>4</sup> que têm buscado alternativas ao ensino asséptico e descontextualizado das ciências. São sequências que foram desenvolvidas por pesquisadores e estudantes de programas de pós-graduação do campo de Educação em Ciências<sup>5</sup>.

Cada uma delas foi organizada a partir da ênfase em uma dimensão de contextualização (e.g. contexto cotidiano, científico, sociocientífico) e orientada a partir de diferentes ferramentas e abordagens metodológicas de ensino (e.g. ensino por investigação, argumentação, modelagem, uso de casos históricos e/ou contemporâneos, metodologia de problematização, uso de TIC's). A tabela a seguir apresenta uma visão geral das propostas:

---

4 Grupo Êmico – Discurso e Cotidiano da Sala de Aula de Ciências (UFABC/UFMG).

Grupo REAGIR Modelagem e Educação em Ciências (UFMG).

Grupo AntLab – Processos e Relações na Produção e Circulação do Conhecimento (UFMG).

Grupo Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências (UFOP).

NAPEF – Núcleo de Atividades e Pesquisa em Ensino de Física (CEFET/RJ Campus Petrópolis).

5 Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão social da UFMG.

Programa de Pós-Graduação em Educação da UFOP.

NUTES – Instituto do Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da UFRJ.

Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do CEFET/RJ.

Quadro 1: Síntese das propostas didáticas apresentadas no livro.

Sequência de atividades	CONTEXTUALIZAÇÃO	Principais referências que fundamentam a sequência
	Dimensões enfatizadas	
A introdução de aspectos de Natureza da Ciência em contextos de ensino a partir de um filme	Sociocientífica	Natureza da Ciência a partir do MoCEC v.2: Santos et al. (2020)
Educação em Ciências a partir da elaboração de modelos pelos estudantes	Cotidiana	Modelagem no ensino de ciências: Gilbert & Justi (2016); Justi & Gilbert (2002)
Um caso histórico sobre a vida de Marie Curie	Científica	Natureza da Ciência a partir de casos históricos: Allchin et al. (2014); Santos et al. (2020)
A análise de um caso contemporâneo em aulas de Ciências	Sociocientífica	Natureza da Ciência a partir de casos contemporâneos: Allchin (2013); Santos et al. (2020)
Enfrentando uma pandemia em um mar de <i>fake news</i> : uma sequência de atividades sobre a Covid-19	Cotidiana e Sociocientífica	Argumentação sociocientífica: Conrado & Nunes-Neto (2018); Kelly & Licona (2018); Mortimer (1998)

Entre consensos e controvérsias: explorando <i>fake news</i> e o aquecimento global	Sociocientífica	Argumentação sociocientífica: Conrado & Nunes-Neto (2018); Kelly & Licona (2018); Munford & Teles (2015)
Construindo práticas científicas no processo de ensino e aprendizagem do ciclo celular	Científica	Práticas científicas: Gilbert & Justi (2016); Nascimento & Sasseron (2019); Osborne (2014)
(Re)pensando o conceito de vida humana por meio de uma questão sociocientífica sobre a eutanásia e o suicídio assistido	Sociocientífica	Enfoque CTSA a partir de questões sociocientíficas: Pedretti & Nazir (2011); Conrado & Nunes-Neto (2018)
Desvendando a fotossíntese: uma sequência de atividades baseadas em argumentação	Científica	Argumentação e Ensino de Ciências por Investigação: Jiménez-Aleixandre (2010); Mendonça & Ibraim (2019); Motokane (2015)
O que faz um cientista? Uma proposta de Ensino de Ciências por Investigação e Literatura para os anos iniciais do Ensino Fundamental	Cotidiana, científica e sociocientífica	Ensino de Ciências por Investigação e Natureza da Ciência: Cardoso & Scarpa (2018); Gil-Pérez et al. (2001); Munford & Lima (2007); Scarpa e Campos (2018)
Hábitos cotidianos e suas implicações sociais: o consumo de carne como uma questão sociocientífica-ambiental em sala de aula	Cotidiana e Sociocientífica	Enfoque CTSA a partir de questões sociocientíficas: Pedretti & Nazir (2011); Conrado & Nunes-Neto (2018)



Trilhando caminhos para o ensino de Física a partir de questões sociocientíficas	Sociocientífica	Modelo proposto por Martins et al. (2020): interdisciplinaridade; controvérsias, natureza da ciência, história da ciência e <i>fake news</i>
Consciência planetária como uma possibilidade de aproximação da educação em ciências à educação em direitos humanos	Sociocientífica	Enfoque CTS: Auler (2007); Bazzo et al. (2003); Palacios et al. (2005)
O anime Dr. Stone e as TIC's como aliados no ensino de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental	Cotidiana e Científica	Uso de TIC's no ensino de ciências: Chassot (2003); Coll & Moreno (2010); McCrindle (2014)
Seres vivos e processos adaptativos: uma proposta didática a partir do uso de TIC's no ensino de Biologia	Científica	Uso de TIC's no ensino de ciências: Borba et al. (2014); Carvalho (2013); Giordan (2008)
Resolução de Problemas a Partir da Metodologia da Problematização	Sociocientífica	Metodologia da Problematização: Berbel & Gamboa (2011); Berbel (2012)
Projeto Usinas: uma sequência didática para discutir questões sociocientíficas, pós-verdades e <i>fake news</i> no Ensino de Física.	Sociocientífica	Argumentação sociocientífica a partir do enfoque CTS: Bazzo et al. (2003); Sadler (2004); Santos & Mortimer (2009); Reis (2013)

Os capítulos 4, 5, 6 e 7 propõem sequências de atividades que podem ser entendidas de modo articulado. Elas se complementam pois geram oportunidades para que os estudantes se aproximem de conhecimentos sobre ciência a partir de diferentes aspectos. Desse modo, apesar de cada uma delas ser independente, elas compõem, em conjunto, um quadro complexo sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula, explorando diferentes dimensões de contextualização.

O capítulo 4, *“A introdução de aspectos de Natureza da Ciência em contextos de ensino a partir de um filme”*, explora visões de ciência dos próprios estudantes, contextualizando discussões a partir do filme *O Menino que Descobriu o Vento*. O filme levanta elementos oportunos para análise de características do conhecimento científico e sua construção, como a influência do contexto político na ciência e as diferentes habilidades demandadas no trabalho da/os cientistas.

No capítulo 5, *“Educação em Ciências a partir da elaboração de modelos pelos estudantes”*, a sequência enfatiza o contexto cotidiano para propor o engajamento dos estudantes em práticas científicas como a investigação, experimentação e argumentação. A partir do uso da modelagem como abordagem didática, os estudantes investigam como funciona o controle remoto e podem se conscientizar da existência de alguns aspectos relacionados à Ciência, como a criatividade e interação entre cientistas.

Paralelamente, o capítulo 6, *“Um caso histórico sobre a vida de Marie Curie”*, utiliza um caso histórico como estratégia para contextualização. A abordagem visa promover uma reflexão sobre alguns aspectos relacionados à Ciência a partir de parte da história de Marie Curie, que se deu em um contexto científico. A sequência propõe uma análise de elementos históricos e antropológicos (influência cultural), assim, esta sequência de atividades é complementar à sequência apresentada nos capítulos 4 e 5, pois sua proposta contempla aspectos da ciência até então não explorados.

De modo complementar, o capítulo 7, “*A análise de um caso contemporâneo em aulas de Ciências*”, propõe mobilização e desenvolvimento do pensamento crítico *sobre e com* alguns aspectos relacionados à ciência a partir da análise da tragédia-crime ambiental de Brumadinho. O caso contemporâneo leva à reflexão de aspectos econômicos e filosóficos (epistemologia – valores: moral e ética) relacionados à ciência. Esta sequência de atividades é complementar às sequências apresentadas nos capítulos 4, 5 e 6, pois sua proposta contempla aspectos da ciência não explorados nestes capítulos.

O capítulo 8, “*Enfrentando uma pandemia em um mar de fake news: uma sequência de atividades sobre a Covid-19*”, visa explorar conhecimentos acerca da pandemia de modo articulado à análise sobre os modos de construção da ciência. Uma das dimensões contextuais valorizadas nesta sequência é a cotidiana, a partir das experiências com notícias falsas vivenciadas pelos estudantes ao longo da pandemia e o papel de divulgadores científicos nesse contexto. Além disso, a argumentação sociocientífica é estimulada com o objetivo de compreender a ciência como construção humana, mutável e em constante processo de negociação.

Em direção semelhante, o capítulo 9, “*Entre consensos e controvérsias: explorando fake news e o aquecimento global*”, propõe o trabalho com conhecimentos conceituais e epistêmicos envolvendo o aquecimento global de modo articulado a questões sociais, políticas, econômicas e éticas envolvidas. Os estudantes devem analisar dados reais obtidos por cientistas e, assim, se posicionar diante de suas conclusões e das controvérsias envolvidas na temática. Paralelamente, os autores propõem atividades em que os alunos deverão analisar *fake news* sobre o aquecimento global, discutir os argumentos em que elas se apoiam e relacioná-los aos argumentos científicos. A intenção é que os estudantes possam interpretar criticamente as informações que leem e recebem em seu cotidiano, além de compreender o impacto da divulgação de notícias falsas.

O capítulo 10, “*Construindo práticas científicas no processo de ensino e*

*aprendizagem do ciclo celular*”, visa compreensão e uso de conhecimentos sobre DNA e ciclo celular a partir da vivência em práticas científicas. A proposta didática visa fomentar discussões a partir de questões do tipo “*Saber o que? Saber como? Saber por que?*” relacionados ao tema, por meio de práticas como a modelagem, a elaboração de explicações científicas, a análise de dados e construção de evidências.

No capítulo 11, “*(Re)pensando o conceito de vida humana por meio de uma questão sociocientífica sobre a eutanásia e o suicídio assistido*”, a sequência de atividades se fundamenta no movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), por meio da abordagem de conceitos científicos do campo da Biologia e explicitação dos aspectos éticos e morais relacionados à temática abordada – conceito de vida e eutanásia/suicídio assistido. O conceito científico envolvido, apesar de ser central para a área de Biologia, é pouco explorado nos contextos educacionais. Nesta proposta, aprender sobre vida envolve a análise de princípios da bioética, bem como da moralidade que permeia os procedimentos de abreviação da vida.

No capítulo 12, “*Desvendando a fotossíntese: uma sequência de atividades baseadas em argumentação*”, encontramos alternativas para articulação entre os domínios conceitual, epistêmico e social da ciência em sala de aula. O processo de fotossíntese normalmente se materializa em sala de aula por meio da ênfase em nomenclaturas e de modo desvinculado das formas de construção desse tipo de conhecimento. Neste capítulo, este conteúdo é proposto de modo contextualizado a partir de práticas científicas, com ênfase na argumentação. Os autores propõem desenvolver capacidades argumentativas dos estudantes, a partir de vivências em atividades investigativas e visando o trabalho com evidências, além de explorar a história da ciência como recurso para a contextualização.

No capítulo 13, “*O que faz um cientista? Uma proposta de Ensino de Ciências por Investigação e Literatura para os anos iniciais do Ensino Fundamental*”, as autoras usam um objeto literário infantil para explorar aspectos do trabalho científico e problemas

ambientais. A sequência de atividades articula, portanto, elementos do contexto cotidiano da criança aos contextos científico e sociocientífico. A proposta oferece alternativas às atividades de leitura e a interação das crianças com obras diversas, promovendo diálogos entre ciência, cultura, literatura, arte, tecnologia e informação.

O capítulo 14, *“Hábitos cotidianos e suas implicações sociais: o consumo de carne como uma questão sociocientífica-ambiental em sala de aula”*, explora a alimentação cotidiana dos estudantes como contexto para explorar temáticas ambientais. A sequência de atividades envolve conhecimentos em nutrição para compreensão e análise de temas discutidos em ecologia, como sustentabilidade, desmatamento e aquecimento global. As atividades visam aprimorar a capacidade argumentativa dos estudantes e desenvolver o senso crítico na leitura e interpretação de informações e dados sobre o tema.

O capítulo 15, *“Trilhando caminhos para o ensino de Física a partir de questões sociocientíficas”*, propõe uma discussão sobre a Covid-19, sob a ótica de uma questão sociocientífica. A proposta situa a questão em um cenário complexo que envolve identificar conhecimentos disciplinares e interdisciplinares, considerando aspectos da natureza da ciência. A partir do modelo proposto por Martins et al. (2020), o capítulo apresenta o processo de elaboração de uma sequência didática organizada a partir de cinco âmbitos: interdisciplinaridade, controvérsias, natureza da ciência, história da ciência e *fake news*. Cada um deles é mobilizado de forma a balizar a análise em sala de aula, gerando oportunidades para que professores das diferentes áreas explorem a pandemia como uma questão sociocientífica em sala de aula.

O capítulo 16, *“Consciência planetária como uma possibilidade de aproximação da educação em ciências à educação em direitos humanos”*, visa propor reflexões para que os estudantes possam combater o descaso social com relação a raça, saúde, gênero, condições de moradia e problemas ambientais. Buscando uma aproximação entre o ensino de Astronomia e Direitos Humanos, são propostas ações didáticas sobre a

percepção do sujeito como parte de um sistema para além do nosso planeta, respeitando aspectos culturais, sociais e políticos na construção de uma sociedade mais justa.

O capítulo 17, *“O anime Dr. Stone e as TIC’s como aliados no ensino de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental”*, propõe uma sequência de atividades sobre a constituição da matéria. Situações próximas ao cotidiano de estudantes, como a seleção e produção de materiais para atividades humanas são usadas para contextualizar a temática de propriedades dos materiais e reações químicas. Além disso, a proposta envolve o uso de um gênero textual bastante conhecido e apreciado por adolescentes, o Anime. Tendo em vista as demandas de ensino remoto, geradas pela pandemia de Covid-19, a sequência propõe o uso de diferentes Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC’s) ao longo das atividades.

No capítulo 18, *“Seres vivos e processos adaptativos: uma proposta didática a partir do uso de TIC’s no ensino de Biologia”*, a sequência propõe um trabalho sobre evolução por meio de TIC’s, explorando elementos do ensino de ciências por investigação. Ao longo das atividades, os estudantes terão oportunidades de estabelecer contrastes entre dados gerados em ferramentas digitais sobre os processos evolutivos observados, mobilizar conceitos de evolução para interpretar resultados dessas ferramentas. Além disso, há propostas para que os estudantes construam inscrições literárias científicas para representar processos evolutivos e analisar a teoria da evolução a partir de exemplos do cotidiano.

O capítulo 19, *“Resolução de Problemas a Partir da Metodologia da Problematização”*, apresenta uma proposta para estudantes do Ensino Médio, envolvendo práticas investigativas e argumentativas. Esta sequência compreende duas etapas: a identificação de problemas considerados relevantes para os próprios estudantes, seguida dos processos envolvidos na resolução de problemas. A resolução de problemas está orientada pela metodologia proposta no Arco de

Maguerez e suas adaptações, envolvendo um trabalho de análise, síntese, compartilhamento de ideias em grupo e proposição de soluções.

Por fim, o capítulo 20 apresenta a proposta: “*Projeto Usinas: uma sequência didática para discutir questões sociocientíficas, pós-verdades e fake news no Ensino de Física*”. Esta sequência de atividades envolve a construção de um protótipo de uma usina energética após um amplo processo de discussão e análise do uso de diferentes fontes de energia pela sociedade. Essas análises visam contemplar diferentes perspectivas sobre o tema para que os estudantes possam avaliar a qualidade de fontes de informação e se posicionar diante das controvérsias sociocientíficas envolvidas.

## Referências Bibliográficas

- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Minnesota: SHiPS Educational Press.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, Campinas -SP, v. 1, n. Especial, p. 01-20.
- Bazzo, W. A., Linsingem, I., & Pereira, L. T. do V. (2003). *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Cadernos de Ibero América. OEI-Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid.
- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: Defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*.
- Berbel, N. A. N. (2012). A metodologia da problematização em três versões no contexto da didática e da formação de professores. *Revista Diálogo Educacional*, 12(35), 103-120. <http://dx.doi.org/10.7213/dialogo.educ.5904>

- Berbel, N. A. N., & Gamboa, S. A. S. (2011). A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma perspectiva teórica e epistemológica. *Revista Filosofia e Educação*, 3(2), 264-287. <https://doi.org/10.20396/rfe.v3i2.8635462>
- Borba, M. C., da Silva, R. S. R., & Gadandis, G. (2014). Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Ed. Autêntica.
- Carvalho, A. M. P. (2013). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782003000100009>.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.
- Coll, C., & Moreno, C. (2010). Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. 1. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Eemeren, F. H., Grootendorst, R., & Henkemans, F. S. *Argumentation: Analysis, Evaluation, Presentation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates (2002).
- Franco, L. G., & Munford, D. (2018). A análise de interações discursivas em aulas de ciências: ampliando perspectivas metodológicas na pesquisa em Argumentação. *Educação em Revista*, 34, e182956. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698182956>
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer.
- Giordan, M. (2008). Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí, Unijuí.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, Implications for the Education of Modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Kelly, G. J., & Licona, P. R. (2018). Epistemic practices and science education. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy and science teaching*: New



- perspectives (pp. 139-165). In *History, Philosophy and Science Teaching*. Cham, Switzerland: Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-62616-1>
- Martins, I., Rocha, M. B., Mejia-Caceres, M. A., Costa, P. M. M., & Machado, S. L. (2020). A pandemia da COVID-19 como questão sociocientífica: aportes do Instituto NUTES para professores e estudantes da educação básica. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v.16, n.44, p. 31-42.
- Mccrindle, M. (2014). *The ABC of X, Y, Z: Understanding the global generations*. 3<sup>rd</sup> ed. Austrália: Unsw Press. 290 p.
- Mendonça, P. C. C. & Ibraim, S. S. (2019). Argumentação no ensino de química. In: Maldaner, O. A et al. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. 2(1). Ijuí: Unijuí, 217-235.
- Mortimer, E. F. (1998). Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: Chassot, A. (Org). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Editora Unisinos. p. 99-118.
- Motokane, M. T. (2005). Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 115-138.
- Munford, D, & Teles, A. P. S. (2015). Argumentação e a construção de oportunidades de aprendizagem em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, n. especial, p. 161-185. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s09>
- Nascimento, L. A., & Sasseron, L. H. (2019). A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.* (21), e10548. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210104>.
- Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., & Bazzo, W. (2005). *Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedade)*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Porto, P. A. (2011). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In W. L. P. Santos & O. A. Maldaner (Eds.), *Ensino de Química em Foco* (pp. 159-180). Ijuí: Unijuí.

- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536.
- Sadler, T. D. (2009). *Socioscientific issues in science education: Labels, reasoning and transfer*. 4, 697–703. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9133-x>
- Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Uma análise dos referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 243-262.
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Santos, W. L. P., Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2001). A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), 140-152.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2009). Approach to socio-scientific aspects in science classes: possibilities and limitations. *Science Teaching Investigations*, 14(2), 191-218.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, v II: Routledge. p.593-613.
- Pedretti, E. & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1).

# Parte I: Processos de contextualização do ensino de Ciências

---



LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

# 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

---



## *Daniel percorre a quinta-feira*

*Bem cedo, acorda e encontra a mãe preparando o café. O irmão de Daniel ainda dorme.*

*A mãe lembra que é quinta-feira, ele precisa ir para a casa da avó depois da escola. Às quintas, a mãe fica fora o dia todo. Sai de um trabalho para o outro.*

*Ele ouve e vai saindo enquanto come. Daniel parece avoado, só parece.*

*Pega o ônibus, lotado. Aglomeração que ele não via há tempos.*

*Ele consegue um cantinho e entrega a mochila para a garota tatuada e de foninho. Ela sorri quando ele entra e ele percebe. Nunca se falaram.*

*Na escola, faz o que lhe é pedido, quase tudo em dupla. Com Bruno, faz os exercícios e fala sobre quase tudo. A garota tatuada, o almoço na avó, o irmão que perdeu o ônibus, o futsal e o jogo que o amigo precisa lhe devolver.*

*Ele está ali, mas está em outros tempos e lugares.*

*Pelo WhatsApp®, o grupo do futsal lembra que a quadra hoje à noite vai custar 4 reais, porque eles não conseguiram marcar na quadra do bairro.*

*Pelo face, ele vê uma lembrança de dois anos atrás. Um encontro da igreja que participou com alguns amigos. Ele ainda não voltou ao grupo depois da pandemia, mas pensa em voltar. Quem sabe nesse sábado.*

*Pelos stories do insta, ele confirma o que Bruno comentou mais cedo: o polonês deve ser o melhor do mundo, mais uma vez.*

*Tudo na aula de Ciências. O professor começa a falar sobre vírus. Daniel não quer ouvir sobre isso.*

*- Mas fessor, HIV tem a ver com isso? Mutação (...) por isso que não tem cura?*

*- É verdade que não pega pelo beijo de língua?*

*Essas eram perguntas de Karla, a primeira da fila.*

*- Ê Karla, tá interessada hein?*

*Essa era a pergunta de Bruno, amigo de Daniel, que arrancou risos dos colegas.*

*Daniel vira o rosto para a frente, olha e ouve.*

*Depois da escola, Daniel continua a percorrer a quinta-feira: ônibus e casa da avó. Enquanto a avó fala, ele digita no celular:*

*hiv beijo de língua pega?*

*Da casa da avó, para a casa do amigo. Pega seu jogo de volta.*

*Em casa, fica sozinho o resto da tarde, faz uma tarefa e vai jogar no PC.*

*Daniel tem o grupo que sempre joga junto. Alguns são íntimos. Nenhum deles se viu pessoalmente.*

*À noite, vai pro futsal. Encontra Bruno e outros amigos. Corre, sua e volta pra casa, exausto.*

*Amanhã ele percorre a sexta. Sem futsal.*

*Ahhh...*

*Tem Ciências.*

Tudo na aula de ciências! Daniel está na sala, mas também percorre vários outros espaços-tempos. Ele está no futsal, na avó, no jogo, na rede social, na igreja, na casa, no google. Ele percorreu uma quinta-feira de sua história. A quinta-feira é distância, nos remete a um tempo e a um espaço, tudo junto (Bakhtin, 1981). Daniel vai percorrendo esses espaços-tempos, circula universos distintos e vai se constituindo de cada um deles. Sua vida se constitui desses repertórios: família, rua, escola, religião, esporte, ciência, redes, transporte, amizades, romances, preconceitos, hobbies.

Ao percorrer uma quinta, muitos espaços-tempos constituíram a vida de Daniel, inclusive algo falado na escola. Ele não queria falar sobre vírus, mas a pergunta de Karla aguçou seus ouvidos. Mais tarde, seus dedos foram atrás de uma melhor compreensão daquela interação entre a colega e o professor. Na sexta-feira, um novo tempo a percorrer, inclusive a escola e as aulas de ciências.

Começar este livro com um conto é uma forma de falar daquilo que nos é mais próximo enquanto professores: nossas interações com aqueles que entram todos os dias em sala. Quem são aquelas pessoas? O que aconteceu com elas antes de chegarem ali? O que ocorrerá depois que saírem? Perguntas difíceis, quase impossíveis de responder, nos levam a uma reflexão que dá forma e sentido às sequências que apresentamos neste livro: o contexto importa.

Não é de hoje que se fala em contextualização como um possível eixo integrador da educação científica, ou mesmo, dos processos mais amplos de aprendizagem escolar. Ainda hoje, é uma tarefa complexa, que demanda um contínuo esforço de se (re)fazer aquelas perguntas difíceis. Para começarmos, gostaria de partir de uma reflexão sobre possíveis relações entre aprendizagem e contextualização, recorrendo a algumas questões colocadas por Scarpa, Sasseron e Silva (2017):

Os estudantes trazem suas próprias concepções e explicações sobre os fenômenos naturais, baseadas na sua experiência de vida, nas informações bombardeadas todos os dias pela mídia, pelos produtos à venda, etc. O que fazer nesse cenário? Quais os objetivos do ensino de ciências nesse contexto? O professor deve ignorar esses conhecimentos? (p. 9)

As questões colocadas pelas autoras nos levam a pensar sobre o papel de um ensino contextualizado. Enquanto Daniel percorria a quinta-feira, pudemos ir notando um amplo espectro de possibilidades para identificarmos diversos repertórios, desde as vivências com sua família, amigos, mídias sociais; contingências permanentemente interpeladas por aspectos estruturais da sociedade em que ele vive como a globalização, questões religiosas, de socialização e de gênero (Bloome et al., 2008). Tais elementos são constitutivos do que acontece no dia a dia da sala de aula, justamente porque são constitutivos da nossa vida social no mundo hoje. Aprender ciências na escola hoje não é o mesmo que aprender ciências há 5 ou 50 anos. Novos espaços-tempos demandam novas compreensões sobre como as pessoas aprendem (e sobre como ensinar).

Conforme reiterado por Scarpa, Sasseron e Silva (2017), nossas formas de entender a aprendizagem de ciências têm muito a ver sobre como consideramos os diversos contextos da vida dos estudantes. Se pudéssemos reunir essas concepções em grandes modelos de aprendizagem de ciências, possivelmente perceberíamos uma mudança relevante nas últimas décadas. De um modelo que concebia a aprendizagem com enfoque mais individual, pautado na substituição mental de conhecimentos cotidianos por conceitos científicos (e.g. Posner et al., 1982), pesquisadores passaram a entender a aprendizagem como um processo social no qual os estudantes constroem formas heterogêneas de pensar e falar sobre os fenômenos naturais (e.g. Driver et al., 1999). Este tipo de concepção do que significa aprender ciências foi sendo consolidado de modo articulado ao reconhecimento do papel que o contexto multicultural no qual os estudantes estão inseridos exerce sobre a ciência escolar (Lemke, 2001; Mortimer et al., 2014).



Essas indicações parecem especialmente relevantes para pensarmos porque um ensino contextualizado de ciências seria um caminho para a formação dos estudantes. A vida das pessoas é perpassada por uma miríade de contextos que se articulam. Daniel, Bruno e Karla estavam construindo significados diante daquilo que estavam vivendo e diferentes dimensões espaço-temporais se interpelavam no cotidiano dentro e fora da escola, como que em uma amálgama que constitui sua vida social (Blommaert, 2015; Franco & Munford, 2020a).

Este preâmbulo nos leva a pensar que novos conhecimentos sobre como os estudantes aprendem na atualidade podem emergir se passarmos considerar essa diversidade de contextos que nos constrói. Especial contribuição pode emergir se passarmos a pensar em desafios das juventudes na sociedade atual, marcada pela mobilidade, influência de diferentes mídias, veiculação de um alto volume de informações, circulação de *fake news* e discursos negacionistas do discurso científico. Esses aspectos se tornaram relevantes na vida social nos últimos anos, interpelam espaços-tempos dos estudantes e geram impactos sobre a aprendizagem de ciências.

As propostas apresentadas neste livro partem da concepção de que, se compreendermos melhor como diferentes contextos se articulam à aprendizagem dos estudantes, teremos elementos mais consistentes para concebermos de um ensino capaz de considerar tais contextos, pensar em demandas/desafios/vivências dos estudantes e suas formas de estar no mundo.

Temos vivenciado uma série de desafios para engajar os estudantes em ciências. Parte desses desafios tem muito a ver com a frágil articulação que os estudantes percebem entre os conteúdos canônicos que aprendem em sala de aula e questões relacionadas à sua vida pessoal, familiar, comunitária ou global.

Gilbert (2006) nos ajuda a pensar sobre tais desafios discutindo alguns problemas educacionais que têm perdurado ao longo de décadas. O acúmulo de

conteúdos conceituais, as ênfases inadequadas dos currículos, a fragmentação do conhecimento, as dificuldades no uso dos conhecimentos em contextos diferentes e a relevância do que é ensinado são alguns desses problemas.

A organização curricular ocupa um lugar central nesse compilado de desafios. Um currículo inflado de conceitos da Física, Química e Biologia preenche espaços-tempos que poderiam ser utilizados pelos professores para discussões mais amplas, visando o desenvolvimento de práticas como a investigação, a modelagem e a argumentação (Manz et al., 2020) e o desenvolvimento de visões mais complexas sobre ciência (Bencze, 2020; Santos et al., 2020). Nesse caso, há algo mais profundo que merece ser debatido. Mais do que tentar resolver o problema com uma mera reorganização de conteúdos, Gilbert está nos convidando a repensar concepções de currículo.

Entender currículo como uma “lista de conteúdos” ainda é uma concepção bastante comum (Carvalho et al., 2020). Essa lista resumiria o saber culto que formaliza as disciplinas escolares (Sacristan, 2000) organizadas de modo sequencial e prescritivo (Goodson, 2013). Outras concepções de currículo têm sido discutidas no campo educacional e podem nos ajudar. Neste livro, nos alinhamos àquelas que vão além dos conteúdos conceituais consagrados nas disciplinas de Física, Química e Biologia. Além do conhecimento conceitual, entendemos que a incorporação de outros aspectos é igualmente relevante:

- A promoção de uma perspectiva ética e de posicionamento crítico diante da realidade (Conrado & Nunes-Neto, 2018; Sadler, 2009);
- O desenvolvimento de habilidades emocionais, relações interpessoais, as interações com o meio (Zabala, 1998);
- A construção de modos de fazer e falar ciências na escola (Carvalho, 2018; Driver et al., 1999; Franco & Munford, 2020b);

- A compreensão de aspectos da Natureza da Ciência, visando aprender sobre a ciência em sua complexidade (Allchin, 2013; Santos et al., 2020).

A princípio, pode parecer que trabalhar esses diferentes aspectos significa inflar ainda mais os currículos de ciências. Pelo contrário! Trata-se de colocar em pauta quais são as demandas formativas dos estudantes atualmente. Qual é a ênfase de nossos currículos? É necessário manter toda a carga conceitual prevista nos currículos tradicionais? O que, de fato, seria relevante ensinar de ciências e sobre ciências? Tais questões persistem e são urgentes (Carvalho et al., 2020; Sasseron, 2019). Não seria mais proveitoso e inteligente selecionar conceitos-chave, desinchando as intermináveis listas de conteúdos? Poderíamos vislumbrar, quem sabe, ter mais autonomia para incluir outros aspectos de interesse do ensino de ciências. Todas essas questões não são novas, mas ainda são atuais.

Outra questão, ainda pensando nessas demandas curriculares, é a organização fragmentada dos currículos. Gilbert (2006) nos lembra que os conteúdos são organizados e ensinados como fatos isolados sem uma articulação entre eles. Esse problema também é mais profundo que uma mera adequação das listas de conteúdos e que vai além do contexto escolar. Tem a ver com a própria organização do conhecimento científico nos últimos séculos.

A proposta de resolver questões do mundo natural partindo de sua decomposição em partes menores nos remete à influência cartesiana sobre o que chamamos de ciência moderna. Conhecer as partes, em detalhes, seria o melhor caminho para obter as melhores explicações sobre o todo. Essa concepção marcou profundamente a especialização do conhecimento científico, processos industriais, a divisão do trabalho, o ensino universitário e, como sabemos, a educação escolar. Do ponto de vista curricular, assimilamos a expansão do conhecimento, tanto a partir de sua lógica horizontal, isto é, acomodando o contínuo surgimento de novas áreas; quanto a partir de sua lógica vertical, isto é, a especialização crescente dentro de cada

área (Braga et al., 2007). Esse processo nos ajuda a compreender a expressiva fragmentação em nossos currículos. Conhecimentos, aprofundados por meio da ênfase na memorização de muitos nomes e fórmulas, não mantêm as interconexões necessárias à construção de sentidos pelos estudantes (Gilbert, 2006).

Gilbert (2006) discute outros dois problemas que são bastante úteis à nossa reflexão. Primeiro, as dificuldades dos estudantes em usar os conhecimentos científicos em diferentes situações e, associado a este, a falta de relevância dos conteúdos selecionados para o ensino.

Em geral, as disciplinas científicas formam estudantes capazes de resolver problemas “espelhados”. Isto é, o professor ensina como resolver alguns problemas e os estudantes são submetidos a exames que indicariam se eles são capazes de reproduzir a resolução. Tais exames são espelhados porque são reflexos diretos do que foi ensinado. Não existe uma preocupação em ampliar esta resolução de problemas para diferentes contextos, ou buscar interconexões com outros espaços-tempo. A consequência é a grande dificuldade dos estudantes em resolver problemas que usam os mesmos conceitos, mas que são apresentados de formas diferentes ou em situações fora da escola. Assim, o objetivo educacional de mobilizar saberes científico-escolares em situações cotidianas torna-se fragilizado (Gilbert, 2006).

Esse problema está muito relacionado à falta de relevância dos conteúdos selecionados. Em aulas de Química, Física e Biologia professores são constantemente confrontados pela pergunta: “por que precisamos aprender isso?” A maioria dos estudantes, ao sair da escola, não continua a estudar tais disciplinas e, quando eles continuam estudando, o fazem apenas para conseguir ingressar no Ensino Superior. Desse modo, as Ciências da Natureza acabam se tornando um conhecimento instrumental. Ao invés de ser encarado como um conhecimento que vale a pena, as Ciências da Natureza se tornam uma obrigação. Essa questão nos leva a uma

discussão que vem sendo debatida há décadas e entendo que deve ser continuamente retomada por nós: por que, afinal, ensinamos ciências na escola? (Sasseron, 2019).

Diferentes respostas vêm sendo construídas, passando por argumentos relacionados à utilidade cotidiana da ciência, seu valor cultural ou suas implicações socioeconômicas no desenvolvimento científico e tecnológico (Millar, 1996). A questão, porém, é que esses e outros argumentos importantes se refletem de modo muito limitado no cotidiano da escola.

Em parte, isso pode estar relacionado à visão predominante de que a sala de aula é o espaço-tempo no qual se ensina/aprende conteúdos disciplinares para o futuro (Bloome et al., 1989). Isso significa vivenciar a escola em uma perspectiva do “vir a ser”, ao invés de vivenciar o presente e as questões contemporâneas trazidas pelos estudantes. Na Educação Infantil, por exemplo, temos observado uma crescente “curricularização” para que as crianças já cheguem lendo e escrevendo no Ensino Fundamental. O “brincar”, aspecto central para o desenvolvimento da criança pequena, vai perdendo espaço nesse contexto. Nos anos finais do Ensino Fundamental, por sua vez, há uma preparação para o que ocorrerá no Ensino Médio e este se preocupa com a formação para os exames de acesso às universidades, como o ENEM.

Assim, os processos formativos são orientados majoritariamente por algo que só vai acontecer depois na vida do estudante. Uma consequência dessa concepção de currículo (e desse *modus operandi*) é relegar aos estudantes um espaço-tempo permanentemente propedêutico. Além disso, mesmo reconhecendo a relevância de determinados conteúdos orientados pela perspectiva do “vir a ser”, essa concepção alimenta uma ideia instrumentalista das Ciências da Natureza na escola. Aquela mesma ideia que leva o estudante a ir percebendo a ciência apenas como uma obrigação a ser ultrapassada. Novamente, os significados dos conteúdos de ciências se tornam mais limitados e pouco refletidos pelos estudantes.

Estes desafios desenham um quadro bastante complexo. Não nos parece fácil contextualizar. No entanto, como vimos no conto de Daniel e veremos nas próximas discussões, os contextos estão em sala de aula e interpelam continuamente nossas interações com ciências. Precisamos começar a usá-los a nosso favor!

## Referências Bibliográficas

- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Minnesota: SHiPS Educational Press.
- Bakhtin M. (1981). *The Dialogic Imagination*, ed. M Holquist. Austin: Univ. Tex. Press.
- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: Defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*.
- Blommaert, J. (2015). Chronotopes, Scales, and Complexity in the Study of Language in Society. *Annu. Rev. Anthropol*, 44(1),105-116. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102214-014035>
- Bloome, D., Puro, P., & Theodorou, E. (1989). Procedural Display and Classroom Lessons. *Curriculum Inquiry*, 19(3), 265–291. <https://doi.org/10.2307/1179417>
- Bloome, D., Carter, S. P., Christian, B. M., Madrid, S., Otto, S., Shuart-Faris, N., Smith, M. (2008). *Discourse Analysis in Classrooms: Approaches to Language and Literacy Research*. Nova York: Teachers College Press.
- Braga, M., Guerra, A., & Reis, J. C. (2007). *Uma breve História da Ciência Moderna: Das máquinas do mundo ao Universo-máquina*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Carvalho, A. M. P. de. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Carvalho, Í. N., El-Hani, C. N., & Nunes-Neto, N. (2020). How Should We Select Conceptual Content for Biology High School Curricula? *Science & Education*, 29(3), 513–547. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00115-9>
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos,

propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. F., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31–40.

Franco, L. G., & Munford, D. (2020a). Aprendizagem de ciências: uma análise de interações discursivas e diferentes dimensões espaço-temporais no cotidiano da sala de aula. *Revista Brasileira de Educação*, 25. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782020250015>

Franco, L. G., & Munford, D. (2020). O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20(u), 687–719. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>

Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>

Goodson, I. F. (2013). *Currículo: Teoria E Historia* (14ª edição). Editora Vozes.

Hodson, D. (2018). Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). *Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Edufba. 574 p.

Lemke, J. L. (2001). Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. *Journal of Research on Science Teaching*, 38(3), 296-316. doi: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.0.CO;2-R](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1098-2736(200103)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.0.CO;2-R)

Manz, E., Lehrer, R., & Schauble, L. (2020). Rethinking the classroom science investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1148–1174. <https://doi.org/10.1002/tea.21625>

Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77(280), 7–18.

Mortimer, E. F., Scott, P., Amaral, E. M. R., & El-Hani, C. N. (2014). Conceptual

- profiles: theoretical methodological bases of a research program. In E. F. Mortimer & C. N. El-Hani (ed.), *Conceptual profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp. 3–33). Dordrecht: Springer.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gerzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, p. 211–227. doi [10.1002/sce.3730660207](https://doi.org/10.1002/sce.3730660207)
- Sacristan, José Gimeno. (2000). *O currículo: Uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre: Artmed.
- Sadler, T. D. (2009). *Socioscientific issues in science education: Labels, reasoning and transfer*. 4, 697–703. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9133-x>
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 581–616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Sasseron, L. H. (2019). Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(3), 563–567. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030001>
- Scarpa, D. L., Sasseron, L. H., & Silva, M. B. (2017). O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais*, 23(1), 7-27.
- Stroupe, D., Moon, J., & Michaels, S. (2019). Introduction to special issue: Epistemic tools in science education. *Science Education*, 103(4), 948–951. <https://doi.org/10.1002/sce.21512>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.



LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

## 2. PROPOSTAS PARA CONTEXTUALIZAR A CIÊNCIA NA ESCOLA

---



Quando falamos sobre contextualização, muitas ideias podem vir à mente. Vale a pena retomarmos algumas dessas noções pensando em princípios que direcionem o nosso olhar e nos auxiliem a analisar possíveis formas de trabalhar uma ciência contextualizada em sala de aula de acordo com demandas atuais.

Um dos significados recorrentes de contextualização é a aplicação dos conhecimentos científicos à vida cotidiana. Essa concepção parte de uma premissa de que conhecimentos cotidianos auxiliam na construção de significados e que a aprendizagem seria garantida pela utilidade prática do conhecimento científico (Paderna et al., 2019). Apesar de ser uma noção relevante e de grande circulação entre professores e pesquisadores, aquilo que normalmente chamamos de “cotidiano” é apenas um dos espaços-tempos relacionados à ciência (Oliveira et al., 2020).

Cabe aqui retomarmos a discussão iniciada no capítulo anterior. Os membros de uma sala de aula estão imersos em realidades cotidianas diversas. Para situar esta realidade em nossa sociedade, bastaria lembrarmos o grande volume de informações advindas da internet ou das relações virtuais estabelecidas pelos estudantes via redes sociais. Tudo isso torna aquilo que chamamos de “cotidiano” em algo mais complexo do que poderia parecer, a princípio. Poderíamos, por exemplo, nos questionar: a contextualização que utilizei com a turma X valeria também para a turma Y? Me atrevo a sugerir que, no mínimo, seria necessário fazer algumas adaptações entre uma turma e outra. Isso nos leva a pensar naquelas propostas de contextualização cotidiana já estabelecidas nos currículos.

Em currículos prescritos, Costa e Lopes (2018) chamam a nossa atenção para um risco que, talvez, ainda não nos demos conta. Diversos documentos curriculares apresentam um conhecimento cotidiano que se apresenta como “contextualizado”, mas que desconsidera os imprevistos e singularidades da sala de aula. Isso acontece porque aqueles contextos “cotidianos” já foram definidos a priori por pessoas que não são os estudantes e que, em muitos casos, atendem a interesses particulares e

acabam restringindo possibilidades de agência em sala de aula. Aqui é importante fazer uma ressalva: contextualizar, no nível dos currículos, é algo que materializa uma conquista importante para o campo educacional. Todavia, deve ser um processo entendido de modo reflexivo e crítico.

Isso nos leva a considerar a necessidade de uma percepção mais complexa dos significados do contexto cotidiano e seus possíveis desdobramentos nas trajetórias de cada estudante em aulas de ciências (Bricker et al., 2014). Autores têm buscado explorar elementos do cotidiano, mas ir além dele na contextualização (e.g. Gebre & Polman, 2020; Santos et al., 2020), conforme discutiremos ao longo deste capítulo.

Discussões sobre visões mais complexas de contextualização indicam não haver um consenso sobre o seu significado (ver Gebre & Polman, 2020). Bennett et al. (2007), por exemplo, indicam que a contextualização do ensino tem relação com questões cotidianas, mas vai além: se trata de explorar questões capazes de despertar o interesse dos estudantes a partir de temas que os afetem. A afetação e o interesse, nessa concepção, constituem aspectos chave para que o cotidiano seja considerado uma forma de contextualização autêntica no ensino de ciências.

Outras pesquisas têm apontado que contextualizar significa considerar um conjunto de variáveis que influenciam ambientes de aprendizagem, por exemplo, características físicas da sala de aula ou o acesso a aparatos tecnológicos (Gebre & Polman, 2020). Soma-se a este tipo de noção, aquelas que buscam considerar dinâmicas sociais, culturais e interacionais que interpelam a sala de aula. Nesse sentido, autores têm apontado que a contextualização deveria ocorrer a partir das realidades sociais resultantes de interações contínuas entre membros da sala de aula (Franco & Munford, 2020a; Oliveira et al., 2020; Paderna et al., 2019; Wiig, Silseth & Erstad, 2018).

Contextualizar a ciência na escola, nesse sentido, pode ser entendido como

um processo recursivo de contínua (re)orientação de propostas didáticas. Esse processo perpassa o trabalho do professor desde o planejamento de atividades, passando pelas interações situadas em cada atividade, e gerando implicações para atividades futuras.

A partir do que discutimos até aqui, está claro que as sequências de atividades que apresentamos neste livro não devem ser entendidas como fórmulas ou tutoriais para a contextualização. Nossa pretensão é que o professor possa analisar as atividades, considerando a realidade de suas turmas, e adaptá-las, visando favorecer o diálogo com seus estudantes e sua participação ativa.

Para favorecer este processo de análise, em cada sequência, indicamos dimensões de contextualização que recebem maior visibilidade nas atividades. Desse modo, o professor terá mais elementos para fazer escolhas e adaptações, dependendo das singularidades de suas turmas, dos seus objetivos instrucionais, ou das fases da sequência para cada atividade. Para caracterizar essas dimensões, partimos de discussões de autores que têm explorado a contextualização como eixo estruturador para o ensino de ciências.

Gebre e Polman (2020), por exemplo, falam em contextualização a partir de dimensões pessoal/social, científica e representacional. Para os autores, essas dimensões da contextualização são entendidas em um contínuo e estão articuladas umas às outras. Todavia, cada uma delas pode conferir determinada ênfase às propostas em sala de aula. Na contextualização pessoal/social, por exemplo, o professor enfatiza aspectos como a vida cotidiana dos estudantes e seus conhecimentos prévios relacionados ao tema de estudo. Na contextualização científica, o professor enfatiza atividades nas quais os estudantes têm oportunidades de se engajar em práticas investigativas, desenvolver normas epistêmicas e favorecer os modos científicos de elaboração de explicações relacionadas ao tema em discussão. Na contextualização representacional, o professor enfatiza aspectos relacionados à

criação e comunicação de ideias. É importante indicar que, para esses autores, não significa que a contextualização se encerra apenas nesses três aspectos. É possível que outras dimensões sejam enfatizadas, dependendo de cada turma e dos objetivos do professor.

Esse tipo de alternativa metodológica para o ensino proporciona um planejamento articulado às vivências dos estudantes, explorando os conceitos científicos não como fatos isolados, mas como ferramentas para análise e ação sobre o mundo natural e social. Desse modo, o professor pode ampliar oportunidades para que os conteúdos sejam discutidos, visando a compreensão de outros contextos e desenvolvendo um senso de pertencimento e maior interesse por aquilo que está sendo ensinado.

As sequências de atividades que apresentamos neste livro foram organizadas a partir de três dimensões de contextualização exploradas com maior ênfase em cada proposta: contexto cotidiano, contexto científico e contexto sociocientífico (ver Santos et al., 2020). Concordamos com os apontamentos de Gebre & Polman (2020), relacionados aos contextos cotidiano e científico. No **contexto cotidiano**, exploramos temas e situações que consideramos próximos do dia a dia dos estudantes, sendo capazes de afetá-los e despertar maior interesse. No **contexto científico**, as atividades buscam contextualizar os modos de fazer e falar ciência na escola a partir do uso de conceitos e do engajamento em práticas da ciência na resolução de problemas.

Quando indicamos que será enfatizado o contexto científico, pressupomos que os elementos do cotidiano estarão presentes entre os estudantes e deverão ser considerados pelo professor para adaptações e reorientações. Da mesma forma, atividades que favorecem o contexto cotidiano poderão gerar o engajamento e uso de conhecimentos científicos envolvidos.

Além dos contextos cotidiano e científico, exploramos elementos de **contexto**

**sociocientífico.** Nesta dimensão de contextualização, as questões envolvem, além da ciência, situações sociais que demandam considerar diferentes realidades, saberes e facetas culturais, econômicas, históricas e políticas (ver Bencze et al., 2020; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Sadler, 2009). Elementos desse tipo de contexto estão muito relacionados à construção do pensamento crítico diante de situações complexas, participação em debates públicos e posicionamento frente a questões morais, éticas e políticas relacionadas às ciências (Hodson, 2018). As sequências que enfatizam esta dimensão de contextualização situam os estudantes em campos de conhecimento nos quais não há consenso e que diferentes fontes de argumentação são mobilizadas.

É importante reconhecer a complexidade em estabelecer fronteiras entre cada uma dessas dimensões de contextualização. Nossa opção por fazê-lo está relacionada a uma estratégia de orientar o olhar do professor sobre as atividades que apresentamos neste livro, tendo em vista seus objetivos e possibilidades de uso. Apesar disso, é preciso pensar sobre essa complexidade e lançar luzes sobre o uso da proposta que estamos fazendo. Para pensarmos nisso, a proposta de contextualização a partir da interação é bastante promissora.

**Contextualizar a partir da interação** (Franco & Munford, 2020a; Oliveira et al., 2020) significa orientar as propostas didáticas pela recursividade envolvida no processo de contextualização. Isto é, atividades não são orientadas apenas por contextos determinados a priori pelo professor ou pelos currículos, mas demandam reflexão e adaptação na medida em que cada turma reage às propostas. Isso significa considerar características particulares do grupo de estudantes e o modo como os estudantes estão se posicionando diante da temática proposta, e então, reorientar as propostas ao longo de cada aula e das atividades.

Situações concretas de sala de aula podem nos ajudar a pensar sobre este processo. Vamos discutir uma breve interação em sala de aula sob a perspectiva do processo de contextualização. Nesta conversa, estudantes do 7º ano do Ensino

Fundamental falavam sobre mofos em uma primeira aula sobre Reino Fungi. O professor havia mostrado a eles, logo no início dessa aula, um potinho cheio de legumes mofados. O potinho passou de mão em mão, o que foi seguido das mais diversas reações de nojo com muitas caretas. Após essas reações, se iniciou um diálogo com todo o grupo:

Linha	Falante	Fala
1	Professor	Por que você acha que começou a aparecer isso? [ <i>se refere ao mofo nos legumes</i> ]
2	Maurício	Você deixou muito tempo fora da geladeira. Ou então deixou muito tempo dentro da geladeira e ele [...]
3	Bárbara	Eu acho que por causa do [...] eu não sei ao certo a palavra, mas às vezes quando você deixa, vamos supor [...] eu acho que é por causa da umidade.
4	Professor	Umidade?
5	Bárbara	É isso. É por causa que, geralmente, quando tem a comida, quando tá dentro de uma vasilha, ela não fica saindo umas gotinhas?
6	Professor	Aham.
7	Bárbara	Eu acho que se ficar sem a tampa, eu acho que pode fazer isso também. E outra coisa, é quando você vai [...] minha mãe não gosta que eu fique escolhendo pão, porque quando tem aqueles pães de fazer misto, você fica escolhendo, passando a sua mão, aí é cheio de bactérias e aí acaba sujando a mão.
8	Professor	Então olha, o Maurício e a Bárbara levantaram duas questões...
9	Maurício	Eu tenho mais uma. É que [...] um dia desses aí, minha mãe me xingou porque eu abri o milho lá de casa.

10	Mara	Milho?
11	Maurício	É. E aí, ela falou que depois que você abre, você tem que colocar numa vasilhinha de plástico, porque senão o milho estraga. Eu não entendi o porquê isso. Ela falou que se você deixar na latinha, depois que você abre o milho, ele estraga.
12	Professor	Então, se passar pra vasilhinha evita de [...]
13	Maurício	É, eu não entendi, não. Mas ela falou isso.
14	Professor	Então, o Maurício levantou a questão do tempo e a Bárbara levantou a questão da umidade. Não é isso? Então por que que [...] o que essas características tem a ver com esse fenômeno? Por que esse fenômeno acontece quando estão presentes essas duas variáveis? O que vocês estão achando?

A princípio, contextualizar significou uma decisão tomada no planejamento das aulas: o conteúdo “Fungos” seria introduzido a partir do contato direto dos estudantes com um fenômeno, o apodrecimento de alimentos. Pelas reações, foi possível notar a curiosidade inicial dos estudantes. Pelas falas que se seguiram, foi possível notar também que o fenômeno era algo conhecido pelo grupo, algo que já tinham presenciado de alguma forma em seu cotidiano. Todavia, a contextualização não se reduziu a isso. Para compreender melhor a contextualização, é necessário considerar os desdobramentos gerados por esta atividade inicial.

Neste primeiro momento, não encontramos uma preocupação do professor em nomear as estruturas do mofo ou fazer classificações taxonômicas. Ele também não explicou aos estudantes quais eram as causas que levaram à formação do mofo. Ao contrário, sua pretensão era questionar os próprios estudantes sobre isso. Na verdade, o professor nem falou em fungos, apenas em mofo. O nome fungo apareceu depois, mencionado pelos próprios estudantes, que já dominavam este conhecimento previamente.



Em aulas posteriores, houve outras atividades, como observação de pães (com e sem mofo); experimento sobre crescimento de leveduras; discussões de evidências a partir de resultados observacionais e experimentais; aulas expositivas e dialogadas sobre estrutura e classificação dos fungos; além de atividades de sistematização do conhecimento construído. Até aqui, poderíamos ressaltar que a forma como este planejamento curricular foi idealizado pode ter favorecido um ensino contextualizado e um engajamento mais efetivo da turma.

Porém, proponho que avancemos nessa análise e pensemos não apenas no que foi planejado. Indo um pouco além da contextualização nesse nível, poderíamos pensar na reação do professor diante das falas dos estudantes. Para Maurício, o fenômeno em pauta tinha a ver com o tempo. Para Bárbara, tinha a ver com umidade. A reação do professor, se observarmos a linha 14, foi trazer esses elementos para orientar a discussão. Qual seria a relação entre as variáveis levantadas pelos estudantes e o fenômeno observado? Contextualizar, neste caso, significou estar atento às contribuições que os estudantes traziam para o plano social da turma, propondo uma análise orientada por essas contribuições. Se observarmos mais atentamente, havia ainda a questão do contato com o ar, levantada por Maurício, e que seria retomada alguns momentos depois. Na sequência, alguns estudantes pediam a palavra:

Linha	Falante	Fala
15	Professor	Um de cada vez. Primeiro a Nara, depois você <i>[fala para Alex]</i>
16	Nara	Eu queria só comentar uma coisa. Que eu fiz uma hidratação no cabelo, que eu aprendi com um ingrediente de farinha.
17	Aluno	Maisena.
18	Nara	É, maisena. E aí, eu passei, só que sobrou, e eu pus num potinho. E a outra vez que fui hidratar meu cabelo de novo, já estava todo mofado. E nem estava na geladeira, estava num ambiente normal.
19	Professor	Fez quanto tempo que você demorou pra olhar ele de novo?
20	Nara	Acho que uma semana.
21	Professor	Uma semana [...] já estava tudo estragado.
22	Alex	Eu acho que a condição dele. Eu acho que briófitas, fungos, bactérias, esses negócios, nessa condição é muito boa pra esse tipo de ser vivo. Aí é por isso que ele consegue reproduzir e dominar o que tá lá.
23	Professor	Você acha que é um pouco parecido com o que a Lina falou hoje sobre as briófitas, então? Se você pensar, por exemplo, numa poça d'água, quando chove, não aparece esse negócio igual apareceu aqui.
24	Maurício	Não.
25	Bárbara	Eu acho que é só em alimento.
26	Professor	Por que você acha que é só em alimento?
27	Bárbara	Eu acho que tem coisas que quando estraga, para surgir fungo, eu acho que eles meio que alimentam desse alimento que se estraga. Aí eu acho que é por isso que eles aparecem.

28	Professor	E por que você tá pensando assim? Você tem alguma evidência?
29	Bárbara	Quando eu deixei uma vez uma [...] como que fala? É [...] esses saquinho de pão de fazer misto né, e o bolo caseiro que tinha feito meio que sobra pão. Aí toda vez minha mãe dá um nó ou algo do tipo, mas é que às vezes eu esqueço ou alguém esquece, aí deixa lá, aí o pão endurece, aí demora, demora, fica lá e ninguém tira. Aí depois quando a gente vai ver tá duro e está começando a dar bolor.
30	Professor	Como é que é esse bolor?
31	Bárbara	É verde, parece uma farinha. Ahhh! Isso acontece também na [...] MEXERICA!
32	Mariana	É [...] Porque, por exemplo, no caso da poça é muito movimentado, passa carro, passa tudo. É [...] os fungos [...] eles gostam mais de coisas úmidas, e que sejam mais [ <i>fica pensando que palavra usar</i> ]
33	Aluna	Calma?
34	Mariana	É, calmas, que sejam XXXX.
35	Professor	Que você não mexe tanto. Então você acha que o fungo prefere lugar úmido e lugar parado.

Na sequência da conversa, Nara mobilizou uma vivência pessoal que introduziu novos elementos para a discussão. Ela havia usado um alimento para hidratar o cabelo. Uma semana depois, viu o mofo na maisena. Observemos que, nesse caso, os elementos tempo e umidade, trazidos pelos colegas, estão presentes. Alex, por sua vez, mobilizou uma vivência com a turma na aula da professora Lina, ocorrida um pouco antes daquela conversa. Naquele momento, eles falavam sobre briófitas e discutiam o papel da umidade no crescimento desses vegetais. Para Alex, o mofo também seria assim.

Ao observarmos a linha 23, percebemos que o professor articulou as duas contribuições, tensionando a ideia de que apenas a umidade seria suficiente para crescimento de mofo [no caso da maisena, havia umidade, alimento para o fungo e o tempo necessário ao seu crescimento]. Maurício e Bárbara respondem ativamente à provocação do professor: apenas a umidade não explica, é necessário ter um alimento. Bárbara mobilizou outra vivência pessoal para fornecer a evidência demandada pelo professor. Nesse caso, seu relato retomou a variável inicialmente levantada por Maurício [contato com o ar], e reiterou a questão do tempo e da necessidade de haver um alimento. Mariana, por sua vez, tensionou o exemplo cotidiano usado pelo professor. O exemplo da poça de água poderia não ser tão bom, porque uma poça poderia ser um espaço movimentado, no qual passam carros. Para a estudante, havia outra variável em jogo: os fungos só cresceriam em ambientes mais calmos, parados.

O processo de contextualização do ensino, nestas interações, significou acompanhar as colocações dos estudantes buscando articulações entre elas e possíveis conexões com o mofo observado nos legumes. Na sequência, Maria Clara colocou outra variável: a temperatura. Ela discordou de Mariana: é possível que, mesmo em um lugar parado e calmo, o fungo não cresça.

Linha	Falante	Fala
36	Maria Clara	Eu acho que não.
37	Professor	O Maurício falou também da questão do tempo.
38	Maria Clara	É [...] vamos supor que fosse o feijão que sobrou lá e a gente não pôs na geladeira, mas pôs no congelador. Ele vai estragar?
39	Professor	Ah! Olha o que a Maria Clara tá falando aqui. Ela fez o feijão e deixou no congelador e não vai estragar. O que vocês sabem sobre isso?
40	Aluno	Eu acho que é um ambiente muito XXXX.
41	Professor	A Maria Clara tá perguntando “vai estragar o feijão na geladeira?”.
42	Benício	Eu não sei quem foi, eu acho que foi a Maria, nossa professora de ciências do 5º ano, ela falou alguma coisa do tipo que [...] a temperatura né, é [...] algumas temperaturas favorecem aos fungos, né, e estraga mais rápido. Mas, tipo, a temperatura [...] eu não sei direito, mas eu acho que a temperatura fria, que ela retarda a [...]
43	Professor	Está certinho, é isso mesmo.
44	Benício	Que ela retarda o processo em que o alimento vai estragar e [...]
45	Professor	Tá, vai demorar mais mesmo, é isso aí.
46	Benício	Que ela faz que demore mais.
47	Perseu	Eu aprendi também, eu gosto de pesquisar essas coisas, que o fungo não sobrevive a temperaturas extremas. Por exemplo, quando você quer beber uma água [...] fazer isso faz muito bem porque sou escoteiro.

48	Professor	Legal.
49	Perseu	Você ferve a água que tá suja, você ferve e mata os fungos, muitas coisas, você esquenta muito quente [...] e frio também, os fungos não sobrevivem.
50	Professor	Legal. Então não é só muito frio, mas muito quente também pode fazer isso.
51	Alex	Eu vejo de tudo lá no <i>Discovery Channel</i> . Nuuu [...] o cara é 'daora'.
52	Mara	É [...] eu vi, acho que não sei se foi ano passado, que a professora Luana, ela deu o pão, e a gente molhou e colocou numa caixa assim fechada, outro a gente colocou na geladeira, outro a gente colocou no sol, e a gente viu qual fatia de pão fazia fungos mais rápido. Na caixa, molhado, que estava na sombra, foi mais rápido.
53	Professor	Sobre isso que a gente quer conversar.
54	Maurício	Eu tenho uma coisa aqui. Eu tenho uma [...] ah, sei lá. Que nem a Lina disse, os fungos, eles gostam mais de [...] não, o musgo [...]
55	Professor	As briófitas [...]
56	Maurício	É. Isso aí mesmo, que gostam mais de local úmido. Então eu acho que isso aí que a Mara falou tem a ver, porque aí era pra eles agirem mesmo, porque é no lugar que eles mais gostam.
57	Professor	Isso se aplica ao fungo também, você acha?
58	Maurício	faz sinal afirmativo com a cabeça

Maria Clara ofereceu um exemplo de sua experiência cotidiana: o uso do congelador para conservar feijão cozido. Contextualizar, nesse momento, significou

dar visibilidade àquela contribuição. Ao observarmos a linha 39, percebemos que o professor chamou a atenção de toda a turma para a fala de Maria Clara. A reação foi um redirecionamento no foco da análise, que passou a girar em torno da nova variável: a temperatura.

Bernardo retomou uma vivência com a turma no 5º ano, quando a professora de ciências da época havia explicado o papel da temperatura no crescimento dos fungos. Perseu retomou sua experiência como escoteiro para agregar ao relato de Maria Clara, indicando que água fervente também inviabilizaria o crescimento de fungos. Mara retomou uma experiência com a turma no 6º ano, quando a professora de ciências da época propôs um experimento com pães que também dava evidências do papel da temperatura no crescimento dos fungos. Ao final da interação, Maurício retomou a relação proposta pelo colega Alex, aplicando o conhecimento sobre briófitas discutido com Lina, aos fungos.

Se estivermos atentos ao conjunto mais amplo de aulas em que esta interação se insere, perceberemos que contextualizar não foi apenas um pretexto para inserir o cotidiano ou um pontapé inicial que posteriormente seria esquecido ou substituído por aulas expositivas desvinculadas. Os elementos trazidos pelos estudantes constituíram fonte de dados para a análise do fenômeno, recursos para argumentar, ferramentas para avaliação das afirmações dos pares e generalização de processos, construção de explicações para acontecimentos do dia a dia, e estabelecimento de relações entre eventos distintos.

Uma diversidade de espaços-tempos se articulou no processo de fazer ciência desse grupo: as gotinhas que Bárbara viu na tampa da vasilha em casa; a advertência de sua mãe para que ela não ficasse escolhendo os pães ao fazer misto; o xingo que Maurício levou por ter aberto a lata de milho e não ter passado para uma vasilhinha; a hidratação caseira de Nara com maisena; a aula de Lina sobre Briófitas; o saquinho de pães que Bárbara esqueceu aberto; a mexerica embolorada; a poça d'água em que

passavam carros; o feijão no congelador; a aula de Maria no 5º ano; o experimento de Luana no 6º ano; o escotismo de Perseu; o *Discovery Channel* de Alex.

Essa breve interação já nos dá um bom exemplo do desafio do professor ao lidar com tudo que emerge no aqui-agora de uma aula de ciências. À luz das propostas de contextualização que temos discutido, entendemos que tais desafios vão sendo enfrentados à medida que o professor (re)pensa as atividades a partir de uma dinâmica **recursiva**. Isto é, a atenção do professor aquilo que os estudantes trazem para as discussões e como isso gera implicações para o desenvolvimento de uma sequência de atividades sobre determinado conteúdo.

É claro que há um outro aspecto importante e que deve ser considerado de modo articulado à recursividade: a **intencionalidade** pedagógica do professor. Enquanto dava visibilidade àquelas variáveis presentes nas falas dos estudantes, como a temperatura e presença de alimento, o professor construía um cenário propício para as atividades futuras. Isto é, na medida em que interagia com os estudantes, o professor orientava as discussões, selecionando e retomando algumas ideias que seriam importantes para o ensino daquele conteúdo curricular ao longo das aulas.

A aula que analisamos, por exemplo, foi a primeira de uma sequência de atividades sobre o Reino Fungi. As discussões construídas nesta aula foram importantes para as escolhas metodológicas ao longo das próximas aulas. Em atividades futuras, dentre outras propostas, os estudantes desenvolveram experimentos com leveduras.



## EXPERIMENTOS COM LEVEDURA



Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### A. LEVEDURAS: SAL OU AÇÚCAR?

#### LEIA AS INSTRUÇÕES ABAIXO

##### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 pacote de fermento biológico seco;
- 1 copo plástico;
- Água;
- Açúcar;
- Sal;
- 3 saquinho de plástico.

##### PROCEDIMENTO INICIAL SUGERIDO

1. Dissolva o pacote de fermento biológico em 1 copo de água. É melhor dissolver primeiro, com pouca água e depois completar, mexendo bem. Se formar grumos, não se preocupe que mexendo bem eles se dissolvem.

2. Marque 3 saquinhos de plástico com caneta de retroprojetor ou usando fita crepe: "ÁGUA", "AÇÚCAR", "SAL".

3. Coloque a mesma quantidade de solução de fermento biológico em cada saquinho: em torno de dez colheres de solução num saquinho comprido e fino que usam para fazer sorvete de suco de frutas em casa.

4. Adicione 1 colher de açúcar no saquinho marcado "açúcar" e 1 colher de sal no saquinho marcado "sal". Mexa bem com uma colher para dissolver bem o açúcar e o sal no fermento.

5. Amarre os três saquinhos na mesma altura e observe. Deixe-os num balcão ou numa mesa e anote o que está acontecendo a cada 10 minutos.

##### ANTES DE FAZER O EXPERIMENTO

1. O que você acha que vai acontecer? Registre em uma folha todas as sugestões que aparecem no grupo.
2. Como você acha que este experimento se relaciona com as discussões sobre condições para estragar ou conservar alimentos e o experimento do pão?
3. Descreva em seu caderno as características iniciais do estado de cada saquinho para poder comparar com as próximas observações: "ÁGUA", "AÇÚCAR" E "SAL". Tire uma foto.

##### O QUE ESTÁ ACONTECENDO?

1. Após a realização do experimento, reúna-se com seu grupo e discuta quais mudanças vocês perceberam acontecer em cada um dos três saquinhos. Registre em seu caderno e tire uma foto.
2. Considerando a discussão sobre condições propícias para que alimentos estraguem ou conservem-se, discuta com seu grupo evidências produzidas a partir deste experimento e como elas sustentam, complementam ou desafiam propostas que elaboramos em nossas discussões do experimento do pão.
3. Registre estas evidências em uma folha de evidências e coloque-a no mural associada à proposta que sustenta e/ou desafia.
4. Em seu grupo, faça uma sugestão de outro experimento (ou uma adaptação deste experimento) para obter evidências adicionais para as nossas discussões sobre condições propícias para alimentos estraguem ou conservarem. Tire uma foto.

Figura 2.1: Figura 1: Trecho com a proposta de atividade com as leveduras. Fonte: Banco de dados do autor.

O grupo realizou análises do crescimento de leveduras em contato com diferentes substâncias (água, água+sal, água+açúcar), em diferentes ambientes (quente e frio), e observados em diferentes intervalos de tempo. Além disso, ao longo dos experimentos, a turma deveria pensar em novos experimentos para obter dados adicionais que poderiam ajudar na compreensão do fenômeno investigado.

O professor, portanto, contextualizava o ensino ao retomar aquelas variáveis levantadas pelos estudantes: umidade, tempo, alimento e temperatura. Vivências cotidianas foram colocadas em discussão e impactaram as atividades futuras que, a princípio, enfatizavam apenas a dimensão científica de contextualização. O fato de ter levado algo próximo do cotidiano dos estudantes gerou desdobramentos importantes para os próximos passos a serem construídos pela turma nos estudos

sobre fungos.

Ainda pensando na recursividade e intencionalidade do professor, é importante considerarmos que ao selecionar uma dimensão de contextualização a ser explorada em uma atividade, outras dimensões podem exercer um papel expressivo. Ou seja, nossa proposta ao falar em dimensões de contextualização não é encerrar cada contexto em si mesmo, como algo isolado do restante. Outros exemplos de situações de sala de aula podem nos ajudar nessa reflexão.

O primeiro exemplo trata de uma sequência de atividades desenvolvida em turmas de escolas diferentes. Como veremos, mesmo sendo a mesma sequência, seus desdobramentos em cada turma favoreceram diferentes dimensões de contextualização. A sequência foi elaborada, a princípio, com ênfase na dimensão científica de contextualização. Todavia, na segunda escola em que foi desenvolvida, elementos da dimensão científica gerou um contexto propício à introdução de uma questão sociocientífica.

A sequência foi desenvolvida, primeiramente, junto a turmas do 7º ano de uma escola pública municipal de Minas Gerais, em 2017. Em suas três turmas de 7º ano, o professor Lúcio havia começado a desenvolver a temática “Invertebrados”, o que foi realizado ao longo de dois meses. Juntamente com aulas teóricas sobre características de diferentes filos, exemplares e certas particularidades, o professor desenvolveu uma atividade fora de sala de aula: o uso de *pitfall*. Pitfalls são pequenas armadilhas montadas com copo descartável enterrado em um buraco e protegido com um pratinho também descartável (Figura 2.2).



Figura 2.2: *Pitfall* montado para coleta de artrópodes. Fonte: Banco de dados do autor.

Na primeira atividade desta sequência, os estudantes saíram pela escola para montar suas armadilhas. O professor indicou que o objetivo inicial era coletar diferentes animais que habitavam a escola para conhecer a biodiversidade de invertebrados. Cada turma foi dividida em cinco grupos que deveriam escolher onde montar as armadilhas.

Em seguida, os estudantes tiveram que descrever o espaço no qual as armadilhas foram montadas. Cada turma escolheu um local bastante distinto e tiveram que fazer registros escritos descrevendo o espaço:

Turma	Local	Exemplos de descrição dos estudantes
7° A	Jardim da escola	Tem muita sombra; Fica muito molhado; Foi fácil furar os buracos; Tem bastante grama e outras plantas; Tem árvores de pequeno e médio porte; Ninguém pisa aqui dentro.
7° B	Bosquinho No fundo da escola	Tem cinco árvores; Três de médio porte e duas de pequeno porte; Tem mato próximo do bosque; Poucas pessoas passam dentro do bosquinho.
7° C	Área aberta	Não tem plantas; A terra é dura; Alunos passam por aqui diariamente.

Quadro 2.1: Registro das características de cada área produzida em cada turma. Fonte: Banco de dados do autor.



Figura 2.3: Estudantes do 7° B montam uma armadilha no bosquinho.

Fonte: Banco de dados do autor.

Após os registros sobre cada área, os grupos montaram os *pitfalls*, e a partir daí, iniciaram uma rotina semanal de coleta. Ao longo de quatro semanas, os alunos foram até as armadilhas coletar os animais. As amostras eram colocadas em pequenos potes de maionese e levadas para sala. Em sala de aula, cada grupo fazia observações usando lupas e deveriam preencher o seguinte roteiro de descrição:

Nome do animal	Quant. de exemplares	Partes do corpo	Núm. de patas	Núm. de antenas	Desenho

Quadro 2.2: Modelo de roteiro descritivo usado na coleta de dados. Fonte: Banco de dados do autor.

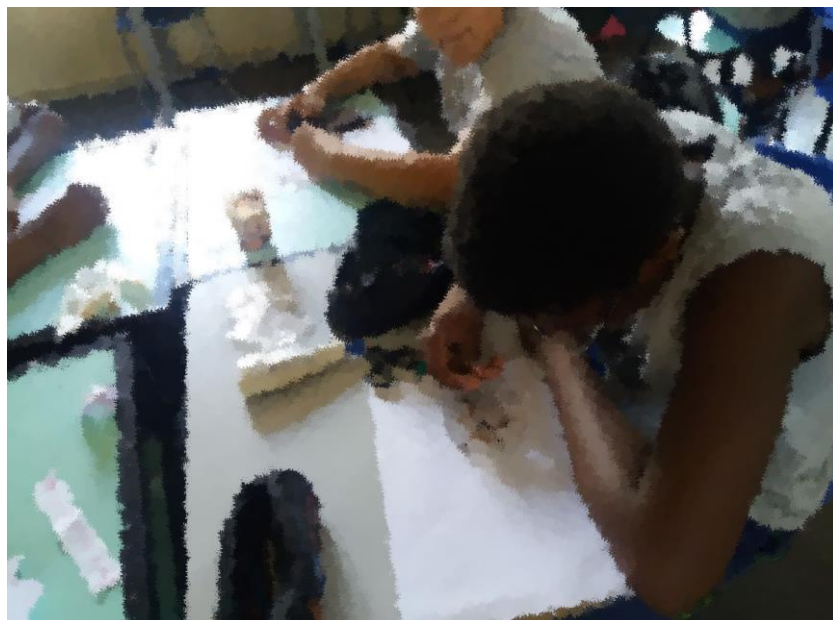


Figura 2.4: Estudantes do 7ºA observam os exemplares coletados. Fonte: Banco de dados do autor.



Figura 2.5: Estudantes do 7<sup>o</sup>A observam os exemplares coletados. Fonte: Banco de dados do autor.

Após as coletas e descrições, as armadilhas foram desmontadas, cada grupo contabilizou suas amostras e montou um gráfico. Este gráfico mostrava o número de exemplares de cada animal coletado por cada grupo. Posteriormente, com os dados de todos os grupos, o professor produziu, desenhando no quadro, um gráfico único com o total de exemplares coletados pelas três turmas. O professor mostrou o gráfico nas turmas e, evidentemente, havia diferenças e semelhanças nos resultados. Isso gerou discussões com os estudantes. Uma das diferenças marcantes foi que apenas a turma que fez coletas no jardim (7<sup>o</sup> A) conseguiu capturar tatuzinhos. Estudantes das outras duas turmas também queriam ter visto tatuzinhos e, no 7<sup>o</sup> B, algumas estudantes questionaram por que só havia tatuzinhos na área de jardim.

A partir daí, o professor propôs uma nova atividade, que ainda não constava em seu planejamento inicial: construir propostas de explicação para as diferenças observadas nos dados coletados. O professor Lúcio pediu que os estudantes

construísem explicações para a presença de tatuzinhos apenas na área do jardim. Inicialmente, a partir de suas próprias discussões, os estudantes elaboraram seis propostas:

- 1) os tatuzinhos gostam das plantas do jardim;
- 2) os tatuzinhos não conseguem viver sem a água do jardim;
- 3) os tatuzinhos assustam menos no jardim porque as pessoas não passam lá;
- 4) tinha tatuzinhos no bosquinho, mas eles não caíram nas armadilhas;
- 5) no jardim tem alimentos que os tatuzinhos comem;
- 6) o jardim tem uma temperatura mais baixa.

A partir das diversas explicações, o professor produziu um texto sobre os tatuzinhos com informações diversas sobre sua morfologia e fisiologia<sup>6</sup>. Além dos textos, o professor retomou também aquelas características que os estudantes haviam descrito sobre as três áreas. Ao levar esses materiais, a tarefa foi produzir pequenos cartões com alguma informação sobre os tatuzinhos e as áreas, o que seria usado como evidência para análise das explicações. Exemplos dos cartões:

---

<sup>6</sup> Este texto foi produzido a partir de uma adaptação da introdução da Tese de Doutorado em Biologia Animal intitulada: Isópodos terrestres (Crustacea, Oniscidea) no Brasil e análise filogenética de *Benthana Budde-Lund*, 1908 (Philosciidae) (Campos Filho, 2014). Retirado de: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/129492/000951768.pdf?sequence=1>



## Evidência 1

A área 1 é bastante sombreada, úmida e com muita grama e outras plantas.



## Evidência 2

A área 2 é sombreada, mas não recebe tanta água quanto a área 1 e possui cinco árvores (três de médio porte e duas de pequeno porte).



## Evidência 3

A área 3 não tem plantas e a terra não é úmida.



## Evidência 4

O tatuzinho se enrola como adaptação à perda de água e precisa viver em ambientes úmidos.



## Evidência 5

O tatuzinho utiliza da evaporação para manter a temperatura corporal.



## Evidência 6

O tatuzinho prende-se intensamente ao solo como forma de proteção.





## Evidência 7

O tatuzinho alimenta-se preferencialmente de plantas novas.



## Evidência 8

Ele pode obter umidade por sulcos cuticulares dos urópodes que retiram a água ao tocarem o solo, transmitem para todas as partes do corpo por sistema condutor de água.

Esses dados foram organizados pelo professor em uma tabela para ajudar os estudantes no processo de análises de cada uma das hipóteses levantadas anteriormente. Na Tabela 2.1, temos um exemplo do preenchimento, realizado pelo 7º ano B. A tabela cruzava as propostas de explicações com as informações pesquisadas (consideradas evidências). Quando a evidência poderia sustentar uma proposta, a turma deveria marcar um sinal + na tabela. Desse modo, o professor pôde mostrar ao final que havia algumas propostas de explicações mais “fortes” do que outras.

Esse processo foi permeado por discordâncias entre os estudantes sobre o que deveria ou não ser marcado na tabela. Ao final das análises, foi possível identificar as respostas mais consideradas pelo grupo como mais pertinentes. Na tabela preenchida pelo 7º ano B, por exemplo, as propostas 2 e 5 receberam maior apoio. Já as propostas 3 e 4, acabaram sendo descartadas, enquanto a proposta 6 gerou dúvida e, segundo o professor, demandava acesso a mais informações que eles ainda não tinham.

Tabela 2.1: Exemplo da tabela de análise, preenchida por estudantes do 7º ano B.

Fonte: Banco de dados do autor.

Explicações:	Evid. 1	Evid. 2	Evid. 3	Evid. 4	Evid. 5	Evid. 6	Evid. 7	Evid. 8
1. O tatuzinho gosta das plantas do jardim	+		+				+	
2. O tatuzinho não consegue viver sem a água do jardim	+	+	+	+	+			+
3. O tatuzinho assusta menos no jardim								
4. Havia tatuzinhos no bosquinho, eles só não caíram na armadilha								
5. No jardim há alimentos que o tatuzinho come	+		+				+	
6. O jardim tem uma temperatura mais baixa	+		+					+
	(?)		(?)					(?)

Um primeiro aspecto da contextualização dessa sequência é que, de modo similar ao que indicamos no exemplo das aulas sobre fungos, esse professor também estava atento aos resultados de cada atividade para propor os próximos passos. O fato de haver tatuzinhos no jardim da escola chamou a atenção dos estudantes, o que direcionou a sequência para uma discussão, de caráter investigativo, voltada para essa questão. Nesse caso, a dimensão científica da contextualização foi predominante.

Todavia, outras experiências com esta mesma sequência de atividades podem gerar outros desdobramentos com ênfases em diferentes dimensões contextuais. Foi o que ocorreu em 2018, cerca de um ano depois que esta sequência foi desenvolvida. A sequência de atividades utilizando os *pitfalls* foi realizada novamente em outra escola com outras turmas do 7º ano. Nessa nova experiência, o resultado foi muito diferente. Observe o exemplo de um dos gráficos produzidos pelos estudantes dessa segunda escola:

Construa um novo gráfico com as informações das cinco áreas:

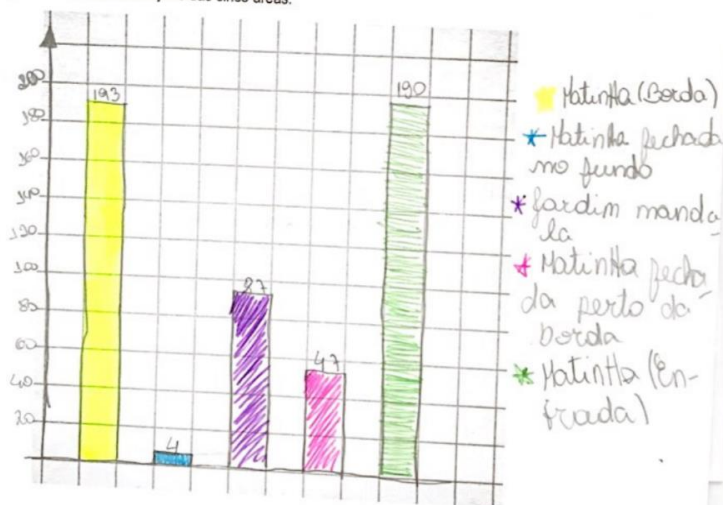


Figura 2.6: Gráfico construído por um grupo de estudantes comparando a coleta de artrópodes de cinco diferentes áreas. Fonte: Banco de dados do autor.

Nesse caso, os estudantes escolheram cinco diferentes áreas nas proximidades da escola. Um dos resultados chamou a atenção da turma: a área da matinha fechada continha poucos exemplares de artrópodes. Um dos aspectos marcantes dessa área era a grande concentração de eucaliptos. O professor, sensível a esta característica, percebeu uma oportunidade para introdução de uma questão sociocientífica: o plantio de eucalipto no Brasil.



Figura 2.7: Foto aérea da escola indicando a proximidade com a mata de eucalipto.

Fonte: Google Maps.

Os estudantes se voltaram para esta temática e passaram a debater o uso do eucalipto a partir de diferentes perspectivas: ambiental, econômica e ecológica. O professor preparou um material com evidências e argumentos capazes de sustentar essas diferentes visões e propôs um debate na turma. A seguir, ilustramos um trecho deste debate:

Linha	Falante	Discurso
1	Bárbara	Eu tô nervosa. Eu tô muito nervosa, Senhor.
2	Vinícius	Tá no papo já Bárbara, relaxa.
3	Professor	Ô Jonas, vamos lá escutar a Bárbara? Vai lá Bárbara.
4	Bárbara	Olha, eu sou contra o plantio de eucalipto porque seria um pouco injusto.
5	Professor	Explica a sua evidência um.
6	Bárbara	A evidência 1 é contra porque com a plantação de

		<p>eucalipto é... Eles viram um gráfico né, que é plantação nativa com gráfico da plantação de eucalipto, e viu que muitos animais vão morrendo por conta da presença de eucalipto (...). Os artrópodes (...) Vários tipos de espécies. E eu sou contra porque seria um pouco injusto, pensando nesse lado dos animais, pois se houvesse uma plantação de eucalipto, seria muito fácil para os animais que se alimentam do eucalipto, os animais que seu habitat é a floresta de eucalipto, pois estão acostumados, vamos dizer assim. Mas, se formos parar pra pensar, e os outros animais que estavam antes dessa plantação de eucalipto? E a diversidade de espécies de plantações? Mas sou contra por isso e por outro fator importante: além de causar um enorme desequilíbrio na cadeia alimentar, desmatando plantações diversificadas que os artrópodes e outras espécies se alimentam, ou até mesmo esses animais acabam ficando em extinção, e fica ainda em extinção os animais que consomem os artrópodes, não só eles, e vai em diante só pra uma plantação de eucalipto. Mas nesse caso, se houvesse uma divisão, seria uma boa se dividisse o território entre mata nativa e plantação de eucalipto, pois ficaria mais equilibrado, pois o eucalipto pode não ser tão bom nesse fato, pois também é bom para outros casos importantes. E a mata nativa é boa pois possui um lugar com maior diversidade de alimento que eles estavam, pois isso chama a atenção para outros animais, como nesse caso.</p>
7	Professor	<p>Então a Bárbara falou da diversidade, o tanto que as plantações de eucalipto acabam com a biodiversidade daquela região. Grupo do Jonas e companhia, vamos lá.</p>

Esse breve trecho ilustra como os desdobramentos de uma mesma proposta didática inicial podem ser distintos, quando o professor está atento às dinâmicas interativas e recursivas das atividades desenvolvidas em sala de aula. Naquela turma, o professor aproveitou o resultado dos tatuzinhos de jardim para propor um

direcionamento investigativo a partir da análise de dados secundários sobre esse crustáceo. Nesta turma, por sua vez, o professor aproveitou de resultados para propor uma discussão sobre os possíveis impactos de eucaliptos para a biodiversidade. Desse modo, essa sequência de atividades, que enfatizava, a princípio, a dimensão científica de contextualização, gerou resultados que levaram o grupo a pensar em uma questão sociocientífica<sup>7</sup>.

Em todos esses exemplos (sequências sobre fungos, tatuzinhos e eucalipto), demos visibilidade a casos em que o professor (re)organizou suas propostas didáticas, o que gerou maior ou menor visibilidade a determinadas dimensões de contextualização, dependendo dos desdobramentos das interações em sala de aula e de sua intencionalidade pedagógica. Portanto, são bons exemplos do que podemos considerar como “contextualizar em interação”. Cabe ressaltar, porém, que diferentes dimensões contextuais estão presentes em sala de aula, mesmo que o professor não se atente a elas e que elas não constem em seu planejamento. Lembremos das discussões do capítulo anterior. Os estudantes circulam em diferentes espaços-tempos e seus repertórios constituem a sala de aula de ciências.

Um exemplo que pode nos ajudar nesse sentido é uma sequência de atividades vivenciada por uma turma do 3º ano do Ensino Fundamental. Eles estavam investigando uma série de características biológicas de um inseto em sala de aula, o bicho-pau. Camuflagem, alimentação, crescimento, ecdise e dimorfismo sexual foram os tópicos explorados nessas atividades<sup>8</sup>. Alguns acontecimentos dessas aulas nos ajudam a pensar sobre como diferentes dimensões contextuais se

---

7 Detalhes sobre esse debate podem ser consultados em Garcias (2020).

8 Detalhes sobre essa sequência, ver Franco & Munford, 2020b.

articulam à ciência em sala de aula.

Um dos aspectos mais marcantes dessa sequência foi a discussão sobre o dimorfismo sexual dos insetos. Para a maioria dos estudantes, o inseto maior seria o macho e o inseto menor seria a fêmea. No entanto, a fêmea é maior que o macho, no caso do bicho-pau.

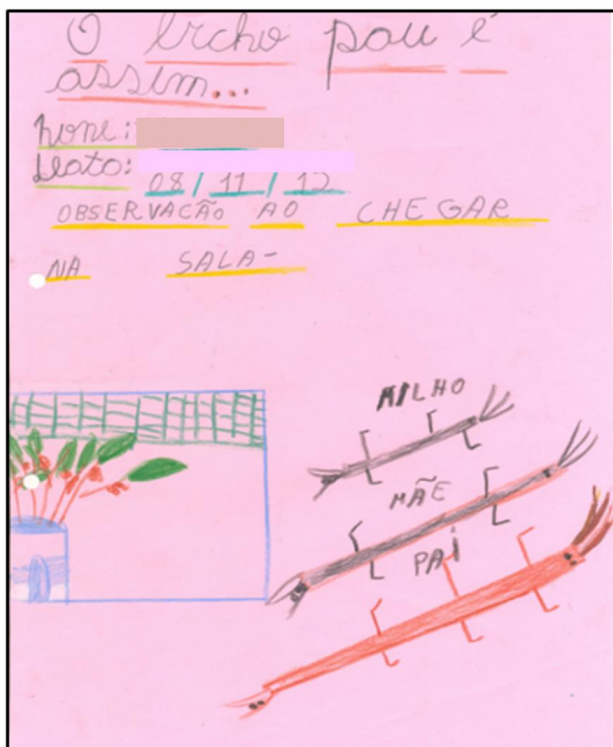


Figura 2.8: Desenho de uma das estudantes da turma, durante a primeira observação dos insetos em sala. Fonte: Banco de dados do autor.

Nesta sequência, todo o planejamento da professora estava orientado dentro do que podemos considerar como a dimensão científica de contextualização. Não havia, a princípio, nenhum componente eminentemente social-político-econômico em jogo. As aulas envolviam atividades como, experimentação com os insetos, práticas de observação, consulta a materiais sobre características dos insetos. No

entanto, ao analisarmos as aulas, foi possível observar que parte relevante dessa investigação foi influenciada por componentes socioculturais relacionados a gênero. O processo de determinar o dimorfismo sexual dos insetos foi perpassado pela mobilização de vários argumentos pautados em componentes socioculturais sobre feminilidade e masculinidade.

Para ilustrar esse aspecto da contextualização, apresento um evento ocorrido na quinta aula desta sequência, quando a turma fazia um experimento com diferentes tipos de folhas para investigar a alimentação dos insetos. Ao final dessa aula, houve um momento em que a estagiária que acompanhava a turma, Luana, fazia a troca de insetos de um terrário para outro que continha outros tipos de folhas, para dar continuidade ao experimento. Alguns alunos, todos meninos, se amontoaram ao redor da estagiária e começaram a conversar diretamente com ela:

Linha	Falante	Discurso
1	Aluno	O pai, o pai!
2	Professora	Desce esse pequeno, e põe esse lá em baixo grande I fala diretamente com a estagiária pedindo que o inseto menor fosse mudado de terrário
3	Jonas	Eu tenho coragem de encostar no pai.
4	Maurício	Eu também.
5	Ricardo	Quem não tem? Olha, olha! Mostrando para os colegas que a estagiária havia pegado o inseto menor.
6	Aluno	Ela não é medrosa não! Ele vai cair, ele vai cair. Aqui!
7	Ricardo	Se você for picada hein!
8	Aluno	Num dá, num dá, Evandro!



9	Evandro	Por que?
10	Aluno	Porque não! Para! Ele está mexendo.
11	Jonas	XXXX com as duas mãos.
12	Ricardo	Ela é boa ne. Olha o pai ali oh dã
13	Maurício	Olha! Tem um pequenininho professora!
14	Jonas	Vira pai, ô pai, vira! Ô pai! <i>Falando para o inseto menor</i>
15	Professora	O grande é o pai? a professora se aproximou do grupo
16	Ricardo	O pai gostou da Luana.
17	Jonas	O pai gostou de você Luana.
18	Maurício	Hum (alongamento por 2 segundos)
19	Luana	Quê?
20	Jonas	O pai gostou de você.
21	Ricardo	É!
22	Professora	Prontinho, então nós vamos observar a folha de alface agora.

No início deste evento, temos uma interação sobre coragem (Linhas 3 a 6). Quem teria coragem de tocar no “pai”? Os meninos estavam mobilizando noções de masculinidade/feminilidade que foram desafiadas pela estagiária. Luana transportou o inseto sem nenhum problema. Os meninos reagiram a isso com surpresa e, ao mesmo tempo, alertando sobre o risco que ela corria, nas linhas 6 e 7. Ao notarem que ela não seria medrosa, os meninos buscaram uma explicação: “o pai gostou da Luana”. Isto é, o fato de Luana conseguir manipular o inseto daquela forma não seria explicado apenas por sua coragem, mas pelo fato de o inseto pai ter gostado

dela. Quando as crianças mencionam que o pai gostou da estagiária, Maurício emitiu um sonoro “Hummm” (Linha 18). A entonação usada pelo estudante evidencia o significado sexual que estava sendo atribuído para a relação entre Luana e o bicho-pau.

Ao longo da sequência de atividades sobre o bicho-pau, a professora não tinha a pretensão de trazer relações de gênero para a discussão. Apesar disso, interações como esta, bem como outros desdobramentos ao longo das atividades, indicam que as relações de gênero tiveram um expressivo papel nas discussões. Quando observamos, por exemplo, os critérios e os argumentos que os estudantes estavam mobilizando ao longo das aulas, componentes de gênero se tornaram evidentes, por exemplo: quem caça comida é o pai, quem cuida dos filhotes é a mãe, quem é mais forte é o pai, quem é mais calma é a mãe, quem era mais nervoso ou corajoso é o pai. Consensos e dissensos sobre o que é ser homem e ser mulher estavam estruturando os argumentos, mesmo não havendo nenhuma questão sociocientífica pautada intencionalmente na sequência. Isso ocorre justamente porque, mesmo não havendo planejado nenhum elemento sociocientífico específico a ser discutido pelos estudantes, tais elementos estão presentes em nossa vida e, por isso, integram o que é vivido em sala de aula.

A partir desses exemplos e reflexões, proponho uma questão para a qual não tenho resposta: até que ponto as categorizações dos contextos que a gente estabelece a priori sobrevivem aos contextos de inserção em cada sala de aula? Neste momento, entendo que elas sobrevivem até certo ponto. Há limites e é bom reconhecê-los. Ao reconhecê-los, não estou defendendo que devemos deixar de lado as propostas para distinguir formas de contextualização, que seria “tudo a mesma coisa”, ou que não deveríamos estabelecer definições e teorizações. Pelo contrário! Penso que devemos aprofundar ainda mais nesse processo de teorização. Quando teorizamos à luz daquilo que acontece na prática da sala de aula, nossas definições e propostas de

ensino se tornam mais potentes.

Nesse sentido, a proposta de contextualização a partir da interação me parece útil. À medida que vamos confrontando situações materializadas nas interações cotidianas em sala de aula, nossas definições e propostas se tornam mais complexas. Nas aulas sobre o bicho-pau, por exemplo, quando as crianças discutiram a alimentação do inseto, nós não identificamos nenhum elemento que iria além do que poderia ser considerado o “cânone científico”: eles fizeram um experimento, davam um tipo de folha a cada dia para os insetos, e observavam as mordidinhas nas folhas para afirmar se eles comiam ou não cada planta testada. No caso do dimorfismo sexual algo “científico” foi perpassado por relações de gênero. Esse componente teve impacto na investigação dos estudantes. Isso nos ajuda a repensar a própria ciência e a ciência da escola. A ciência, como empreendimento humano, também é perpassada por uma diversidade de componentes sociais, culturais, políticos e econômicos. Por que não seria assim na escola?

A vida em sala de aula não “sabe” se o contexto que propomos é científico, cotidiano ou sociocientífico. Assim, é importante aprofundarmos em nossas definições, não para limitar a complexidade da ciência na escola, mas para nos orientar enquanto professores e pesquisadores. Quando nossas propostas didáticas entram em jogo nas interações, novas dinâmicas vão sendo impostas, nos levando a aprofundar em nossas teorizações. A partir dessas reflexões, entendo que essa complexidade, plasmada em cenários sociais superdiversos (Vertovec, 2010), nos impõe novos desafios e respostas criativas. Discussões científicas nestes cenários se configuram (ou tendem a se configurar) como discussões sociocientíficas. Uma ciência que não se insere ativamente no debate público possivelmente não existirá no futuro.

Paralelamente, e profundamente articuladas a cenários superdiversos, discursos concorrentes ao discurso da ciência, teorias negacionistas e conspirações

são projetadas como conhecimento válido. Por isso, penso que nossa tendência, enquanto professores e pesquisadores em educação, será desenvolver propostas didáticas que incorporem, cada vez mais, os contextos científicos de modo articulado às dimensões sociocientífica e cotidiana. Nessa direção, o terceiro capítulo desse livro apresenta um relato de experiência ilustrativo dessa tendência. Nesta experiência, estudantes da cidade de Petrópolis/RJ foram colocados diante de uma questão controversa: a construção de uma usina nuclear no mesmo local onde está localizado o Palácio de Cristal. A questão envolveu o contexto local dos estudantes, pois o palácio se trata de um patrimônio Histórico Cultural da cidade, articulado a contextos mais amplos, pois a usina envolve disputas econômicas, ambientais e científicas, fornecendo uma perspectiva dialógica discussão da controvérsia. Nesse sentido, convido você a continuar as reflexões iniciadas nestes primeiros capítulos e aprofundá-las a partir dos exemplos concretos explorados no próximo capítulo e das propostas subsequentes ao longo deste livro.

## Referências Bibliográficas

- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: Defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*.
- Bricker, L. A., Reeve, S., & Bell, P. (2014). ‘She Has to Drink Blood of the Snake’: Culture and prior knowledge in science | health education. *International Journal of Science Education*, 36(9), 1457–1475. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.827817>
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.

- Costa, H. H. C., & Lopes, A. C. (2018). A contextualização do conhecimento no Ensino Médio: tentativas de controle do outro. *Educação e Sociedade*, 39(143), 301-320.
- Franco, L. G. F., & Munford, D. (2020a). Aprendizagem de ciências: Uma análise de interações discursivas e diferentes dimensões espaço-temporais no cotidiano da sala de aula. *Revista Brasileira de Educação*, 25. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782020250015>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2020b). O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20(u), 687-719. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>
- Garcias, R. S. (2020). Argumentação e a construção de contra-argumentos em um debate sobre uma questão sociocientífica em uma sala de aula dos anos finais do ensino fundamental. Faculdade de Educação Universidade Federal de Minas Gerais (Dissertação de Mestrado).
- Gebre, E. H., & Polman, J. L. (2020). From “context” to “active contextualization”: Fostering learner agency in contextualizing learning through science news reporting. *Learning, Culture and Social Interaction*, 24, 100374. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100374>
- Hodson, D. (2018). Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). *Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Edufba. 574 p.
- Oliveira, L. Santos, M., Franco, L. G.; Justi, R. (2020). Contextualização no Ensino de Química: conexões estabelecidas por um professor ao discutir uma questão do ENEM em sala de aula. *Ciênc. educ.*, 26, e20062. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320200062>.
- Paderna, E. E. S., Yangco, R. T., & Ferido, M. B. (2019). Reframing Chemistry Learning: The Use of Student-Generated Contexts. *Research and Practice in Chemistry Education*, 31-50. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8_3)
- Sadler, T. D. (2009). *Socioscientific issues in science education: Labels, reasoning and transfer*. 4, 697-703. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9133-x>

- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 581–616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Vertovec, S. (2010). Changing communities, contexts and conditions of diversity. *International Social Science Journal*. 61(199), 83-95. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2451.2010.01749.x>
- Wiig, C., Silseth, K., & Erstad, O. Creating intercontextuality in students learning trajectories. Opportunities and difficulties (2018). *Language and Education*, 32(1), 43-59.

JOSÉ ANDERSON DE OLIVEIRA  
GISELLE FAUR DE CASTRO CATARINO  
GLAUCO S F SILVA

---

# 3. ATIVIDADE DE CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PERSPECTIVA DIALÓGICA

---



## Introdução

Atualmente, o mundo tem experimentado a negação das produções dos conhecimentos científicos consolidados por grupos cada vez mais crescentes e que utilizam apelos e crenças a fim de moldarem a opinião pública. Estes grupos que negam a ciência têm ocupado um espaço nos trabalhos acadêmicos e nas rodas de conversa. Tem-se percebido que a disseminação de suas opiniões, presentes no público em geral, têm influenciado leigos, ocasionando comportamentos e atitudes anticência. De acordo com Guerra, Moura e Gurgel (2020), esses grupos “não só tomaram o debate público, como os meios pelos quais tais discursos ganham popularidade têm sido replicados para outros temas, como o desmatamento, o debate econômico, debates sobre imigração, entre muitos outros” (p. 1011). As consequências de tais discursos têm sido danosas e destruidoras uma vez que não há comprometimento com a ciência, responsabilidade social e, acima de tudo, preocupação com os efeitos provenientes de seus comportamentos e ações.

De modo geral, grupos negacionistas tornam-se ameaçadores e preocupantes para a ciência, para o desenvolvimento humano e sua realidade circundante. Assim, a visão simplificada desses grupos, que opinam e influenciam o público a partir de temas complexos, evidencia a importância de pensar estratégias de Ensino de Ciências que levem em consideração essas questões, de tal maneira a possibilitarem uma compressão ampla sobre a ciência, seus contextos (sociais, culturais e econômicos) de produções e sua validade.

Dessa forma, as ações e as interações dos indivíduos na sociedade poderão estar fundamentadas em atitudes que vão além da superficialidade, do imediatismo e dos interesses de pequenos grupos, priorizando sobretudo a coletividade e a redução das desigualdades sociais, culturais e econômicas.

Nesse sentido, sugerimos a utilização das controvérsias para o Ensino de



Ciências por acreditarmos na sua potencialidade de transformar os indivíduos para o enfrentamento dos problemas sociais atuais. Tal transformação ocorreria devido ao desenvolvimento de habilidades capazes de contribuir para as ações e tomadas de decisões dos sujeitos em situações que envolvam temas sociocientíficos.

Neste capítulo, relatamos a experiência de uma atividade como exemplo de uma controvérsia sociocientífica utilizada como estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências. A atividade foi desenvolvida em uma escola privada e tinha como objetivo promover um debate entre os alunos do segundo ano do ensino médio, a fim de decidirem sobre a construção de uma usina nuclear no mesmo local onde está localizado o Palácio de Cristal, na cidade de Petrópolis/RJ. A questão científica envolveu elementos do contexto local dos estudantes, pois o Palácio constitui um patrimônio Histórico Cultural de sua cidade, articulado a contextos mais amplos. Estes estavam relacionados com diferentes pontos de vista econômicos, ambientais e científicos, proporcionando assim uma perspectiva dialógica para atividade da controvérsia.

### **As controvérsias e o ensino de ciências**

A palavra controvérsia é originária do latim e caracteriza a discussão entre duas pessoas discordantes, ponto de um confronto. Ela tem como raízes etimológicas: “contra (enfrentamento), versus (de vertere, dar voltas) e ia (qualidade)” (Chaimovich, 2017).

Quando pesquisada no dicionário Michaelis online, o termo controvérsia significa: “1. Discussão ou polêmica em torno de algo divergente; torneio. 2. Impugnação de argumentos; contestação, polêmica” e no termo jurídico 3. “Demanda, questão judiciária” (Michaelis, 2015).

Os termos temas polêmicos, temas controversos, temas controvertidos e controvérsias sociocientíficas são utilizados, na literatura, para tratarem questões

semelhantes relacionadas às controvérsias (Duso & Hoffmann, 2012). Diante da diversidade de termos, uma questão será controversa, por exemplo, quando existirem pontos de vista distintos entre as pessoas sobre uma determinada questão. Neste caso, não há possibilidade de resolvê-la apenas por empiria ou pela análise das evidências, por estarem em jogo juízos de valores. Já um tema será considerado controverso quando possuir opiniões diversas e estiver relacionado à ciência e à tecnologia, além de possuir um significado social. (Rudduck, 1986; Ramsey, 1993).

Em nosso trabalho adotamos o termo controvérsias sociocientíficas de acordo com as concepções de Hoffmann (2012):

(i) controvérsias que surgem dos impactos sociais de inovações científico-tecnológicas que dividem tanto a comunidade científica, como a sociedade em geral;

(ii) que permitam discussão entre duas, ou mais partes envolvidas sobre determinada controvérsia, na qual estão em jogo suas crenças e argumentações;

(iii) se perante a controvérsia abordada, as pessoas possam se encontrar divididas, envolvendo juízos de valor que impossibilitam a sua resolução apenas através da análise das evidências ou da experiência (p. 72).

Cabe ainda destacar que acreditamos que a potencialidade das controvérsias não esteja fundamentada somente na divergência de pontos de vista ou posições contrárias dos sujeitos. De outro modo, enfatizamos que sua potencialidade esteja centrada nos processos de interação verbal, através dos enunciados e enunciações.

Um ponto importante do uso das controvérsias no Ensino de Ciências reside na possibilidade de contribuição para a construção de uma visão científica mais humanizada nos sujeitos, além de promover o desenvolvimento de competências fundamentais às ações dos cidadãos, frente aos problemas sociais existentes e emergentes (Reis, 2013).

## O desenvolvimento da controvérsia: a Construção de uma Usina Nuclear

### *Fundamentação teórico-metodológica*

O conhecimento humano se constrói de forma coletiva, a partir de um sistema complexo, ou seja, da atividade organizada entre os sujeitos que necessita da mediação de instrumentos para sua realização (Leontiev, 1978). Sendo assim, a natureza do conhecimento é coletiva e mediada. Em outras palavras, “não existe conhecimento que faça sentido independentemente da atividade humana” (Van Eijck & Roth, 2007, p. 933, tradução nossa).

A linguagem, ao mesmo tempo que pode ser compreendida como instrumento da atividade humana, deve ser vista como um conhecimento sedimentado sócio-histórico-culturalmente. Significa que as marcas de experiências anteriores estão presentes na linguagem da mesma forma que um instrumento de trabalho acumula uma cultura própria, partes históricas do seu desenvolvimento. “Ao simultaneamente se moldar e ser moldada por atividades mediadas por artefatos, a cultura é inerentemente emergente e dinâmica por natureza.” (Van Eijck & Roth, 2007, p. 934, tradução nossa).

É através da linguagem que expressamos nossos sentimentos, ideias e conceitos em um processo interativo de comunicação. Em um debate, por exemplo, em que a linguagem verbal está presente entre os sujeitos, a comunicação (discurso) entre seus participantes pode se estabelecer de duas formas distintas: através de uma relação discursiva em que o ouvinte (interlocutor) se encontra na condição de sujeito passivo em relação ao discurso do falante (locutor); ou pela isonomia discursiva entre os sujeitos do discurso (locutor/interlocutor). Na primeira forma existe uma relação de assimetria discursiva, ou seja, o outro é colocado como “mero objeto da consciência de um “eu” que tudo informa e comanda” (Brait, 2018, p. 192). Nesse caso, existe a coisificação do interlocutor pelo locutor, a reificação humana que

caracteriza um discurso autoritário, acabado e que apaga o universo individual do sujeito, um discurso monológico.

Já em relação à outra forma discursiva, contrária à reificação humana, se encontra o dialogismo, termo apresentado pelo filósofo Mikhail Bakhtin. Segundo Brait (2018), este é o

procedimento que constrói a imagem do homem num processo de comunicação interativa, no qual eu me vejo e me reconheço através do outro, na imagem que o outro faz de mim. Aí o autor visa a conhecer o homem em sua verdadeira essência como um outro “eu” único, infinito e inacabável; não se propõe conhecer a si mesmo, conhecer seu próprio eu, propõe-se conhecer o outro, o “eu” estranho (p.194).

No dialogismo existe uma interação ativa em que o ouvinte percebe e compreende o discurso, produzindo assim uma resposta (Brait, 2018). Na interação discursiva dialógica existe uma democracia verbal entre os sujeitos, uma consciência responsiva isônoma que não tem a pretensão de ser autoritária. Existe, portanto, uma simetria entre os indivíduos, ou seja, o locutor não estabelece um discurso acabado, conclusivo. De outra forma, o locutor assume uma posição discursiva a qual permite que o eu no outro se manifeste. Isto significa que o universo individual do interlocutor não é aniquilado, tendo assim a oportunidade de se expressar. Neste ato responsivo, o interlocutor (ouvinte) “concorda ou discorda (total ou parcialmente), completa, adapta, apronta-se para executar, etc.,” em relação ao discurso do locutor (Bakhtin, 1997, p. 290). Desta forma, as controvérsias sociocientíficas veiculam um importante papel para o ensino de ciências, o de possibilitar a argumentação. Esta pode ser engendrada “tanto como um processo – no qual as pessoas se engajam em debater afirmações contraditórias ou opostas – quanto como um produto – uma linha de raciocínio que justifica uma afirmação” (Scarpa, Sasseron & Silva, 2017, p.17). A argumentação é uma estratégia de raciocínio capaz de conduzir à aprendizagem e não está fundamentada apenas nos saberes anteriores dos sujeitos e suas crenças mas também na construção do conhecimento científico. Sendo assim a argumentação é

uma das “capacidades centrais para o cultivo do pensamento crítico” nos processos da linguagem (ibidem).

### *Caracterização da escola e da proposta de atividade*

A atividade de controvérsia foi realizada no segundo bimestre de 2019, em uma turma de ensino médio de uma escola privada, na cidade de Petrópolis. Situada nas proximidades do centro da cidade, a escola abrangia a modalidade de ensino do fundamental e médio. Seu número de alunos era cerca de trezentos, sendo que metade frequentava o turno da manhã e a outra metade o turno da tarde.

O tema usina nuclear proposto pelo professor tinha como finalidade contemplar o conteúdo sobre energia que os alunos haviam estudado no segundo bimestre. Neste momento estudaram também o funcionamento das usinas: hidrelétrica, termelétrica, solar e eólica. O professor apresentou para a turma um aparato experimental (mini motor com led conectado) para explicar o funcionamento básico de uma turbina transformadora de energia em uma usina.

A coleta dos dados da atividade de controvérsia consistiu em: anotações de campo (pelo professor) durante o debate a fim descrever os momentos da atividade; registro de informações no Protocolo de Preparo, elaborado por cada grupo de alunos, para subsidiar o debate; registro das respostas ao questionário aplicado (antes e depois do debate), para cada aluno.

A nossa intenção em apresentarmos uma atividade de controvérsia justificava-se por acreditarmos em sua potencialidade para o Ensino de Ciências, tendo em vista que sua natureza está fundamentada em uma estrutura discursiva-argumentativa dialógica.

A elaboração da atividade foi baseada em uma adaptação de um dos Cadernos Temáticos (Espírito Santo, 2011) que foram produzidos pela Secretaria do Estado da Educação do Espírito Santo (ES). Ela consistiu em três fases, divididas

semanalmente: preparação; pesquisas, estudos e organização do material; execução. A duração da preparação e da execução, totalizou três tempos de aula com duração de cinquenta minutos cada um. A distribuição desses tempos não ocorreu na mesma semana, ou seja, um tempo se concentrou na primeira semana e os outros dois, após quinze dias. Na segunda semana os alunos puderam realizar suas pesquisas, estudos e organização dos materiais utilizados na execução do debate, fora das aulas semanais de Física. O Quadro 3.1 resume as fases da atividade de controvérsia.

Quadro 3.1: Síntese das fases da atividade de controvérsia sobre a construção da Usina Nuclear na Cidade de Petrópolis/RJ. Fonte: elaboração própria.

<b>Primeira semana</b>	<b>Segunda semana</b>	<b>Terceira semana</b>
Preparação (1 tempo de aula)	Pesquisas, estudos e organização de material	Execução (2 tempos de aula)

Para a adaptação da nossa atividade, utilizamos o caderno “Construção de Hidrelétricas: Um Mal Necessário ou uma Decisão Arbitrária?” (Espírito Santo, 2011), a fim de atender aos objetivos pedagógicos das aulas de Física, assim como a realidade local dos alunos.

## **A sensibilização**

A partir da adaptação do caderno, a nossa controvérsia foi intitulada de “*A Construção de uma Usina Nuclear na Cidade de Petrópolis/RJ*”.

A etapa da sensibilização ocorreu logo no início da atividade (primeira aula) e consistiu em entregar aos alunos uma notícia de jornal (simulada). Segundo a notícia no Jornal do Povão (Figura 3.2), o prefeito da cidade de Petrópolis convocava alguns membros da sociedade para a participação de uma audiência pública, na qual seria discutida e decidida a construção (ou não) de uma usina nuclear na cidade. Sua construção havia sido planejada para o atual espaço onde localiza-se o Palácio de Cristal, ponto turístico famoso da cidade e patrimônio Histórico Cultural desde seu

tombamento pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1957.



Figura 3.2: Jornal distribuído aos alunos como sensibilização inicial. Fonte: elaboração própria.

O Palácio de Cristal recebeu em 2018 o Registro de Museu pelo Instituto Brasileiro de Museus. Ele consiste em uma estrutura pré-montada que foi desenvolvida graças à Revolução Arquitetural ocorrida nos séculos XVIII e XIX. Sua elaboração consistiu no emprego da técnica de utilização de ferro, iniciada na Inglaterra no final do século XVIII e que foi implementada em construções de pontes, edifícios industriais e gares (Lopes, 1996).



Figura 3.3: Foto do Palácio de Cristal na rua Alfredo Pachá, Petrópolis, Brasil. Fonte: disponível em: <https://www.flickr.com/photos/soldon/2383200733>

Segundo Lopes (1996), o Palácio de Cristal brasileiro foi uma encomenda às Oficinas da Sociedade Anônima *Saint-Sauveur-Les-Arras* na França pelo Conde d'Eu, esposo da Princesa Isabel. A intenção era que a estrutura servisse para exposição da recente Associação Agrícola e Hortícola da cidade.

Atualmente, o Palácio de Cristal é utilizado para exposições e eventos como, por exemplo, a festa anual que homenageia os colonos alemães de Petrópolis chamada Bauernfest.

O Palácio localiza-se na Rua Alfredo Pachá (centro), passando ao seu lado o Rio Piabanha (Figuras 2.12 e 2.13) que possui 80 km de extensão e banha os municípios de Areal, Três Rios e Petrópolis. Por vezes, observa-se nas margens do rio uma população de *Hydrochoerus hydrochaeris*, mamífero roedor conhecido como capivara.





Figura 3.4: Foto do entorno do Palácio de Cristal – Petrópolis, RJ. Fonte: Google Earth.

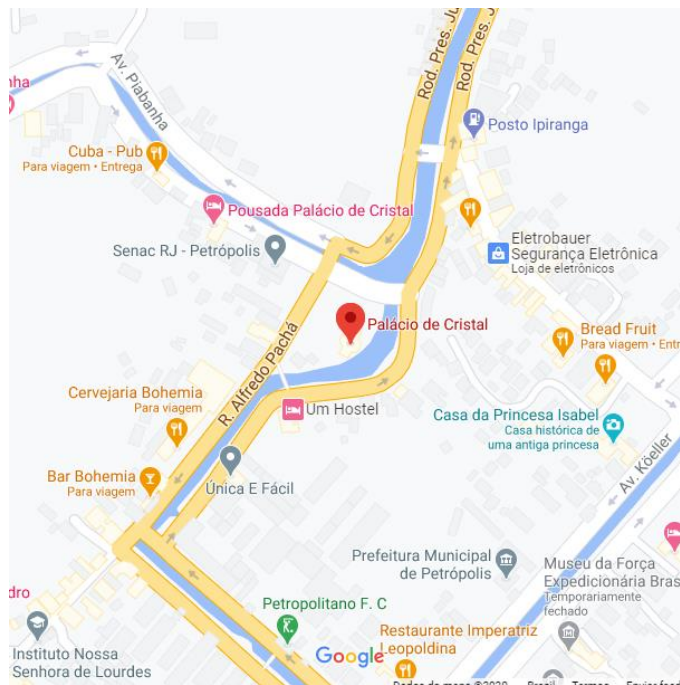


Figura 3.5: Mapa do entorno do Palácio de Cristal - Petrópolis, RJ. Fonte: Google Maps

## **Primeira fase: preparação**

Na primeira aula, o professor explicou aos alunos como seria a atividade de controvérsia. Cabe destacar que, durante sua explicação, muitos alunos demonstraram desconhecerem tanto o significado da palavra controvérsia quanto a estruturação da atividade de controvérsia. Neste momento, o professor percebeu que primeiro deveria explicar o significado da palavra e em seguida desconstruir a ideia de que a atividade de controvérsia se tratava de um júri simulado (comparação realizada pelos alunos). Após o professor explicar o significado da palavra controvérsia e ter dado um exemplo sobre uma possível atividade de controvérsia, utilizando o tema Aquecimento Global, os alunos sinalizaram não possuírem mais dúvidas.

Em seguida o professor entregou aos alunos materiais importantes à realização da atividade. Os materiais eram os seguintes:

- uma lista que sistematizava a separação dos alunos entre os seis atores sociais;
- um Protocolo de Engajamento (pronto) a fim de subsidiar as falas dos atores sociais na audiência pública;
- um formulário (adaptado do Caderno Temático (Espírito Santo, 2011)) chamado Protocolo de Preparo. Este tinha o propósito de fundamentar o debate entre os atores sociais, devendo ser preenchido pelos alunos a partir de suas pesquisas e estudos;
- um questionário a fim de ser observado se seus posicionamentos iniciais permaneceram ou se modificaram após a realização da controvérsia.

Os atores sociais (Espírito Santo, 2011) que constituíram a audiência pública na atividade de controvérsia foram:

1. Gestor Público;
2. Consórcio de Empresa Energética;
3. Ambientalistas (ASOA – Associação de Órgãos Ambientais);
4. Representantes da Sociedade Civil Organizada;
5. Mediadores;
6. CTC (Comitê Técnico Científico).

O professor organizou a turma para manter a mesma quantidade de alunos por grupo que representaria cada ator social, estabelecendo cinco trios e uma dupla para compor o Comitê Técnico Científico. Porém, o professor deixou para os alunos decidirem quem seriam os componentes de cada grupo de ator social. Eles decidiram que essa distribuição deveria ser feita através de um sorteio para que a composição dos atores sociais, por cada aluno, se formasse de modo aleatório.

Apesar dos papéis representativos dos atores sociais na atividade de controvérsia estarem relacionados a diferentes grupos de interesse existentes na sociedade contemporânea, podemos dizer que eles estavam divididos em dois grupos basilares: (1) aqueles que eram a favor da construção da usina nuclear e que acreditavam que tal empreendimento poderia trazer melhorias e benefícios sociais e (2) aqueles que se posicionavam contrários à construção, devido aos riscos e impactos negativos na cidade. Sendo assim, o Gestor Público e Consórcio de Empresa Energética formaram o primeiro grupo enquanto os Ambientalistas e os Representantes da Sociedade Civil Organizada, o segundo grupo. Os Mediadores eram responsáveis por estabelecer regras e limites ao debate e o Comitê Técnico Científico, pela produção de pareceres durante o debate. Estes eram capazes de invalidar enunciados dos atores no debate, caso houvesse inconsistências.

O Protocolo de Engajamento, fornecido pelo professor aos alunos, era composto de Argumentos e Contra-argumentos, grupo de descritores direcionados aos quatro primeiros atores sociais supracitados. Para os atores Mediadores e Comitê

Técnico Científico foi fornecido um grupo de descritores intitulado Imparciais.

Os Argumentos e Contra-argumentos existentes no Protocolo de Engajamento elencava descritores para o embasamento na audiência pública, sendo que os alunos não tinham o compromisso de se restringirem a ele. Era esperado que os alunos realizassem pesquisas na segunda fase a fim de ampliarem seus conhecimentos e capacitá-los para o debate (fase de execução).

Especificamente, os Argumentos tinham como objetivo fornecer ao Gestor Público e ao Consórcio da Empresa Privada subsídios para a produção de discursos favoráveis à construção da usina nuclear. Cabe destacar que na fase de execução os atores Ambientalistas e Sociedade Civil Organizada produziram argumentos (defensivos) às falas iniciais do Gestor Público do Consórcio da Empresa Privada apesar de não terem recebido descritores de argumentação.

Os Contra-argumentos à construção da usina nuclear foram disponibilizados para os atores Sociedade Civil Organizada e Ambientalistas.

Como os atores Mediadores e Comitê Técnico Científico eram imparciais no debate, ou seja, não foram responsáveis pela produção de argumentos e contra-argumentos durante a audiência, o Protocolo de Engajamento fornecia para eles descritores referentes às suas funções no debate. De acordo com os descritores, os Mediadores deveriam:

- estabelecer as regras do debate;
- introduzir os atores na plenária;
- apresentar a temática fazendo uma breve explanação, além de organizar a ordem e o tempo das falas;
- auxiliar os atores se necessário;
- coordenar os trabalhos da mesa de debates.

Foram fornecidos descritores ao grupo CTC sobre sua função que estava

relacionada ao fornecimento, quando fosse solicitado, de um parecer técnico fundamentado na verdade dos fatos e que fosse capaz de estabelecer clareza ao debate.

O Quadro 3.2 sintetiza as Argumentações e Contra-argumentações existentes no Protocolo de Engajamento, adaptado dos Cadernos que utilizamos como referência.

Em relação ao Protocolo de Preparo, cada grupo deveria preencher, de acordo com as estratégias que utilizaria no debate, os seguintes tópicos relacionados às argumentações e contra-argumentações (Espírito Santo, 2011, p.40-41):

- opinião que defende;
- os principais motivos pelos quais defendemos nossa postura são;
- as razões em que argumentaremos a defesa de nossa postura são;
- ator contra o que se argumenta;
- opinião que defenderá previsivelmente;
- que argumentos podem dar para estar contra nossa postura;
- que resposta lhe daremos?

Quadro 3.2: Síntese do Protocolo de Engajamento com argumentos e contra-argumentos recebidos pelos alunos para a atividade de controvérsia. Fonte: elaboração própria, adaptação dos Cadernos (Espírito Santo, 2011).

Ator social	Argumentação	Contra-argumentação (atores 1 e 2 contra ambientalistas)	Contra-argumentação (atores 1 e 2 contra sociedade civil organizada)
<b>1 - Gestor público</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progresso regional;</li> <li>- Recolhimento de tributos;</li> <li>- Ampliação do comércio local;</li> <li>- Geração de empregos;</li> <li>- Turismo na região;</li> <li>- Aumento de renda (energia);</li> <li>- Avanço tecnológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação de áreas degradadas (áreas de compensação ambiental) e desenvolvimento de projetos ecológicos;</li> <li>- Recuperação de matas ciliares;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano de desenvolvimento urbano de acordo com as demandas;</li> <li>- Restauração de um casarão para implantação de um museu visando à preservação histórica e cultural;</li> </ul>
<b>2 - Consórcio de empresa energética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vantagens econômicas (Comércio/ Indústria/ Habitação);</li> <li>- Acelerar o crescimento econômico;</li> <li>- Geração de empregos e projetos ambientais na região;</li> <li>- Aumento da rentabilidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com a arrecadação de tributos torna-se possível uma reestruturação na saúde pública enfatizando o saneamento básico;</li> <li>- Relatório que comprova que não haverá emissão de radiação para o ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação de algumas áreas degradadas (áreas de compensação ambiental) e desenvolvimento de projetos ecológicos;</li> <li>- Recuperação de matas ciliares.</li> </ul>

<b>3 - Ambientalistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impactos à fauna e flora locais;</li> <li>- Risco de vazamento de radiação;</li> <li>- Resíduo Tóxico;</li> <li>- Risco de doenças e mortes;</li> <li>- Impactos urbanísticos.</li> </ul>		
<b>4 - Representantes da Sociedade Civil Organizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da população (associado ao desenvolvimento econômico da cidade);</li> <li>- Pressão sobre serviços públicos;</li> <li>- Especulação imobiliária (associado ao desenvolvimento econômico da cidade);</li> <li>- Surgimento de bolsões de pobreza;</li> <li>- Perda de raízes, tradições e história;</li> <li>- Aumento da criminalidade;</li> <li>- Degradação ambiental.</li> </ul>	X	X
<b>5 - Mediadores</b>			
<b>6 - Comitê Técnico Científico (CTC)</b>	X	X	X

As perguntas do questionário aplicado antes e depois da realização da atividade de controvérsia foram adaptadas do Questionário da Técnica de Controvérsia Tecnocientífica do caderno temático de referência (Espírito Santo, 2011). Assim, ficaram adaptadas da seguinte maneira:

1. Que muda na economia de uma cidade após a construção de uma usina nuclear?
2. Quais os impactos sociais e ambientais em uma cidade quando há a construção de uma usina nuclear?
3. Que medidas podem ser tomadas para diminuir os aspectos ambientais?
4. Você é a favor da cota de energia ou da construção de usinas nucleares?
5. Você consegue imaginar uma forma de harmonizar o consumo atual de energia com conservação ambiental?

### **Segunda fase: execução**

Após os alunos terem preparado todos os seus materiais, ou seja, efetuado o preenchimento do protocolo de realização do debate a partir de pesquisas na internet (durante a primeira fase), teve início a fase de execução.

Nesta fase (segunda e terceira aulas) os alunos organizaram as carteiras em círculo e, em seguida, se juntaram para a formação dos atores sociais a fim de que fosse dado início ao debate.

As regras de realização do debate foram estabelecidas pelo grupo dos Mediadores. Inicialmente eles estabeleceram que o debate seria dividido em duas *sessões*, sendo que na primeira seriam apresentados os argumentos, começando pelo Gestor Público e pelo Consórcio de Empresa Energética e em seguida Ambientalistas e Sociedade Civil Organizada. A outra *sessão* caberia às contra-argumentações dos mesmos autores sociais mencionados.

Além de estabelecer as duas *sessões* (*Sessão 1 e 2*) iniciais do debate, os



Mediadores destacaram que seria proibido interrupções de um ator social em relação ao outro durante a apresentação no debate e que a utilização de dados considerados falhos os invalidaria na avaliação para a construção da usina nuclear após a avaliação do Comitê Técnico Científico (CTC).

Iniciado o debate, foram apresentados argumentos a favor da construção da usina nuclear pelos grupos do Gestor Público e do Consórcio de Empresa Energética. Em seguida, os Ambientalistas e os Representantes da Sociedade Civil Organizada também apresentaram seus argumentos, defendendo que a usina nuclear não fosse construída na cidade. Ao final da apresentação desses quatro grupos, o Comitê Técnico Científico apresentou suas considerações sobre o debate, destacando alguns pontos de fragilidade de alguns argumentos da Empresa Energética e do Gestor Público. O CTC indicou que existiram dúvidas e inconsistências em trechos da apresentação desses grupos.

Em seguida, os Mediadores anunciaram o término da *Sessão 1*, deliberando que o parecer técnico dado pelos CTC invalidava a utilização dos argumentos do Consórcio da Empresa Energética e Gestor Público, pois foram considerados atos falhos.

No início da *Sessão 2* do debate, na plenária, e durante todo seu desenvolvimento, os Mediadores coordenaram o funcionamento e direcionamento das contra-argumentações, especificando a ordem das contra-argumentações dos grupos.

No entanto, após o término das contra-argumentações de cada grupo, ainda havia tempo para uma nova rodada contra-argumentações, de maneira que os Mediadores iniciaram a sessão 3 para o grupo de Gestor Público e do Consórcio da Empresa apresentarem suas respostas. Os Mediadores estabeleceram um tempo de dois minutos para cada grupo nessa terceira sessão. Consequentemente, o grupo dos

Ambientalistas e Representantes da Sociedade Civil também tiveram direito a dois minutos de fala na sessão 3. Logo, enquanto a dinâmica da *Sessão 1* e *Sessão 2* se caracterizaram em Momentos de Argumentação e Contra-argumentação, respectivamente, a *Sessão 3* se desenvolveu a partir de uma dinâmica de perguntas e respostas curtas entre os atores sociais.

Encerrada a *Sessão 3* os Mediadores enunciaram um parecer sobre todos os momentos do debate onde ficou decidido, por uma decisão coletiva, que a construção de uma usina nuclear na cidade de Petrópolis, não seria realizada. Os atores sociais do debate chegaram à conclusão de que não seria viável a construção da usina na cidade por haver mais pontos negativos à construção do que positivos.

## **Os Momentos do debate**

### *Sessão 1- argumentação*

#### *Momento 1: Gestor Público*

Inicialmente o Gestor Público mencionou que a construção da usina nuclear seria positiva para a cidade, tendo em vista que ocasionaria o desenvolvimento econômico, estrutural e social em Petrópolis. Para justificar que a construção da usina melhoraria a vida dos petropolitanos, ele apresentou dados do IBGE que associavam o crescimento populacional na cidade ao desenvolvimento econômico. Ainda baseando-se nos dados, o ator mostrou que caso a cidade continuasse recebendo novos empreendimentos (responsáveis por alavancarem o desenvolvimento econômico), a expectativa é que haveria um crescimento ainda maior do número de pessoas, conforme o previsto. Neste sentido, o Gestor Público apontou a importância que os novos empreendimentos locais possuíam, assim como a usina. Esta, em especial, seria responsável por alavancar o dinamismo econômico, dada a necessidade de novos investimentos na região. Para o grupo do Gestor Público, esta consequência estaria atrelada ao fato de uma usina nuclear ser um empreendimento

humano de grande porte.

Além disso, novos empregos (diretos) surgiriam com a sua construção uma vez que haveria a necessidade de mão de obra para o desempenho do trabalho na usina nuclear. Devido à alta produção de energia, parte dela poderia ser vendida para converter em lucro e conseqüentemente melhorias para a cidade.

Ele ainda se referiu à criação de áreas de compensação ambiental a fim de alocar os animais que possivelmente seriam afetados. Foi citada também a criação de um museu para o resgate histórico, uma vez que a usina ocuparia o espaço do Palácio de Cristal. Seria necessária também a construção de casas para realocação das pessoas que fossem desalojadas de suas propriedades, a partir da construção da usina.

#### *Momento 2: Consórcio de Empresa Energética*

O grupo do Consórcio da Empresa Energética reforçou alguns dos argumentos apresentados pelo Gestor Público, a fim de tornar possível a construção da usina, na cidade de Petrópolis. Ele ainda se comprometeu em desenvolver protocolos de segurança para a cidade, com o interesse de refletir para a população a certificação de um empreendimento confiável. Além disso, citou a criação de projetos ecológicos, se comprometeu em apresentar um plano de desenvolvimento urbano e um relatório público que comprovasse a segurança da usina. Este seria apresentado periodicamente para a população da cidade, sendo elaborado por técnicos. Além desses argumentos afirmou que se responsabilizaria em armazenar o lixo radioativo num local seguro e isolado, distante da cidade.

#### *Momento 3: Ambientalistas*

O argumento defendido pelo grupo dos Ambientalistas é que uma usina nuclear pode causar grandes danos ambientais.

Argumentou que a água no entorno de uma usina nuclear tende a aquecer no

processo de produção de energia, modificando assim toda a vida aquática ao seu redor e reduzindo a biodiversidade local. Além disso, o grupo afirmou que seria necessária uma grande quantidade de água para o resfriamento do reator nuclear, sendo assim um fator negativo para a construção da usina na cidade de Petrópolis.

Outro fator apontado foi a preocupação com os animais (sem citar especificamente quais) com a construção da usina nuclear. Mencionou que tanto a fauna quanto a flora seriam prejudicados com o estabelecimento deste empreendimento em Petrópolis.

#### *Momento 4: Representantes da sociedade civil organizada*

O grupo apresentou a argumentação de que a construção da usina deslocaria as pessoas de suas casas, uma vez que uma usina nuclear exige uma grande área para sua construção. Destacou também que a consequência do estabelecimento da usina na cidade seria o surgimento de bolsões de pobreza. Isto ocorreria devido a uma grande parte dos empregos gerados na cidade estarem relacionados, diretamente, à instalação da usina. Neste sentido, os novos empregos não absorveriam a população local para a execução do trabalho na usina, devido ao fato deste empreendimento necessitar da utilização de mão de obra especializada. Sendo assim, os empregos seriam ocupados, quase que exclusivamente, por pessoas oriundas de fora da cidade.

Outro fator apontado pelo ator era a preocupação com ambiente, devido tanto aos riscos que ele associava à instalação de uma usina nuclear na cidade quanto a própria alteração da configuração local no processo de construção.

#### *Sessão 2 – contra argumentação (ator → ator(es))*

#### *Momento 5: (1) Gestor Público → (3) Ambientalistas e (4) Representantes da sociedade civil organizada*

O Gestor Público afirmou que construiria um local para preservação das

capivaras que são encontradas no leito do Rio Piabanha (Figura 2.12 e 2.13) e que transitam em suas margens, inclusive, próximo ao Palácio de Cristal. Afirmou ainda que a medida tomada para o deslocamento das pessoas que seriam desalojadas de seus imóveis seria a construção de casas em bairros afastados do centro da cidade.

*Momento 6: (2) Consórcio de Empresa Energética → (3) Ambientalistas e (4) Representantes da Sociedade Civil Organizada*

O Consórcio da Empresa Energética citou que seria construído um “piscinão” (termo usado pelo grupo) a fim de que fosse realizado o resfriamento dos reatores na usina. E quanto à preocupação ambiental, seja por contaminação ou pela alteração local da cidade no processo de construção da usina, o ator afirmou que se comprometeria no desenvolvimento de projetos ambientais para a cidade.

*Momento 7: (3) Ambientalistas → (1) Gestor Público*

O grupo direcionou sua fala ao Gestor Público a fim de expressar sua oposição em relação à ideia do Consórcio de Empresa Energética. Nesse sentido, afirmam que o resfriamento dos reatores da usina seria comprometido, dado o baixo fluxo de água no Rio Piabanha quando comparado ao resfriamento realizado com a água do mar.

*Momento 8: (4) Representantes da Sociedade Civil Organizada → (1) Gestor Público*

O grupo do ator Representante da Sociedade Civil Organizada demonstra insatisfação em relação à transferência dos moradores que habitam nas proximidades do Palácio de Cristal. Para ele, as pessoas gastariam mais tempo para se deslocarem até o centro da cidade e para chegar aos seus empregos, uma vez que a maioria deles não estão localizados próximos aos bairros periféricos.

*Término da sessão 1 e sessão 2*

Finalizadas as enunciações dos atores sociais, o ator Mediadores solicitou um parecer do Comitê Técnico Científico. Sendo assim, este elencou algumas

inconsistências nos argumentos do Gestor Público.

Tendo sido apresentado um parecer pelo Comitê Técnico Científico e baseando-se nas regras do debate, o ator Mediadores declarou como atos falhos alguns dos contra-argumentos dos atores 1 e 2. Desta forma, os contra-argumentos apontados foram desconsiderados no debate. Em seguida foi dado início à Sessão 3.

### *Sessão 3 – perguntas e respostas*

*Momento 9: (1) Gestor Público responde (3) Ambientalistas e (4) Representantes da Sociedade Civil Organizada*

O Gestor Público cita que a preocupação com as capivaras era sua prioridade, seja pela preservação da vida animal, seja pela popularidade dos animais na cidade. Para demonstrar sua preocupação com elas, disse que seria criado um “santuário das capivaras” (termo utilizado pelo grupo). Em relação ao perfil das construções de casas que seriam realizadas para as pessoas que seriam transferidas, citou como exemplo o conjunto habitacional popular no bairro Vincenzo Rivetti<sup>9</sup>.

*Momento 10: (2) Consórcio de Empresa Energética responde e pergunta (3) Ambientalistas*

O grupo disse não ver problema na construção do “piscinão” para o resfriamento dos reatores. Para ele, os níveis de água poderiam ser facilmente modificados a partir de projetos sofisticados de engenharia a fim de adaptar às condições da usina nuclear.

Mesmo as capivaras já tendo sido citadas no debate, o ator pergunta quais

---

<sup>9</sup> Acesse a notícia sobre: “Conjunto habitacional do Vincenzo Rivetti: começa entrega de mais 300 chaves”. Disponível em: <https://www.diariodepetropolis.com.br/integra/conjunto-habitacional-do-vicenzo-rivetti-comeca-entrega-de-mais-300-chaves-184416#:~:text=O%20Vicenzo%20Rivetti%20%C3%A9%20o,respons%C3%A1vel%2C%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20ganhou%20ritmo.>

animais existem no entorno do Palácio de Cristal. Neste momento, o ator parece demonstrar pouco interesse e preocupação em relação a preservação da fauna local.

*Momento 11: (4) Representantes da Sociedade Civil Organizada responde (1) Gestor Público e (2) Consórcio de Empresa Energética*

O Representante da Sociedade Civil Organizada menciona que a construção da usina é um empreendimento que exige um investimento alto e que, além de causar grandes problemas para a cidade, seria um prejuízo caso fosse levado em consideração todos os fatores reais para a sua construção. Mencionaram que o prejuízo seria alto para a população local, devido às suas realocações. De acordo com o grupo, deveria ser levado em consideração que as casas populares, geralmente, são de péssima qualidade. Para ele, os próprios moradores do Vicenzo Rivetti já haviam feito relatos sobre a baixa qualidade dos imóveis construídos.

*Momento 12: (3) Ambientalistas responde (1) Gestor Público e (2) Consórcio de Empresa Energética e pergunta ao (2) Consórcio de Empresa Energética*

O Ambientalista demonstra-se satisfeito com a construção de um “santuário das capivaras”. Ele pergunta se o Consórcio da Empresa Privada concordava com a promessa do Gestor Público em relação às capivaras.

A partir do Quadro 3.3 é possível compreender a estrutura da atividade de controvérsia, organizada pelos Mediadores.

Quadro 3.3 Esquema da estrutura do debate da atividade de controvérsia: A construção de uma Usina Nuclear na Cidade de Petrópolis/RJ. Fonte: elaboração própria.

Atores sociais	Sessão 1 (argumentação)	Sessão 2 (contra-argumentação)	Sessão 3 (perguntas e respostas)
	1	1 → 3 e 4	1 R 3 e 4
	2	2 → 3 e 4	2 R 3, 2 P 3
	3	3 → 1	4 R 1 e 2
	4	4 → 1	3 R 1 e 2, 3 P 2

**Legenda:** algarismos estão relacionados aos atores sociais supracitados; → indica o sentido da contra - argumentação; R = responde; P = pergunta.

## Resultados

Com a atividade de controvérsia percebemos, por comparação, alterações das respostas de alguns alunos. Tal comparação foi possível tendo em vista que eles responderam as cinco questões do questionário antes e após o desenvolvimento da atividade. Cabe destacar que nosso interesse não se restringiu apenas ao comparativo das respostas a fim de caracterizá-las se mudaram ou não. De modo mais abrangente, buscamos entender o conteúdo de cada resposta, ou seja, se ele apresentava alguma aproximação em relação aos conteúdos dos enunciados produzidos durante o debate. Percebemos que muitas dessas respostas elaboradas eram compostas de textos com estruturas composicionais<sup>10</sup> embasadas por modelos pré-existentes, ou seja, produzidos no debate. Sobretudo, tal construção de respostas nos apontaram para a existência de um debate democrático, igualitário e isônomo no que se refere ao

<sup>10</sup> Estrutura composicional “está relacionada ao que a teoria textual chama de “estrutura” do texto, à progressão temática, à coerência e coesão do texto” (Rojo, 2014).



posicionamento dos sujeitos, fundamentado no dialogismo e que proporcionou a construção das respostas finais.

No Quadro 3.4 apresentamos algumas respostas dos alunos antes e após a realização da atividade de controvérsia, assim como os momentos que subsidiaram os contextos discursivos que teriam dado origem às respostas finais dos alunos.

A análise das respostas nos leva a entender que a atividade de controvérsia potencializa e enriquece a linguagem verbal e a argumentação dos alunos em sala de aula, possibilitando a construção do conhecimento científico e de sua natureza. Ademais, o ato responsivo no debate equaliza o posicionamento dos sujeitos pela anulação da reificação do outro, gerado pelo discurso autoritário. Neste sentido, ao mesmo tempo em que os indivíduos conservam sua individualidade no papel desempenhado na atividade de controvérsia, podem manifestar-se verbalmente e decidir conscientemente em causas coletivas. Podemos perceber isto quando o grupo dos Mediadores oportunizou a realização da sessão 3.

Percebemos ainda a potencialidade da atividade de controvérsia para o ensino de Ciências, dada sua natureza argumentativa. É explorando essa potencialidade que há a possibilidade de desenvolvimento de habilidades nos sujeitos, importantes para o enfrentamento ao negacionismo científico de alguns grupos e os problemas sociais decorrentes, ou não, de tal posicionamento dos indivíduos.

Quadro 3.4: Algumas respostas dadas por alguns participantes e descrição de Momentos do debate. Fonte: elaboração própria.

<p>2) <i>Quais são os impactos sociais e ambientais em uma cidade quando há a construção de uma usina nuclear?</i></p> <p><b>Respostas do aluno H (pertencente ao Representante da Sociedade Civil Organizada)</b></p> <p><b>ANTES:</b> - <i>“Pobreza, desigualdade, poluição, desmatamento”.</i></p> <p><b>DEPOIS:</b> - <i>“Redução de biodiversidade, poluição, desabrigados e desempregados”.</i></p> <p>3) <i>Que medidas podem ser tomadas para diminuir os impactos ambientais?</i></p> <p><b>Respostas do aluno A (Pertencente ao Consórcio da Empresa Energética)</b></p> <p><b>ANTES:</b> - <i>“O lixo nuclear radioativo deve ser armazenado em locais seguros e isolados”.</i></p> <p><b>DEPOIS:</b> - <i>“criação de um santuário para os animais nas áreas de atividades; criação de um reservatório para o resfriamento”.</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>SESSÃO 1</b></p> <p><b>Momento 3: [3] Ambientalistas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alerta sobre o aquecimento de água ao entorno da usina nuclear e consequentemente redução da biodiversidade local;</li> <li>• Aponta a necessidade de uma grande quantidade de água para o resfriamento de reator nuclear;</li> <li>• Destaca que tanto a fauna quanto a flora seriam prejudicados com a instalação da usina nuclear.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>SESSÃO 2</b></p> <p><b>Momento 5: Gestor Público → [3] Ambientalista e [4] Representante da Sociedade Civil Organizada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afirmou que construiria um local para preservação das capivaras que são encontradas no leito do Rio Piabanha e que transitam em suas margens, inclusive, próximo ao Palácio de Cristal.</li> </ul> <p><b>Momento 6: [2] Consórcio da Empresa Energética → [3] Ambientalista e [4] Representantes da Sociedade Civil Organizada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se compromete com a construção de um “piscinão” a fim de que fosse realizado o resfriamento dos reatores na usina.</li> </ul>
--	--

---

**Respostas do aluno B (Pertencente ao CTC)**

**ANTES:** - *“Criar um meio para destinar de maneira correta os dejetos produzidos”.*

**DEPOIS:** - *“Fazer um santuário para as capivaras, o resfriamento dos rios e a preservação das matas”.*

**Momento 7: [3] Ambientalistas → [1] Gestor Público**

- Espressa discordância à solução do Consórcio da Empresa Energética, afirmando que o resfriamento dos reatores da usina seria comprometido, dado o baixo fluxo de água no Rio Piabanha quando comparado ao resfriamento realizado com a água do mar.

**Momento 11: [2] Consórcio da Empresa Energética responde e pergunta [3] Ambientalistas**

- Menciona que a construção do “piscinão” não era um problema, pois seria resolvido com projetos de engenharias adequados às necessidades da usina;
- Mesmo as capivaras já tendo sido citadas no debate, o ator pergunta quais animais existiam ao entorno do Palácio de Cristal.

## **Sugestões a partir da nossa atividade de controvérsia**

Estamos propondo esta atividade de controvérsia como uma sugestão para o Ensino de Ciências ao mesmo tempo em que procuramos destacar sua potencialidade didática. Destacamos a importância de que o material seja adaptado para o contexto particular de ensino-aprendizado, que se considere o contexto dos sujeitos envolvidos na atividade.

Acreditamos que esta adaptação seja importante para que haja um estreitamento entre atividade proposta e a realidade dos alunos, ou seja, criar um debate no em torno de temas sociocientíficos significativos aos sujeitos. Os novos pontos de vista dos sujeitos, emergentes da atividade, caracterizam a potencialidade desta estratégia pedagógica, uma vez que tais percepções estarão voltadas para os contextos sociais reais, possibilitando assim aos sujeitos a tomada de ações conscientes e consistentes à ciência. Sendo assim, não temos a pretensão de que nosso exemplo prático, realizado na sala de aula, seja uma prescrição didática, mas um orientador pedagógico.

### **Considerações finais**

Temos como pressuposto que as construções de novos pontos de vista (materializados nas respostas dos questionários) sejam capazes de emergirem no contexto do debate coletivo, na condição de simetria discursiva entre seus participantes proporcionada pelo dialogismo. Neste sentido, os discursos polifônicos durante o debate são capazes de estabelecerem discursos inacabados em uma realidade discursiva em formação. Entendemos que a utilização das controvérsias seja um caminho proeminente no Ensino de Ciências, capaz de desenvolver novas perspectivas e até modificar percepções, ambos importantes para as ações e tomada de decisões dos sujeitos no que tange aos interesses coletivos da sociedade.

Defendemos que tais ações relacionadas à ciência se construa de forma

consciente e consistente a partir da realidade dos indivíduos. Acreditamos que essas perspectivas de construções das ações sejam fundamentais para o desempenho de atividades humanas, coerentes à resolução dos problemas sociais atuais. Assim, o desenvolvimento de conteúdos atitudinais deve ser almejado no ensino de ciências, a partir de temas sociocientíficos relacionados à realidade dos indivíduos, para a promoção de atitudes, valores gerais ou condutas específicas, além de normas que as regulem (Pozo & Crespo, 2009).

Por outro lado, as controvérsias são importantes para o desenvolvimento de habilidades nos alunos para agirem e participarem de forma efetiva na sociedade, a partir do ato consciente e igualitário entre os sujeitos (Oliveira, Silva e Catarino, 2020). Em suma, seu uso significa ultrapassar os objetivos do Ensino de Ciências, ou seja, transpor a centralidade educacional baseada nos conceitos da ciência, uma vez que abordará também “a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas” (Arsioli, 2014, p. 32).

## Referências Bibliográficas

- Arsioli, B. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46.
- Bakhtin, M. (1997). *Estética da criação verbal*. [1979] Trad. Maria Ermantina Galvão; rev. trad. Marina Appenzeller. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Brait, B. (2018) *Bakhtin: conceitos-chave*/ Beth Brait, (org.). 5. ed., 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto.
- Chaimovich, H. (2017). *Ciência e suas controvérsias*. Jornal da USP, Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/cars-colegas/>.
- Controvérsia. In: Michaelis, Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Melhoramentos. 2015. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/risco/>. Acesso em: 27/04/2021.

- Duso, L., & Hoffmann, M. B. (2012). *A discussão das Controvérsias Sociocientíficas na pesquisa em educação em ciências: uma revisão narrativa a partir de periódicos no Brasil*. In Anais do II Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica - II CIECITEC, Santo Ângelo, RS, Brasil.
- Espírito Santo. Secretaria de estado da educação. Curso de formação de docentes da área de ciências da natureza (matemática, ciências, química, física e biologia). (2011). *Construção de hidrelétricas: um mal necessário ou uma decisão inconsequente?* P. 1-48. Espírito Santo.
- Guerra, A., Moura, C., & Gurgel, I. (2020). Sobre Educação em Ciências, Rupturas e Futuros (Im)possíveis. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 37(3).
- Leontiev, A. (1978). *O desenvolvimento do psiquismo*. Editora Moraes.
- Lopes, R. F. S. (1996). Descaso por um momento. Instituto Histórico de Petrópolis (IHP). Petrópolis, Brasil. Disponível em: <http://ihp.org.br/?p=3637>.
- Oliveira, J. A, Silva, G. S. F., & Catarino, G. F. C. (2020). A atividade de controvérsia em sala de aula: uma perspectiva através da teoria da atividade de Leontiev e teoria do discurso de Bakhtin. *XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*.
- Pozo, J. I.; Crespo, & M. A. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, 77 (2), p. 235-258.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*. v. (3), n. 1. jan./jun.
- Rojó, R. H. R. *Gêneros do discurso? Verbetes*. Belo Horizonte, MG: FAE-CEALE/UFMG, 2014 (Texto de apoio a formação de professores). Disponível em: <http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/generos-do-discurso>.
- Scarpa, D. L., Sasserón, L. H. , & Silva, M. B. (2017). O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Revista Tópicos Educacionais*, v. 23(1), p. 7-27. <https://doi.org/10.51359/2448-0215.2017.230486>
- Rudduck, J. (1986). A Strategy for Handling Controversial Issues in the Secondary

School, in J. J. Wellington (ed.). *Controversial Issues in the Curriculum* (pp. 6-18). Oxford, Blackwell.

Van Eijck, M. & Roth, W. M. (2007). Keeping the local local: Recalibrating the status of science and traditional ecological knowledge (TEK) in education. *Science Education*, 91(6), p. 926-947.

# Parte II: Propostas didáticas

---





ELLEN CATHARINA PONCIANO SIQUEIRA  
MONIQUE SANTOS  
ROBERTA GUIMARÃES CORRÊA

---

## 4. A INTRODUÇÃO DE ASPECTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA EM CONTEXTOS DE ENSINO A PARTIR DE UM FILME

---



## **Objetivos da sequência**

Esta sequência de atividades tem como objetivo introduzir aspectos de Natureza da Ciência (NdC) de maneira contextualizada e explícita em contextos de ensino para estudantes do Ensino Médio. Propomos três atividades que envolvem etapas diferentes de uma intervenção, sendo elas: (i) Atividade 1, etapa inicial, que visa favorecer a explicitação das ideias iniciais de estudantes *sobre* Ciências; (ii) Atividade 2, etapa principal, que objetiva introduzir aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita; e (iii) Atividade 3, etapa final, que visa identificar se, e em que extensão, houve uma ampliação da visão de estudantes *sobre* Ciências.

Com relação ao tempo para o desenvolvimento dessa sequência, consideramos que serão necessárias seis aulas de 50 minutos cada, sendo: (i) duas aulas para a Atividade 1, uma para os estudantes responderem as questões e uma para o professor discutir as respostas deles; (ii) três aulas para a Atividade 2, duas para o professor exibir os recortes e uma para discuti-los e estabelecer relações explícitas com os aspectos de NdC presentes neles; e (iii) uma aula para a Atividade 3, para apresentação do comando da atividade – isto se o professor optar que ela seja desenvolvida em casa. Nesse caso, sugerimos o prazo de uma semana para que os estudantes a desenvolvam e, depois disso, o professor pode analisar e dar um feedback para seus estudantes a partir da própria ferramenta e também de sua casa, visto que é uma ferramenta on-line.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Dialogada

## Fundamentação teórico-metodológica

No contexto do ensino de Ciências, no Brasil, a alfabetização científica (AC) se apresenta como um dos principais objetivos a ser alcançado, visto que almejamos formar estudantes que mobilizem, por exemplo, habilidades de argumentação, reflexão e pensamento crítico (Ministério da Educação [MEC], 2017). Além disso, esse processo objetiva que estudantes sejam capazes de utilizar conhecimentos científicos para modificar o ambiente em que estão inseridos e até mesmo tomar decisões individuais e coletivas baseadas neles (Chassot, 2006).

Para atingir tal objetivo, a introdução de aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita em contextos de ensino tem se mostrado como uma boa abordagem para o desenvolvimento de uma visão mais ampla *sobre* Ciências<sup>11</sup> por parte dos estudantes. Isso porque, ao abordar a Ciência de maneira ampla, ou seja, a partir de uma perspectiva que leva em consideração a construção do conhecimento científico e sua influência na sociedade, podemos contribuir para que os estudantes tenham uma visão mais abrangente dos processos de desenvolvimento do conhecimento científico e de suas aplicações. Assim, a partir dessa ampliação da visão dos estudantes *sobre* Ciências, é possível que haja avanço no processo de AC (Santos, 2019).

Nessa perspectiva, dentre as várias definições para NdC disponíveis na literatura da área de Educação em Ciências, destacamos que, neste e em alguns outros capítulos deste livro (5, 6 e 7), entendemos NdC a partir de duas premissas, sendo elas: (i) a Ciência é uma complexa atividade cognitiva, epistêmica e social, que pode e tem sido caracterizada a partir de uma série de perspectivas disciplinares

---

<sup>11</sup> O termo *sobre* Ciências, ao longo deste e de outros capítulos (5, 6 e 7), é utilizado como sinônimo do termo Natureza da Ciência.

(McComas, 2008, Justi & Erduran, 2015); e (ii) os argumentos *sobre* Ciências devem se basear em evidências oriundas de perspectivas disciplinares distintas para que a Educação em Ciências possa favorecer o desenvolvimento de uma visão mais ampla *sobre* Ciências (Justi & Erduran, 2015, Santos, Maia, & Justi, 2020).

Nessa perspectiva, nos referidos capítulos, adotamos a segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC v.2) proposto por Santos, Maia e Justi (2020) como fundamentação teórico-metodológica, isto é, nos baseamos nele para elaborar as atividades que deram origem a algumas das sequências didáticas apresentadas neste livro.

A versão original do modelo (Justi & Erduran, 2015), assim como a atual (Santos, Maia, & Justi, 2020), conta com uma representação visual (Figura 1) que foi proposta em analogia à *London Eye*. Ela é uma das maiores rodas-gigantes de observação do mundo (135 metros de altura) e tem cápsulas de vidro transparente nas quais as pessoas entram. Sendo uma roda-gigante muito grande, tendo as cápsulas transparentes e girando lentamente, ela permite que o indivíduo visualize vários pontos da cidade (Londres) dependendo da altura em que a cápsula se encontra em cada momento. Além disso, como os indivíduos podem se movimentar dentro da cápsula, ou seja, assumir diferentes posições de observação diferentes, esta visão também varia dentro de uma mesma cápsula. Assim sendo, a *Science Eye*, é uma representação visual analógica.

A analogia foi estabelecida considerando inicialmente que:

- assim como a visão de Londres, a da Ciência é ampla e extremamente complexa;
- cada cápsula de vidro transparente representa uma área de conhecimento, podendo, então, fornecer uma orientação diferente para se visualizar a Ciência. Alguns exemplos de áreas são: Filosofia

da Ciência (FC), que se relaciona ao processo de construção do conhecimento científico; Psicologia da Ciência (PC), que abarca as relações intrapessoais de um indivíduo com os processos de produção e uso do conhecimento científico; Antropologia da Ciência (AC), que considera a produção de conhecimento científico um tipo de ação social e o desenvolvimento dele um tipo de produção cultural; Sociologia da Ciência (SC), que evidencia que a Ciência é uma prática social; Economia da Ciência (EC), que estuda os impactos sofridos e/ou exercidos pela mercantilização e comercialização do conhecimento científico em suas etapas de produção e aplicação; e História da Ciência (HC), que estuda o desenvolvimento dos conhecimentos científicos ao longo do tempo;

e

- cada posição dentro de cada cápsula representa um ângulo a partir do qual a área de conhecimento pode ser analisada. Assim, na analogia, propomos que diferentes posições representem aspectos de NdC específicos daquela área, o que possibilita uma orientação diferente para o entendimento de uma mesma área e, conseqüentemente, para a visão de Ciência. Por exemplo, na FC teríamos aspectos como (i) epistemologia, que apresenta uma reflexão dos limites e alcances relacionados à construção do conhecimento científico; (ii) ética, que discute os valores éticos e morais que norteiam a construção do conhecimento científico; e (iii) lógica, que envolve os raciocínios relacionados à construção do conhecimento científico.

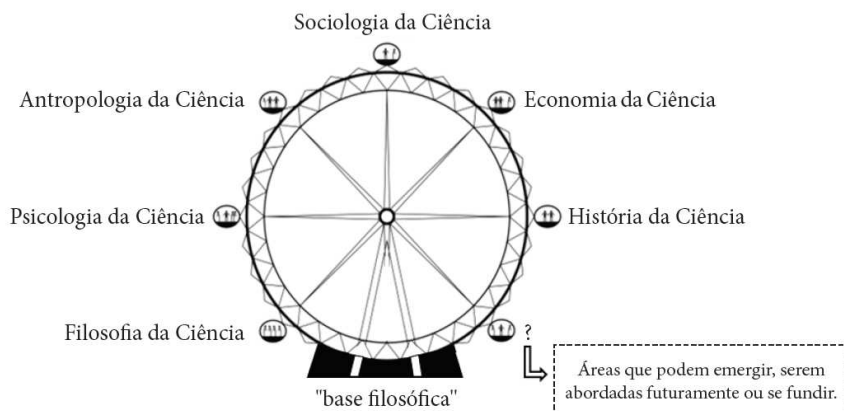


Figura 4.1: *Science Eye* – Representação visual analógica do MoCEC v.2 (Santos, Maia, & Justi, 2020, p. 594).

Portanto, o modelo propõe (e a representação evidencia) que, para que a Ciência seja caracterizada de forma mais ampla, várias áreas de conhecimento e seus respectivos aspectos de NdC devem ser considerados. Em sua versão atual, o modelo caracteriza a Ciência a partir de seis principais áreas (as indicadas na Figura 1) às quais se associam 37 aspectos no total.

Ressaltamos que Santos, Maia e Justi (2020) apresentam a caracterização tanto para cada área (de maneira mais detalhada do que apresentamos anteriormente) quanto para cada aspecto. Devido à quantidade de aspectos e à extensão da caracterização deles, neste livro, optamos apenas por elencá-los (Quadro 1) para que o leitor tenha uma ideia do que estamos chamando de aspectos de NdC. Todavia, ao longo dos capítulos, ao identificarmos os aspectos que podem emergir na discussão das atividades propostas, apresentamos a essência de cada um deles. Além disso, na representação existe também um ponto de interrogação associado a uma das cápsulas evidenciando que o modelo está em aberto, isto é, que outras áreas podem ser acrescentadas, assim como outros aspectos.

Quadro 4.1: Áreas de conhecimento (expressas por suas siglas) e seus respectivos aspectos de Natureza da Ciência adaptado de Santos, Maia e Justi (2020, p. 603).

<b>Áreas de Conhecimento</b>	<b>Aspectos de Natureza da Ciência</b>
<b>Filosofia da Ciência (FC)</b>	Epistemologia; ética; e lógica.
<b>Psicologia da Ciência (PC)</b>	Complexidade; criatividade; falibilidade; incerteza; influência motivacional; inteligência; limitação; não linearidade do pensamento; objetividade; personalidade; racionalidade; representação; e subjetividade.
<b>Antropologia da Ciência (AC)</b>	Incomensurabilidade e influência cultural.
<b>Sociologia da Ciência (SC)</b>	Aceitabilidade; credibilidade; falibilidade; incerteza; influência sociopolítica; e interações entre cientistas.
<b>Economia da Ciência (EC)</b>	Acesso ao conhecimento; aplicabilidade; competitividade; fontes de financiamento; investimento econômico; produtividade; publicidade; e viabilidade.
<b>História da Ciência (HC)</b>	Influência histórica; multiplicidade; não linearidade; progressividade; e provisoriedade.

O MoCEC v.2 se diferencia de outras abordagens devido aos fatos de (i) contar com uma representação visual analógica que busca favorecer seu entendimento, especialmente por professores; e (ii) buscar caracterizar detalhada e didaticamente o que seria cada um dos aspectos de NdC que podem ser introduzidos, de maneira contextualizada, o que se refere à presença de um contexto como pano de fundo; e/ou explícita, que se refere a discutir abertamente sobre aspectos de NdC que influenciam (ou influenciaram) a construção do conhecimento científico; e/ou integrada, que se relaciona a incorporar aspectos de NdC tanto ao desenvolvimento de um ou mais conteúdos científicos curriculares quanto aos objetivos de ensino e aprendizagem *de*

e *sobre* Ciências. Por isto, adotamos esta perspectiva de NdC para fundamentar as propostas apresentadas neste e em alguns outros capítulos deste livro (5, 6 e 7).

Neste capítulo, a partir da utilização do filme *O Menino que Descobriu o Vento*<sup>12</sup>, apresentamos uma proposta de introdução de aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita. Para possibilitar a inserção e discussão de aspectos de NdC, como mencionado anteriormente, elaboramos uma sequência didática composta por três etapas, com propósitos específicos. A descrição e objetivo das três etapas, assim como as atividades propostas, são apresentados na seção e subseções seguintes.

### **Sequência de Atividades**

Cada uma das três etapas apresenta um propósito que se complementa, ou seja, as etapas buscam contemplar elementos essenciais de uma intervenção didática: a explicitação das ideias prévias dos estudantes, a inserção e discussão de novas ideias, e a utilização, pelos estudantes, dessas novas ideias em uma situação diferente.

Assim, considerando a sequência em discussão, a primeira etapa visa compreender qual a visão inicial dos estudantes a respeito de o que é Ciência e de como o conhecimento científico é desenvolvido e utilizado, além de permitir a discussão inicial de aspectos de NdC. Nessa etapa, sem interferências, o professor identifica qualitativamente quais os pensamentos dos estudantes *sobre* Ciências por meio de uma série de perguntas relacionadas a questões do cotidiano do estudante e da rotina de um cientista.

---

<sup>12</sup> Ele está disponível na plataforma de *streaming* da *Netflix*. Para ter acesso ao filme, basta acessar o *link*: <https://www.netflix.com/br/title/80200047>



A segunda etapa consiste na inserção de aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita por meio de discussões sobre o filme *O Menino que Descobriu o Vento*. Nesse momento, o professor tem a oportunidade de inserir alguns aspectos que podem emergir tanto nos recortes do filme ou até mesmo na fala dos estudantes em resposta aos pontos de discussão sugeridos.

A terceira etapa visa identificar se, e em que extensão, houve uma ampliação da visão dos estudantes *sobre* Ciências e sobre os processos de construção e utilização do conhecimento científico. Para isso, ela utiliza de uma ferramenta on-line e gratuita que permite ao estudante fazer comentários e selecionar cenas de vídeos próprios ou de diferentes plataformas. Nessa etapa o estudante, depois de ter passado pelo processo de inserção e discussão de aspectos de NdC, é levado a expressar novamente qual a sua visão *sobre* Ciências e como ele reconhece essa temática em situações do cotidiano.

### ***Atividade 1: Visão inicial sobre Ciências***

*Responda<sup>13</sup> as perguntas a seguir com o máximo de detalhes possível. Lembre-se que aqui não existem respostas certas ou erradas, mas elas devem ser coerentes com cada uma das perguntas apresentadas.*

*Bom trabalho!*

***Questão 1:*** *Se você pudesse escolher alguém para ocupar uma vaga de emprego e o único critério que pudesse analisar fosse a criatividade, quem você elegeeria para o cargo? Um cantor, um cientista, um gerente de banco, um motorista de ônibus, ou um pintor de quadros? Justifique sua resposta.<sup>14</sup>*

***Questão 2:*** *Quais características um cientista possui? Como ele é fisicamente? Como ele se comporta? Para responder essas perguntas você pode mencionar características físicas e*

---

<sup>13</sup> Destacamos em itálico as atividades voltadas para o estudante.

<sup>14</sup> Os espaços em branco destinados às respostas dos estudantes foram omitidos nesta e nas próximas atividades.

psicológicas.

**Questão 3:** *Você já viu em alguma embalagem de remédio ou cosmético a expressão “cientificamente comprovado”? O que esta expressão diz sobre o produto?*

**Questão 4:** *Como é o dia a dia de um cientista em seu trabalho? Qual(is) o(s) resultado(s) do trabalho desse profissional? Cite exemplos de avanços da Ciência presentes em sua vida. Esses avanços te afetam de forma positiva ou negativa?*

**Questão 5:** *A Ciência pode ser utilizada para fazer mal às pessoas e ao meio ambiente? Se sim, você consegue citar algo maléfico realizado pelos cientistas? Se não, você consegue citar algo benéfico realizado pelos cientistas? Justifique sua resposta.*

**Questão 6:** *Imagine que você seja um cientista e trabalhe muito na condução de sua pesquisa para a cura de uma doença. Porém, você percebe que praticamente nenhum dos resultados que possui é satisfatório. Como você justificaria a importância de sua pesquisa à um governante que não quisesse mais investir em sua pesquisa?*

**Questão 7:** *Onde a Ciência é feita? Em quais espaços você acredita ser possível que haja o desenvolvimento científico? O que é preciso para que algum produto ou ideia seja considerado como resultado da produção científica?*

**Questão 8:** *Você consegue se ver como um cientista no futuro? Se sim, qual área você acha mais interessante? Se não, explique os motivos.*

Sugerimos que esta atividade seja realizada em grupos pequenos (de até quatro integrantes) para que a discussão seja mais rica e para que a maioria dos estudantes possa participar efetivamente. Esses grupos deverão se manter durante todo o desenvolvimento da sequência didática, pois só assim será possível identificar se, e em que extensão, houve uma ampliação da visão *sobre* Ciências dos integrantes de tais grupos. Os grupos deverão discutir as questões entre seus membros, podendo inclusive, respondê-las por escrito para entregar após a socialização com toda a turma.

Ao propor estas questões contextualizadas a partir de diferentes situações que abordam, implícita ou explicitamente, cientistas, suas características, o trabalho que realizam e seus resultados para os estudantes responderem; o professor poderá identificar as ideias iniciais dos estudantes a respeito de quem faz Ciência, como ela é feita e de sua influência na sociedade. Além disso, o professor poderá também, ao

tomar conhecimento das ideias iniciais de seus estudantes, identificar, durante e/ou ao final do desenvolvimento desta sequência, se, e em que extensão, houve uma ampliação de suas visões *sobre* Ciências.

As orientações para o professor em cada questão, apresentadas abaixo, elucidam tanto o objetivo das questões quanto identificam os possíveis<sup>15</sup> aspectos de NdC que podem emergir das respostas dos estudantes. Ademais, elas visam orientar o desenvolvimento da atividade, mais especificamente trazendo possíveis pontos que podem ser abordados com os estudantes, tanto para explicitar ideias prévias como para iniciar a discussão de diferentes aspectos de NdC. Todavia, no momento de discussão, o professor não deve apresentar aos estudantes os nomes e as respectivas áreas dos aspectos de NdC e sim as ideias a esses relacionadas, mas somente após as questões terem sido respondidas. Portanto, nomes e áreas são apresentados apenas com o objetivo de auxiliar o professor na condução de tal atividade.

**Questão 1:** Esta questão busca identificar se os estudantes entendem que a criatividade (PC) também é uma característica importante para os cientistas, visto que ela se relaciona com a capacidade que tais profissionais possuem de criar, produzir e/ou inventar algo novo, assim como de inovar a partir de algo que já existe. A diferença desses profissionais para os demais é o contexto no qual atuam. Portanto, a criatividade será importante para cientistas durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.

**Questão 2:** Esta questão busca identificar como os estudantes visualizam e idealizam

---

<sup>15</sup> Possíveis aspectos de NdC, pois não significa que apenas estes ou que todos estes serão observados pelos estudantes. Para ter acesso à caracterização dos aspectos e de suas respectivas áreas ver Santos, Maia e Justi (2020).

a imagem de cientistas, assim como seus comportamentos. Fatores como genialidade, isto é, um padrão intelectual; individualidade; e padrões físicos e de gênero podem ser expressos nas respostas dos estudantes. Portanto, a inteligência (PC) e a personalidade (PC) do cientista, bem com as interações entre eles (SC) devem ser levadas em consideração em processos de construção e uso do conhecimento científico.

**Questão 3:** Esta questão busca identificar se os estudantes compreendem a expressão “cientificamente comprovado” como uma afirmação incontestável a respeito da veracidade e confiabilidade de produtos ou ideias rotuladas dessa forma. Assim, por meio desta questão, o professor pode apresentar como os conceitos científicos e pesquisas são produzidos e validados na comunidade científica. A partir disso, é possível gerar um debate sobre a importância da Ciência na produção de informações confiáveis devido à sua credibilidade (SC) frente a comunidade científica e/ou sociedade. Além disso, é possível discutir sobre as maneiras como o conhecimento científico é produzido, comunicado, avaliado, revisado e validado para que seja aceito como científico (aceitabilidade – SC).

**Questão 4:** Esta questão busca identificar como os estudantes entendem o impacto de avanços da Ciência na sociedade e na qualidade de vida das pessoas, e se esses avanços estão atrelados à tecnologia, utilidade e geração de lucros (acesso ao conhecimento, aplicabilidade e produtividade – EC). Ao se discutir o dia a dia de um cientista em seu trabalho é possível identificar se os estudantes, em suas respostas, expressam as interações entre os cientistas (SC) ou reforçam o estereótipo de que eles trabalham isolados e em laboratórios. Além disso, o professor pode apresentar que a produção do conhecimento científico quase sempre é influenciada por seu campo de aplicação e sua capacidade de gerar retornos financeiros.

**Questão 5:** Esta questão busca identificar se os estudantes reconhecem a necessidade de respeito à valores morais e éticos na produção e uso do conhecimento científico

(ética – FC). Para corroborar esse objetivo, o professor pode apresentar aos estudantes a ausência de neutralidade da Ciência e que cada pesquisa é feita por pessoas com interesses, crenças, ideais e valores (subjetividade – PC), o que é essencial para uma maior compreensão dos processos de produção do conhecimento científico. Ou seja, definir que os objetivos de cada estudo podem ser baseados em benefícios ou malefícios, pode ampliar a visão dos estudantes sobre a não neutralidade da Ciência. A discussão dessa questão pode abordar que o desenvolvimento do conhecimento científico pode ser influenciado pela motivação do cientista (influência motivacional – PC), bem como pela sociedade (influência sociopolítica – SC) da qual ele faz parte e da cultura (influência cultural – AC) que permeia tal sociedade; assim como pelo contexto histórico (influência histórica – HC).

**Questão 6:** Esta questão busca identificar se os estudantes têm a ideia de que todo experimento realizado por cientistas tem sempre resultado satisfatório, ou se estes conseguem expressar que o erro e a falha fazem parte do processo de construção do conhecimento científico. A ideia de que tudo na Ciência sempre dá certo, ou de que um resultado insatisfatório não traz informações importantes à pesquisa, pode ser prejudicial ao desenvolvimento de uma visão mais ampla *sobre* Ciências. O professor pode apresentar que o desenvolvimento científico é obra humana e por isso está sujeito a falhas e incertezas (falibilidade e incerteza – SC). Além disso, em alguns casos, para que o financiamento e investimento econômico (EC) se mantenham, o cientista deve utilizar da capacidade de expressão (representação – PC) para convencer órgãos/pessoas da importância de sua pesquisa, caso contrário, o cientista será impossibilitado de dar continuidade (limitação – PC).

**Questão 7:** Esta questão busca identificar se os estudantes têm a ideia de que o conhecimento científico está restrito às universidades e a grandes centros de pesquisa (acesso ao conhecimento – EC e aceitabilidade e credibilidade – SC). Esse pensamento limita a interação dos estudantes com a Ciência durante seu percurso formativo ao

longo da Educação Básica. A partir disso, o professor pode exemplificar situações nas quais há avanço científico sem necessariamente estar em um ambiente formal de pesquisa (incomensurabilidade – AC).

**Questão 8:** Esta questão busca identificar se os estudantes veem na carreira de cientista um futuro promissor e, em caso positivo quais as áreas de maior interesse deles. As respostas negativas também podem revelar certo distanciamento entre o *fazer* Ciência (escolar) e os estudantes. Assim, o professor pode identificar qual(is) a(s) maior(es) causa(s) de os estudantes não ambicionarem a carreira de cientista (influência motivacional – PC).

As questões propostas podem ser utilizadas na sequência apresentada ou podem ter sua ordem alterada pelo professor, que também pode selecionar as questões que considerar mais adequadas para sua turma. A diversidade de áreas e aspectos de NdC contempladas na Atividade 1 possibilita a discussão de diferentes situações relacionadas à Ciência. Entretanto, as adaptações na Atividade 1 devem considerar que os aspectos discutidos também estejam presentes na Atividade 2, para que seja possível identificar se, e em que extensão, ocorreu uma ampliação da visão *sobre* Ciências de estudantes.

***Atividade 2: Aspectos de Natureza da Ciência em recortes do filme O Menino que Descobriu o Vento***

*Enquanto você assiste os recortes do filme, registre, no quadro abaixo, as principais ideias apresentadas e quais aspectos lhe chamaram a atenção em cada um deles.*

<i>Recortes</i>	<i>Principais ideias apresentadas</i>	<i>Aspectos<sup>16</sup> que chamaram atenção</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Devido ao uso do filme, esta atividade pode ser desenvolvida em sala de aula, sala de vídeo, laboratório de informática ou auditório. Essa escolha fica a critério do professor, pois depende da infraestrutura da escola em que leciona, visto que sua execução requer computador com conexão à *internet* e *data show* + quadro branco/tela/telão ou televisor para a exibição dos recortes. Ressaltamos que selecionamos apenas alguns recortes do filme devido a possibilidade de os estudantes apresentarem dificuldades de concentração e foco nos pontos para discussão.

Ao exibir os nove recortes, o professor apresentará aos estudantes novas perspectivas *sobre* Ciências, isto é, sobre os processos de produção e aplicação do conhecimento científico, assim como as influências que a Ciência pode sofrer e/ou

---

<sup>16</sup> Neste caso, a palavra aspectos não se refere a aspectos de NdC e sim a particularidades das cenas que tenham chamado a atenção dos estudantes.

exercer *da* e *na* sociedade, em relação aos seus processos. Portanto, a partir dos recortes será possível introduzir aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita. Além da introdução de aspectos de NdC, a partir desta atividade, o professor também pode introduzir, de maneira integrada, por exemplo, o conteúdo de energia eólica (Física).

A síntese das cenas de cada recorte, apresentadas abaixo, auxilia o professor a enfatizar partes importantes dos trechos e, assim, direcionar a discussão para o ponto central – representado pelo nome do recorte. Por esse motivo, a síntese é constituída de um panorama geral do recorte e enfatiza os principais pontos para discussão. Estes, por sua vez, apresentam de maneira objetiva questionamentos que podem nortear a discussão e contribuir para que os significados dos aspectos de NdC identificados nas cenas possam emergir durante e/ou após a exibição e discussão dos recortes, tanto a partir das respostas dos estudantes quanto da mediação do professor. Ressaltamos que o professor não precisa, necessariamente, fazer a leitura da síntese para os estudantes durante a discussão da atividade, porém ele pode utilizá-la para enfatizar partes importantes das cenas.

Ademais, o professor não precisa utilizar todos os questionamentos apresentados nos pontos para discussão. Por fim, as orientações para o professor são apresentadas a fim de explicitar a relação dos aspectos de NdC com as sínteses das cenas. Estas buscam auxiliar o professor na compreensão de como os aspectos de NdC, seus respectivos significados e as áreas às quais eles se relacionam estão presentes nos recortes selecionados. Além disso, tais orientações podem contribuir para que a discussão seja mais direcionada ao objetivo desta etapa da sequência. Vale ressaltar que a relação entre os aspectos de NdC apresentados nos comentários e as cenas dos recortes selecionados não está esgotada, ou seja, durante e/ou após a exibição e/ou discussão dos recortes, outros aspectos, diferentes dos identificados nas cenas, podem emergir.



**Recorte 1: Curiosidade de William – Trechos 00:05:00, 00:07:00 e 00:08:00**

**Síntese das cenas:** William é um menino curioso. Nos momentos iniciais do filme são exibidas algumas cenas que evidenciam essa característica. Para consertar o rádio de um vizinho, William compara o “esqueleto” do aparelho com o rádio de seu pai, que funciona perfeitamente. A habilidade com equipamentos eletrônicos pode se tornar fonte de renda para o menino, que insiste por dias no conserto de tal aparelho.

**Pontos para discussão:** Você considera que a curiosidade é importante para os processos de produção, desenvolvimento e uso da Ciência? O cientista deve ser uma pessoa curiosa? Se sim, como ele usa a curiosidade em sua profissão?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar uma associação da curiosidade como uma característica importante ao cientista, visto que ela se relaciona com a criatividade (PC) que é a capacidade que tal profissional possui de criar, produzir e/ou inventar algo novo, assim como de inovar a partir de algo que já existe. Além disso, também é possível associar a curiosidade com a personalidade (PC) ao evidenciar o comportamento de William ao comparar o “esqueleto” do rádio do vizinho que não funcionava com o rádio do pai que funcionava. Dessa maneira, o professor pode evidenciar que a partir da personalidade é possível explicar a maneira como um cientista reage frente às diferentes situações. Por conseguinte, o professor pode associar a curiosidade de William também à aplicabilidade (EC) do conhecimento científico, visto que a sua personalidade e criatividade o levaram a aplicar seus conhecimentos e consertar o rádio do vizinho e, além disso, ganhar algum dinheiro com isso.

**Recorte 2: Acesso à educação – Trecho 00:16:00 ao 00:18:00**

**Síntese das cenas:** As cenas retratam as dificuldades de William em chegar à escola, a pobreza de sua família e as escolhas que o menino precisa fazer para priorizar seus estudos. As mensalidades da escola precisam ser pagas, porém por conta de

problemas com a colheita, o pai do menino não tem condições de pagá-las. O pai de William orienta que o filho pare de ir à escola e o auxilie na lavoura.

**Pontos para discussão:** Você consegue associar o contexto em que William está inserido à uma outra realidade? É possível que meninos como William mudem a realidade em que vivem? Explique como isso poderia acontecer. Em caso de resposta negativa, justifique.

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar um debate sobre o acesso ao conhecimento (EC). Para isso, o professor pode, a partir dos pontos para discussão, levantar questões a respeito da acessibilidade à Ciência e aos estudos de qualidade para todos. Mesmo que não seja uma realidade dos estudantes, é importante que estes entendam que nem todos têm o mesmo acesso à Ciência, o que acaba aumentando as desigualdades de um modo geral. Além disso, o professor pode discutir tal aspecto de maneira mais ampla a partir de uma reflexão sobre o contexto educacional brasileiro.

**Recorte 3: Contexto político da região do Malawi – Trechos 00:19:00, 00:23:00, 00:26:00 e 00:38:00**

**Síntese das cenas:** A região onde William e sua família moram estava passando por uma crise política. Decisões a respeito do meio ambiente, por exemplo, o corte de árvores para a venda de madeira, estavam sendo tomadas. Tais decisões afetariam o clima do local e, conseqüentemente, as chuvas, o plantio e a colheita de grãos.

**Pontos para discussão:** Sob essa perspectiva, cite e explique alguma situação em que decisões coletivas afetaram a sua realidade, seja em sua família, sua escola, seu bairro, sua cidade, ou até mesmo sua nação. As mudanças provenientes de tais decisões foram positivas ou negativas? Se negativas, a Ciência poderia trazer possíveis soluções para o problema gerado? Se sim, qual(is)?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar um

debate sobre como as influências de diferentes naturezas, por exemplo, motivacional (PC), cultural (AC) e sociopolítica (SC), podem afetar nas tomadas de decisões coletivas na sociedade como um todo. Para isto, o professor pode evidenciar que mudanças provenientes de tais decisões podem afetar os processos de produção, desenvolvimento e uso do conhecimento científico. Isto porque, tais mudanças podem gerar novas demandas à Ciência e, conseqüentemente, novas pesquisas a serem realizadas para tentar propor possíveis soluções.

***Recorte 4: Conversa com o professor de Ciências – Trecho 00:42:00 ao 00:46:00***

**Síntese das cenas:** Os estudos de William estavam limitados a presença da luz do sol e esse problema tinha que ser resolvido. O menino trabalhava com seu pai na lavoura e, portanto, sobrava pouquíssimo tempo para ele estudar à luz do sol (durante o dia). Seu pai não poderia investir dinheiro em querosene para iluminar a casa durante a noite por conta da crise pela qual a sua lavoura enfrentava. Dessa maneira, William, pediu auxílio ao seu professor de Ciências, Kachigunda, pois percebeu que a bicicleta dele dispunha de um dínamo<sup>17</sup> que iluminava o caminho por onde ele passava. Além de pedir auxílio a um especialista, William utilizou sua criatividade para tentar resolver seu problema, uma vez que buscou por materiais que poderiam ser reutilizados em um ferro-velho e pediu ajuda a seus amigos.

**Pontos para discussão:** Você acha que assim como William, um cientista também precisa de ajuda em alguns momentos de sua pesquisa? Se sim, a quem ele recorre? Se não, justifique. Como você acha que um cientista trabalha? Será que há interação e troca de conhecimentos durante a produção, desenvolvimento e uso do conhecimento, assim como na conversa entre William e o professor de Ciências e

---

<sup>17</sup> Máquina eletrodinâmica que transforma energia mecânica em elétrica.

entre William e seus amigos?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode elucidar a interação entre cientistas (SC), isto porque é comum os estudantes acharem que cientistas trabalham isolados e apenas em laboratórios. Diante disso, o professor pode evidenciar que as relações estabelecidas, por exemplo, entre William e o professor de Ciências e entre William e seus amigos, para troca de conhecimentos são essenciais para o desenvolvimento, por exemplo, de uma ideia. Dado que ninguém sabe sobre tudo, e a consulta a referências como um especialista é essencial para o desenvolvimento de uma ideia e/ou pesquisa. Da mesma maneira que William consultou seu professor para entender um pouco mais sobre o funcionamento do dínamo e, a partir disso, tentar resolver seu problema de falta de luz para estudar durante a noite, a interação entre cientistas de diversas áreas é fundamental para o avanço de suas ideias e/ou pesquisas. Além disso, o professor pode enfatizar também que a criatividade (PC) dos cientistas atrelada às possíveis formas de interação entre eles também contribuem para o desenvolvimento da Ciência.

***Recorte 5: Diversas tentativas – Trecho 01:22:00 ao 01:29:00***

**Síntese das cenas:** Após dias difíceis, decorrentes das alterações climáticas e consequente fome na região do Malawi, William mais uma vez pediu auxílio ao professor de Ciências. Porém, dessa vez ele consultou seu professor para entender um pouco mais sobre as diversas formas de gerar energia e, a partir disso, tentar resolver o problema de falta de irrigação na lavoura. Além disso, ele também pediu ajuda a seus familiares, por exemplo, irmã e pai, e aos seus amigos para desenvolver sua ideia. Para tentar resolver o problema que a lavoura de seu pai estava enfrentando, William pensou em uma forma de gerar energia para o funcionamento de uma bomba d'água que retiraria água do subsolo para ser utilizada na irrigação da plantação. Para isto, ou seja, para a construção de um aparato, o menino utilizaria o quadro da bicicleta de seu pai. Contudo, as cenas mostram que ele não consegue

convencê-lo de que sua ideia poderia ser uma possível solução aos problemas que a lavoura enfrentava.

**Pontos para discussão:** Quais tipos de capacidades você acha que um cientista deve ter para conseguir os recursos necessários para desenvolver uma pesquisa científica? Será que todos os resultados ao longo do desenvolvimento de uma pesquisa científica são satisfatórios? Em situações de frustração ou de indisponibilidade de recursos, o que acontece com o desenvolvimento da pesquisa científica? Se estivesse no lugar do William, como você reagiria com todos os não que ele recebeu?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode revelar que assim como William, os cientistas também enfrentam dificuldades ao longo do desenvolvimento de suas pesquisas. Para isto, o professor pode usar como exemplo as cenas em que mostram que, em um primeiro momento, William não consegue convencer (representação – PC) seu pai de que sua ideia poderia ser uma possível solução para os problemas que sua lavoura enfrentava. Portanto, o menino pode não ter convencido seu pai devido à falta de capacidade de expressão e de credibilidade (SC), além do fato de ser um adolescente, o que o limitou (limitação – PC) naquele momento executar a sua ideia.

*Recorte 6: Conversa com o pai – Trecho 01:34:00 ao 01:36:00*

**Síntese das cenas:** William tem uma conversa decisiva com o seu pai e usa o argumento de que arriscar pode gerar bons resultados para defender a sua ideia.

**Pontos para discussão:** Um cientista precisa desenvolver e/ou mobilizar capacidades de argumentação para convencer aos outros de que sua ideia pode, por exemplo, ser uma possível solução para determinado problema. Você acha que William mobilizou essas capacidades ao conversar com seu pai?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar um debate sobre a importância do desenvolvimento e/ou mobilização da capacidade de

expressão (representação – PC) por parte dos cientistas, visto que ela será requerida em um dos processos de construção de conhecimento, a comunicação.

***Recorte 7: Cooperação – Trecho 01:36:00 ao 01:42:00***

**Síntese das cenas:** Os minutos finais do filme mostram que após convencer o pai a ceder sua bicicleta, mais especificamente o quadro dela, William também contou com a ajuda de familiares, vizinhos e amigos para a execução de sua ideia. Diante disso, além de participar do processo de construção do moinho, o menino também distribuiu tarefas a quem se dispôs a ajudá-lo.

**Pontos para discussão:** Você acha que William seria capaz de construir o moinho sem a ajuda dos familiares, vizinhos e amigos? Se sim, isso mudaria algo no processo ou no resultado final? Se não, qual seria a atitude do menino sem a ajuda recebida? Fazendo um paralelo com o trabalho de um cientista, você acha que as pesquisas científicas são realizadas individualmente? Ou colaborativamente? Quem você acha que está envolvido no processo de proposição e desenvolvimento de uma pesquisa científica?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode elucidar a interação entre cientistas (SC), isto porque é comum os estudantes acharem que cientistas trabalham isolados e apenas em laboratórios. Assim sendo, o professor pode evidenciar as relações de cooperação dos familiares, vizinhos e amigos de William na construção do moinho.

***Recorte 8: Mudança de realidade – Trecho 01:44:00 em diante (minutos finais do filme)***

**Síntese das cenas:** William teve uma ideia para solucionar o problema vivenciado no vilarejo em que vivia – aproveitar a força do vento para a construção de um moinho e, conseqüentemente, para o funcionamento de uma bomba para retirar água subterrânea para irrigação da plantação. Com o sucesso da execução de sua ideia, a

lavoura foi restabelecida e houve uma mudança significativa na vida de todos no vilarejo.

**Pontos para discussão:** Conhecendo a história de William e o contexto em que ele estava inserido, quais características você atribui ao menino? As características atribuídas ao menino são parecidas com as características que você atribuiu para um cientista na Atividade 1? Você acha que William pode ser considerado um cientista? Por quê?

**Orientações para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar um debate a respeito das características atribuídas a um menino negro e pobre como William e das características atribuídas a um cientista, assim como das semelhanças e diferenças entre elas (criatividade, inteligência e personalidade – PC). Além disso, o professor pode usar como exemplo o resultado obtido por William (com a colaboração de seus familiares, vizinhos e amigos – interação entre cientistas – SC) e retomar o processo para obtenção de tal resultado a fim de enfatizar as diferentes maneiras de “ser cientista” e de se *fazer* Ciência (escolar) (incomensurabilidade – AC). Assim, o professor pode favorecer que os estudantes reconheçam tanto a diversidade dos indivíduos e dos processos de produção e aplicação do conhecimento científico quanto as influências que a Ciência pode sofrer e/ou exercer *da* e *na* sociedade, em relação aos seus processos. É válido ressaltar que o estereótipo de cientista como homem, branco, com aparência de maluco e que, geralmente, trabalha sozinho e no laboratório, foi consolidado desde o século XVIII, quando a Ciência se desenvolvia de forma elitizada e basicamente na Europa. Hoje, esse estereótipo não contempla a diversidade presente no meio científico, apenas reforça a ideia de que “a Ciência não é para todos”.

### *Recorte 9<sup>18</sup>: Ciência como fator de mudança de realidade - Cenas de créditos*

**Pontos para discussão:** A Ciência (escolar) utilizada por William mudou a realidade de muitas pessoas. Existe alguma realidade em seu bairro ou em sua vida que a Ciência possa mudar? Você acha que a Ciência pode ser utilizada para diminuição de desigualdades?

**Comentários para o professor:** A discussão deste recorte pode proporcionar um debate sobre a mudança na realidade de William a partir do acesso ao conhecimento (EC), influência cultural (AC), influência sociopolítica (SC) e aplicabilidade (EC) do conhecimento científico. Assim, o professor pode ressaltar que a sociedade em contato com a Ciência pode buscar por melhorias que impliquem em uma qualidade de vida melhor. Para isto, ele pode utilizar outros exemplos em que a Ciência (escolar ou não) tenha atuado como fator de mudanças de realidades. A discussão pode também se ampliar para o *fazer* Ciência (escolar) que está ligado intrinsecamente a uma formação de qualidade e para todos, com objetivo de alcançar o máximo de estudantes possível apresentando novas possibilidades de vivências e uso da Ciência.

Para finalizar, o professor pode, por exemplo, escolher um outro filme de sua preferência que também apresente potencial para introduzir aspectos de NdC de maneira contextualizada e explícita (e integrada). Porém, ele deve considerar os aspectos discutidos nas questões da Atividade 1. Isto porque, todos os aspectos inseridos e discutidos na Atividade 2 foram contemplados em pelo menos uma das questões da Atividade 1. Além disso, essa relação entre as etapas da sequência é fundamental para que, a partir do conhecimento das ideias iniciais dos estudantes,

---

<sup>18</sup> Este recorte não possui síntese das cenas por se tratar dos créditos.



possam ser identificadas possíveis modificações em suas visões *sobre* Ciências.

### **Atividade 3: Visão *sobre* Ciências após a participação nas Atividades 1 e 2**

Para realizar esta atividade você deve acessar o site <https://edpuzzle.com> e se inscrever<sup>19</sup>. A partir disso, você terá acesso a uma ferramenta, on-line e gratuita, que permite a edição de vídeos próprios ou disponíveis nas plataformas associadas (por exemplo, YouTube) a partir da adição de comentários, por exemplo, via áudio.

A Figura 4.2 apresenta a tela à qual você terá acesso após se inscrever. Nela são apresentados o nome da atividade (Sujeito<sup>20</sup>), seu objetivo (Objetivo do projeto) e a síntese do comando da atividade (Instruções).

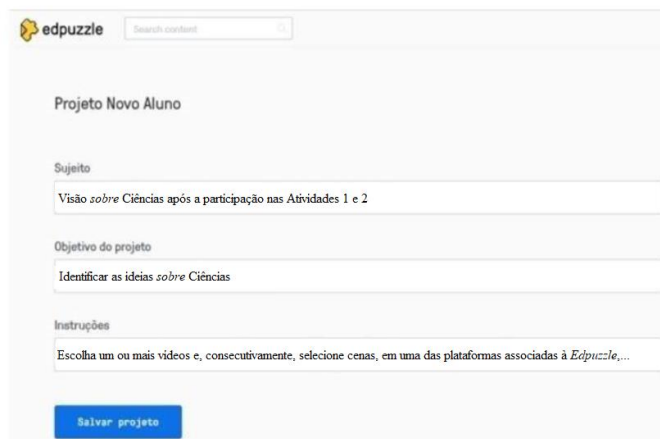


Figura 4.2: Tela inicial da Atividade 3 adaptada de Siqueira (2019, p. 43).

**Comando da atividade:** Escolha um ou mais vídeos e, consecutivamente, selecione cenas,

---

<sup>19</sup> Para ter acesso aos tutoriais elaborados para o professor e estudante utilizarem a ferramenta *Edpuzzle*, ver Siqueira (2019). Para isso, basta acessar o link: <https://bit.ly/3eom0Ss>

<sup>20</sup> Sujeito e Projeto Novo Aluno são nomenclaturas específicas adotadas pela própria ferramenta que, para nós, correspondem à atividade.

*em uma das plataformas associadas à Edpuzzle, que retratem explicitamente situações e/ou ideias que se relacionam com o que vimos e discutimos nas Atividades 1 e 2. Em seguida, faça a edição dos vídeos escolhidos. Para isso, você deve fazer comentários via áudio para cada uma das cenas selecionadas e destacar as situações e/ou ideias que lhe chamaram a atenção.*

Devido ao uso da ferramenta, essa atividade pode ser desenvolvida em: sala de aula, laboratório de informática ou casa. Essa escolha fica a critério do professor, pois irá depender da infraestrutura da escola em que leciona, visto que sua execução requer *internet*, computador, *tablet* ou celular e microfone ou fone de ouvido com microfone. Caso o professor opte por desenvolver essa atividade em casa, sugerimos que o comando dela seja apresentado oralmente pelo professor, para que ele o faça da maneira mais clara para seus estudantes. Além disso, no atual contexto (pandêmico), ressaltamos a importância do uso de uma ferramenta on-line e gratuita como a utilizada nessa atividade.

A partir (i) dos vídeos escolhidos e, consecutivamente, das cenas selecionadas pelos estudantes; (ii) dos comentários via áudio feitos por eles destacando as situações e/ou ideias que lhes chamaram a atenção em cada uma das cenas selecionadas; e (iii) do conhecimento das ideias expressas nas atividades anteriores, o professor poderá ter indícios de modificações em suas visões *sobre* Ciências. Por exemplo, na Atividade 1, é esperado que os estudantes deem respostas consideradas inadequadas de acordo com a perspectiva de ensino adotada nesta sequência didática, ou ainda, respostas sucintas. Todavia, na Atividade 2, é esperado que os estudantes deem respostas inadequadas e adequadas, ou ainda, sucintas e mais elaboradas, ou seja, pode ser um momento de transição. Caso identifique a ampliação da visão *sobre* Ciências por parte de estudantes, o professor pode analisar em que extensão ela aconteceu a partir dos momentos de transição.

A seguir apresentamos alguns exemplos de situações e/ou ideias que podem ser destacadas a partir de comentários feitos pelos estudantes e que podem dar

indícios aos professores de possíveis modificações em suas ideias *sobre* Ciências:

- Ciência não é feita apenas em laboratórios: existem cientistas de outras áreas do conhecimento, não somente aqueles que trabalham na área de Ciências da Natureza, como Ciências Humanas (por exemplo, Filosofia, História e Sociologia);
- Ciência não é desenvolvida necessariamente por homens, brancos, com aparência de malucos e que, geralmente, trabalham sozinhos;
- Ciência não é desenvolvida por um cientista isolado em seu laboratório, visto que mesmo um cientista da área de Ciências da Natureza que trabalhe em laboratório, este não trabalha sozinho; e
- Ciência influencia a sociedade e, portanto, pode transformar a realidade dos indivíduos que vivem em sociedade.

A sequência didática apresentada pode ser adaptada conforme às realidades de cada turma e as necessidades de cada currículo. O professor pode inserir discussões sobre conteúdos científicos, por exemplo, transformação de energia, por meio do formato de sequência apresentado neste capítulo.

Além disso, o professor pode fazer uso de outras estratégias e ferramentas digitais em substituição ao uso de filmes. Plataformas como *YouTube*, *Instagram*, *TikTok* e *Twitter* fazem parte da vida dos estudantes e podem ser utilizadas como fontes para seleção de material que pode ser abordado com os estudantes. Identificar e introduzir aspectos de NdC em contextos relacionados à cultura popular pode fazer com que a Ciência se torne mais familiar aos estudantes. Isso permite, ainda, que eles participem mais ativamente do próprio processo de aprendizagem, mesmo no contexto de ensino remoto devido à pandemia.

Encerramos este capítulo com um convite para que você, professor, ao

desenvolver essa sequência com suas turmas entre em contato conosco. Será um prazer e uma honra para nós tomarmos conhecimento dos resultados e da repercussão dessa sequência de atividades com seus estudantes. Fique à vontade para fazer as adaptações que achar necessárias e conte conosco em caso de dúvidas.

## Referências Bibliográficas

- Chassot, A. (2006). *Alfabetização Científica: Questões e Desafios para a Educação* (8ª ed.) [s.l.]: Unjuí.
- Justi, R., & Erduran, S. (2015). *Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers*. Conference of the International History, Philosophy, and Science Teaching Group, Rio de Janeiro, Brazil.
- McComas, W. F. (2008). Seeking Historical Examples to Illustrate Key Aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17(2-3), 249–263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: Ministério da Educação.
- Santos, M. A. R. (2019). *Compreendendo Visões de Estudantes sobre Ciências e suas Relações com o Ensino Fundamental em Modelagem em Contextos Cotidiano, Científico e Sociocientífico*. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BBLJX2/1/disserta\\_o\\_monique\\_santos.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BBLJX2/1/disserta_o_monique_santos.pdf)
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Siqueira, E. C. P. (2019). *A Inserção e Discussão de Aspectos de Natureza da Ciência em Sala de Aula a partir do Filme O Menino que Descobriu o Vento*. (Trabalho de Conclusão de Curso), Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. <https://bit.ly/3eom0Ss>
- Siqueira, E. C. P., Santos, M., & Corrêa, R. G. (2020). Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência no Planejamento de Situações Diferenciadas de Ensino de Ciências. *#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(2), 1-17. <https://doi.org/10.35819/tear.v9.n2.a4461>

MONIQUE SANTOS  
ROSÁRIA JUSTI

---

# 5. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS A PARTIR DA ELABORAÇÃO DE MODELOS PELOS ESTUDANTES

---



## Objetivos da sequência

Esta sequência visa promover a tomada de consciência por parte dos estudantes com relação à existência de alguns aspectos de NdC a partir da vivência de práticas científicas e epistêmicas análogas às que cientistas vivenciam ao produzir conhecimentos científicos. Para isto, propomos o uso de atividades de modelagem, uma vez que esta abordagem de ensino engloba uma série de outras práticas científicas como as relacionadas à investigação, experimentação, argumentação, entre outras, utilizadas por cientistas para produzir conhecimentos científicos.

Portanto, ao participar de atividades baseadas em tal abordagem, os estudantes podem se conscientizar da existência de alguns aspectos de NdC e, conseqüentemente, ampliar suas visões *sobre* Ciências. Para que o foco fique na discussão das práticas vivenciadas pelos estudantes, a atividade foi proposta envolvendo um tema cotidiano, que não requer conhecimentos científicos específicos. Apesar de alguns conhecimentos de Física e/ou Química poderem ser usados, a atividade pode ser desenvolvida usando conhecimentos cotidianos sobre o uso da tecnologia envolvida nos objetos de estudo (controle remoto de TV e portão eletrônico).

Esta atividade pode ser desenvolvida tanto com estudantes do Ensino Médio quanto do Ensino Superior. Sugerimos que ela seja desenvolvida no 3º ano do Ensino Médio nas disciplinas de Física e/ou Química e/ou nos cursos de Física e/ou Química tanto na modalidade Licenciatura quanto Bacharelado em função de envolver alguns conhecimentos de Física e/ou Química como circuitos, espectro eletromagnético, pilhas e baterias.

Com relação à estimativa de tempo para o desenvolvimento desta sequência didática, sugerimos cinco aulas de 50 minutos, sendo duas para a Atividade 1, duas para a Atividade 2, se possível geminadas, e uma para a Atividade 3.

## Contexto e Natureza

**Dimensão de Contextualização:** Cotidiana

**Natureza das atividades:** Investigativa

## Fundamentação teórico-metodológica

Esta sequência de atividades foi elaborada a partir de referenciais sobre modelos e modelagem na Educação em Ciências. Ao investigarmos a palavra *modelo* na literatura da área de Educação em Ciências, encontramos diversos significados. Essa variedade de significados pode estar relacionada tanto ao contexto no qual tal ideia foi proposta quanto aos contextos nos quais ela é empregada. Por isso, sentimos a necessidade de optar por um significado que fizesse sentido não apenas na área de pesquisa em Educação em Ciências, mas também para os professores que tiverem acesso a esta sequência didática.

Uma definição frequentemente encontrada na literatura é a de que modelos são representações parciais de entidades (objetos, eventos, processos ou ideias), elaborados com um objetivo específico (Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998). Considerando esta definição, Gilbert, Boulter e Elmer (2000) apresentam a existência de seis modos de representação para modelos:

- Concreto (tridimensional), caracterizado pelo uso de materiais como massinha de modelar, palitos de dente, bolinhas de isopor, entre outros;
- Gestual, caracterizado pelo uso de movimentos do corpo ou de partes dele (por exemplo, as mãos);
- Simbólico, constituído por símbolos, fórmulas e equações químicas e matemáticas;
- Verbal (oral ou escrito), identificado por descrições e/ou explicações de

entidades e de relações entre elas, assim como pelo uso de metáforas e analogias como base para o modelo elaborado;

- Virtual, isto é, animações e simulações computacionais; e
- Visual (bidimensional), caracterizado por desenhos, gráficos, tabelas, entre outros.

A escolha do modo de representação depende do contexto, isto é, dos objetivos específicos para os quais os modelos serão elaborados e utilizados, assim como dos recursos disponíveis. Além disso, os autores afirmam que modelos podem ser utilizados para representar parcialmente entidades em diferentes níveis, por exemplo, macroscópico, microscópico e submicroscópico.

Embasados em outras perspectivas, psicológicas e filosóficas, Gilbert e Justi (2016) propuseram considerar modelos como *artefatos epistêmicos*, isto é, como ferramentas de pensamento. Neste sentido, eles podem ser utilizados com outras finalidades além da de representar alguma entidade (Knuuttila, 2005). Por exemplo, podemos pensar em modelos com as funções de organizar ideias, de favorecer a elaboração de explicações e de previsões.

Por concordarmos com tais autores, e sendo coerente com todos os trabalhos atuais do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências, optamos por adotar este último significado apresentado, modelos como artefatos epistêmicos.

Visando manter a coerência com o significado adotado para modelos, assumimos como *modelagem* o processo cíclico, complexo, criativo, não linear, não predeterminado e, portanto, dinâmico, tanto de elaboração e expressão de modelos, como de utilização deles na construção do conhecimento científico (Gilbert & Justi, 2016).



Segundo os autores, tal processo (sintetizado na Figura 5.1) envolve quatro etapas: criação; expressão; teste; e avaliação. A menos da criação de um modelo inicial, tais etapas podem ocorrer em ordens variadas e/ou simultaneamente.

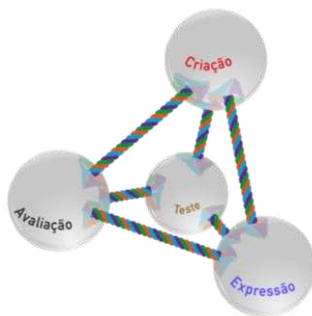


Figura 5.1: O Modelo de Modelagem v.2: Representação do processo de modelagem adaptada de Gilbert e Justi (2016, p. 36).

De acordo com Justi e Gilbert (2002), Justi (2006) e Gilbert e Justi (2016) essas etapas possuem subetapas e podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

- *Criação*: é a etapa na qual um primeiro modelo é criado a partir da definição e/ou compreensão dos objetivos que ele deve atingir. Isto ocorre a partir da obtenção de informações sobre a entidade a ser modelada e da seleção de uma base para estabelecer os raciocínios iniciais. A obtenção de informações pode ocorrer de diversas maneiras como através de fonte interna (como as ideias prévias dos estudantes) e/ou através de fontes externas (como pesquisas em quaisquer fontes, experimentos empíricos, informações fornecidas na atividade e/ou pelo professor). As bases podem ser selecionadas a partir do uso de metáforas, analogias e/ou equações matemáticas. A integração dinâmica e simultânea dessas subetapas (definição e/ou compreensão de objetivos, obtenção de informações e seleção de bases), somada à criatividade e ao raciocínio crítico dos estudantes, resulta na elaboração de um modelo mental inicial. No contexto

escolar, os objetivos são geralmente definidos pelo professor e devem ser compreendidos pelos estudantes para que estes possam participar do processo;

- *Expressão*: é a etapa na qual os estudantes selecionam os modos de representação (tridimensional, gestual, simbólico, verbal, virtual, bidimensional) para expressar seus modelos mentais. Simultaneamente, ou imediatamente após a seleção de um ou mais modos de representação, os estudantes definem os códigos de representação, isto é, o significado de cada elemento relacionado à expressão do modelo. Por exemplo, se o modo de representação selecionado for um desenho (bidimensional), é necessário que sejam definidos os significados de cada tipo de linha ou cor. Ao longo dessa etapa, os estudantes devem estar atentos às limitações de diferentes modos de representação, assim como à possibilidade de acessar recursos disponíveis para a utilização de cada um deles. Tais limitações resultam em o modelo expresso não ser exatamente igual ao modelo mental inicialmente elaborado;
- *Teste*: é a etapa na qual é realizada a verificação sobre a adequação do modelo aos objetivos para os quais ele foi elaborado. Os testes podem ser empíricos e/ou mentais dependendo, principalmente, do tema do modelo e dos recursos disponíveis. Esta também é uma etapa em que os estudantes (de um determinado grupo, por exemplo) tentam convencer outros estudantes (dos demais grupos) de que seu modelo é mais adequado para explicar, por exemplo, os resultados previstos, observados e/ou obtidos durante a realização dos testes. Caso o modelo não atenda aos objetivos para os quais foi elaborado, ele pode ser modificado ou rejeitado. Quando o modelo é rejeitado, é necessário reiniciar o processo de modelagem. Porém, o processo tende a ser mais rápido do que o anterior, visto que o estudante

já compreende os objetivos, bem como as falhas de seu modelo e têm outras informações (obtidas nos testes); e

- *Avaliação*: é a etapa na qual se realiza a verificação da abrangência e das limitações do modelo elaborado. Isto é feito a partir da tentativa de utilização de tal modelo em outra situação ou contexto. Esta também é uma etapa em que os estudantes (de um determinado grupo, por exemplo) tentam convencer outros estudantes (dos demais grupos) de que seu modelo é mais abrangente por conseguir, por exemplo, explicar mais elementos envolvidos na nova situação ou contexto.

Gilbert e Justi (2016) explicam, ainda, que escolheram o tetraedro para representar o processo de modelagem (Figura 1), em virtude de esta ser uma forma geométrica que apresenta quatro vértices equidistantes uns dos outros. Assim, tal forma geométrica pode ser rodada sem alterar as relações entre os vértices. Além disso, o tetraedro consegue representar que as etapas do processo de modelagem não ocorrem em nenhuma ordem específica. Por exemplo, um modelo mental inicial pode ser testado mentalmente antes mesmo de ser expresso, assim como um modelo pode ser testado e avaliado simultaneamente. Portanto, tal forma geométrica enfatiza que o processo é cíclico, não linear, não predeterminado e, conseqüentemente, complexo e dinâmico.

Por fim, a representação do processo de modelagem (Figura 1) proposta por Gilbert e Justi (2016) foi pensada a partir da consideração desse processo como constituído por um conjunto de práticas científicas e epistêmicas, isto é, como constituindo os processos científicos e resultando na produção de conhecimentos científicos, respectivamente (Jiménez-Aleixandre & Duschl, 2015). Gilbert e Justi (2016) acreditam que tal representação pode contribuir para uma visão de modelagem mais ampla, uma vez que a compreensão da mesma e, conseqüentemente, do processo de modelagem, possibilita ao professor ir além do

processo de ensino e aprendizagem apenas de conteúdos científicos exigidos de acordo com o currículo vigente em qualquer nível de ensino. Em suma, utilizar atividades baseadas em modelagem – o que tem sido chamado na literatura de Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM) – possibilita ao professor também ensinar *sobre* Ciências.

## **Sequência de Atividades**

Esta abordagem de ensino requer que os estudantes trabalhem em grupos (sugerimos que sejam de 4-6 integrantes para favorecer a participação de todos). Além disso, o professor deve solicitar que os estudantes não realizem buscas, por exemplo, sobre o funcionamento de um controle remoto na internet. Caso contrário, a atividade perderá sua natureza, que é investigativa.

### ***Atividade 1: Construindo conhecimentos de uma maneira diferente***

*Provavelmente<sup>21</sup> você, estudante, possui uma rotina de estudos um tanto quanto pesada, certo? Diante disso, chega um momento em que você precisa dar uma relaxada... (aquela famosa “procrastinada”! Quem nunca?) Pois bem, para isso existem, por exemplo, canais que exibem várias séries, filmes, documentários etc. para lhe ajudar. Basta você apertar o controle remoto de sua TV e escolher o que você quer assistir. Mas, ao apertar o controle remoto, você já pensou em como esse equipamento funciona? Pois bem, esse será nosso desafio nesta atividade!*

*I. Elabore um modelo que explique como funciona um controle remoto de TV. Desenhe seu modelo e explique todas as características dele por escrito.*

Os objetivos da Atividade 1 são os estudantes proporem modelos que

---

<sup>21</sup> Destacamos em itálico as atividades voltadas para o estudante.

expliquem o funcionamento de um controle remoto e expliquem, por escrito, todas as características do modelo proposto. Essa atividade se relaciona às etapas de criação e expressão do modelo inicial. Esperamos que, ao longo dessas etapas vivenciadas pelos estudantes e de discussões promovidas pelo professor ao longo dela, eles tomem consciência do aspecto criatividade (PC) ao terem que criar o modelo e do aspecto representação (PC) ao definirem como expressá-lo e, efetivamente, fazer isto. Ademais, esperamos também que ao longo da atividade como um todo, ou seja, ao vivenciar o processo de modelagem, os estudantes tomem consciência do aspecto interação entre cientistas (SC). Isto porque, trabalhando em grupos, eles vão vivenciar práticas análogas às que cientistas vivenciam ao produzir conhecimentos científicos.

O professor deve disponibilizar tempo suficiente para que os estudantes elaborem e expliquem seus modelos. Além disso, é importante que ele passe pelos grupos para se certificar da compreensão do objetivo desta parte da atividade, tirar dúvidas e favorecer ainda mais as discussões. Nesses momentos, o professor pode fazer questões como:

- Vocês compreenderam o objetivo da atividade?
- Por que vocês acham que esse modelo explica o funcionamento de um controle remoto?
- O que vocês levaram em consideração durante o processo de elaboração de seu modelo?

Após os estudantes terminarem a atividade, o professor deve solicitar que eles socializem seus modelos para a turma. Esse é um momento em que o modelo de um determinado grupo pode influenciar outro grupo a modificar, ou mesmo abandonar seu modelo inicial. Além disso, esse é um momento em que os colegas da turma podem apontar incoerências nos modelos dos outros grupos. Neste momento, o

professor pode evidenciar os aspectos representação (PC) e aceitabilidade (SC), visto que é no momento de socialização que os estudantes vão expressar o modelo elaborado, de forma verbal e/ou visual e, a partir disso, os demais poderão avaliar tal modelo. Tal processo pode resultar na revisão do modelo em conjunto e talvez na validação pelos colegas da turma. Para isto, o professor pode fazer questões como as apresentadas no Quadro 5.1:

Quadro 5.1: Exemplos de questões possíveis de serem feitas durante a parte A da atividade.

<b>Aspectos de NdC</b>	<b>Possíveis questões</b>
<b>Representação</b>	O que vocês estão fazendo?
	Por que vocês estão fazendo isto?
	É importante fazer isto?
	Quais habilidades vocês precisaram mobilizar para fazer isto?
<b>Aceitabilidade</b>	Os modelos elaborados por vocês são adequados?
	O que determina que um modelo é adequado?
	Quem determina que um modelo é adequado?

Caso os estudantes tenham dificuldades em contrapor seu modelo ao de outro grupo, o professor pode fazer questões como:

- O modelo do grupo X é adequado? Por quê?
- Por que o modelo Y também é adequado?
- Por que seu modelo é mais coerente do que o do grupo Y?
- O que vocês levaram em consideração durante o processo de elaboração de seu modelo que o grupo Y não levou?

O objetivo é que os estudantes analisem a adequação dos modelos apresentados e discutam porque um modelo, ou outro, é mais, ou menos, adequado para explicar o funcionamento de um controle remoto.

A partir dessa discussão, o professor deve ressaltar a possibilidade de existência de múltiplos modelos para explicar uma mesma situação. Além disso, o professor deve destacar que um modelo pode ser mais adequado do que o outro, mas que isso não significa que um seja mais “certo” do que o outro, ou seja, enfatizar que modelos, sendo artefatos criados pela mente humana, sempre têm limitações. Neste momento, também é possível chamar a atenção para o fato de que o aspecto falibilidade (SC) não é coerente com a modelagem, uma vez que não existe modelo “certo” ou “errado”, e sim modelo abrangente ou limitado. Para promover tal discussão, o professor pode fazer questões como:

- Os modelos elaborados por vocês são adequados?
- O que determina que um modelo é adequado?
- Quem determina que um modelo é adequado?
- Esses modelos seriam “certos”? Por quê?

Em síntese, não é possível dizer que um modelo é “certo”. Como modelos, eles são elaborados em nossas mentes, eles: (i) não são cópias da entidade que está sendo modelada; (ii) emergem a partir de nossas ideias e/ou experiências prévias sobre o tema, ou sobre temas correlatos; (iii) enfatizam somente algumas características da entidade que está sendo modelada; e (iv) podem ser modificados, por exemplo, a partir de novas informações sobre a entidade modelada. Então, quando solicitamos que estudantes elaborem modelos, o objetivo não é que eles “adivinhem” a “resposta certa”, mas sim que vivenciem o processo e, a partir daí, possam aprender sobre como o conhecimento científico é produzido.

Mesmo sabendo que modelos não são cópias da realidade e que o objetivo da

atividade não é que os estudantes adivinhem como efetivamente funciona um controle remoto de TV, você, professor, pode estar curioso sobre tal mecanismo de funcionamento.

Uma das tecnologias usadas em controles remotos de TV é a transmissão de luz infravermelha (IR) a partir do centro da parte superior do controle. Mas para que ele funcione, é necessário que exista, na parte frontal da TV, um receptor de luz IR. Assim, a premissa básica do funcionamento de um controle remoto de TV deste tipo é o uso dessa luz para levar sinais entre o controle remoto e a TV. De forma mais detalhada, um controle remoto desse tipo envia pulsos de luz IR que podem ser representados por códigos binários específicos (do tipo 0 e 1). Esses códigos correspondem a comandos como liga e/ou desliga, aumenta e/ou diminui o volume, entre outros. A TV decodifica os pulsos de luz IR de forma que o microprocessador da TV reconheça os códigos binários. O microprocessador realiza então a tarefa correspondente do comando selecionado ao indivíduo apertar o botão do controle remoto.

Um controle remoto deste tipo tem algumas limitações. Por exemplo, seu alcance é de apenas dez metros e ele exige linha visada, isto é, não podem existir obstáculos entre o controle remoto e a TV, uma vez que pulsos de luz IR não são transmitidos através de paredes e também não fazem curvas.

Este é um modelo que explica o funcionamento de um controle remoto de TV, cuja tecnologia é a luz IR. Entretanto, qualquer outro modelo que preveja a emissão de algum sinal pelo controle remoto e a recepção dele pela TV pode ser aceito, pois o objetivo da atividade não é que os estudantes aprendam sobre a tecnologia envolvida, mas vivenciem práticas científicas que possam levar à construção de conhecimento científico e reflitam sobre a Ciência a partir disso. Portanto, o professor não deve apresentar estas informações para os estudantes.



## Atividade 2: Testando nossos modelos

Agora, teremos a oportunidade de testar nossos modelos visando analisar em que extensão eles satisfazem o objetivo para o qual foram elaborados.

No Quadro 1 são apresentadas cinco condições diferentes às quais um controle remoto de TV pode ser submetido e o que é observado em cada uma delas.

Quadro: Observações relacionadas ao funcionamento do controle remoto de TV em diferentes condições.

<b>Condições</b>	<b>Observações</b>
1. Deixar o fio da TV desconectado da tomada e, em seguida, apertar o botão de ligar no controle remoto.	A TV não liga.
2. Conectar o fio da TV na tomada e, em seguida, apertar o botão de ligar no controle remoto.	A TV não liga.
3. Apertar o botão de ligar no controle remoto da TV de uma marca para ligar a TV de outra marca.	A TV não liga.
4. Apertar o botão de ligar no controle remoto da TV que fica na sua sala estando no seu quarto (sendo esses cômodos separados por paredes).	A TV não liga.
5. Apertar o botão de ligar no controle remoto da TV da sua sala estando no quintal (em uma casa grande).	A TV não liga.

1. O modelo do seu grupo é capaz de explicar tais observações? Por quê?
2. Em caso de resposta afirmativa à questão 1:

Como você convenceria os outros grupos de que o modelo do seu grupo é mais adequado para explicar tais observações?

3. Em caso de resposta negativa à questão 1:

Reformule o modelo do seu grupo de modo que a partir dele seja possível explicar tais observações. Expresse seu novo modelo por escrito e/ou desenhos. Explique todas as

*características do seu novo modelo.*

4. *Como o novo modelo do seu grupo é capaz de explicar tais observações?*

O objetivo da Atividade 2 é que os estudantes testem o modelo proposto na parte anterior ao tentar utilizá-lo para explicar cinco condições à qual um controle remoto de TV poderia ser submetido. Se o modelo proposto conseguir explicar as cinco condições, eles terão que justificar e propor uma maneira de convencer os demais grupos de que aquele modelo é o mais adequado. Caso contrário, será necessário reformular ou elaborar outro modelo. Além disso, de posse desse “novo” modelo, reformulado ou totalmente diferente do anterior, eles devem explicar e propor uma maneira de convencer os demais grupos de que tal modelo é mais adequado para explicar as cinco condições.

Essa parte da atividade se relaciona à etapa de teste do modelo. Esperamos que, ao longo dessa etapa vivenciada pelos estudantes e de discussões promovidas pelo professor ao longo dela, eles tomem consciência não apenas do aspecto representação (PC) ao ter em mente a necessidade de convencer os demais colegas, mas também tomem consciência, ao longo desse processo de realização dos testes, dos aspectos limitação (PC), incerteza (SC), não linearidade do pensamento e racionalidade (PC). Para isto, o professor pode fazer questões como as apresentadas no Quadro 5.2:

Quadro 5.2: Exemplos de questões possíveis de serem feitas durante a Atividade 2 da atividade.

<b>Aspectos de NdC</b>	<b>Possíveis questões</b>
<b>Representação</b>	Ver/consultar Quadro 1 apresentado na discussão da Atividade 1.
<b>Limitação</b>	Quais dificuldades vocês tiveram para testar seus modelos?
	Essas dificuldades impossibilitaram o teste de seus modelos?
<b>Incerteza</b>	Quais dúvidas vocês tiveram para explicar as observações apresentadas no Quadro 1?
	Como vocês lidaram com essas dúvidas?
<b>Não linearidade do pensamento</b>	Essas dificuldades fizeram vocês mudarem de ideia?
	Essas dúvidas fizeram vocês mudarem de ideia?
<b>Racionalidade</b>	Como vocês relacionaram as informações apresentadas no Quadro 1?

O professor deve disponibilizar tempo suficiente para que os estudantes testem seus modelos. Além disso, é importante que ele passe pelos grupos para se certificar da compreensão do objetivo da atividade, tirar dúvidas e favorecer ainda mais as discussões. Nesses momentos, o professor pode fazer questões como:

- Por que vocês reformularam seus modelos?
- Por que vocês elaboraram um novo modelo?
- O que vocês levaram em consideração para reformular ou rejeitar seus modelos?
- Por que esses modelos são mais adequados do que os outros?

- Por que vocês não reformularam ou rejeitaram seus modelos?
- Como vocês me convenceriam de que seus modelos são os mais adequados?

Após os estudantes terminarem a atividade, o professor deve solicitar, novamente, que eles socializem seus “novos” modelos para a turma. Esse é um momento em que os colegas da turma podem identificar incoerências nos modelos dos outros grupos que não haviam sido apontadas na socialização anterior. Neste momento, o professor pode, assim como foi feito no momento de socialização anterior, evidenciar os aspectos representação (PC) e aceitabilidade (SC). Para isto, o professor pode fazer questões como as apresentadas no Quadro 1. Caso os estudantes tenham dificuldades em contrapor seu “novo” modelo ao de outro grupo, o professor pode fazer questões como:

- Por que seu “novo” modelo é mais adequado do que o do grupo X?
- Vocês acham que as observações oferecem mais suporte ao seu “novo” modelo ou ao do grupo X? Por quê?
- Vocês pensaram em outros elementos que possam dar suporte ao seu “novo” modelo e não aos dos grupos X e Y? Quais?
- Vocês consideraram a importância de a TV estar ligada na tomada?
- Vocês consideraram a importância de ter energia elétrica para que a TV possa ser ligada?
- Vocês consideraram a importância de o controle remoto estar com pilhas?
- Vocês consideraram a importância de o controle remoto a ser utilizado ser o específico da TV e/ou de uma outra TV de mesma marca?
- Vocês consideraram a presença de estruturas rígidas entre o controle remoto e a TV?
- Vocês consideraram a distância entre o controle remoto e a TV?

O objetivo é que os estudantes analisem a adequação dos “novos” modelos apresentados e discutam porque um ou outro modelo é mais ou menos adequado para explicar as cinco condições e observações apresentadas.

Após essa discussão, o professor deve ressaltar que os testes são fundamentais para se analisar um modelo, visto que eles podem ajudar a repensar elementos que devem ser reformulados em modelos iniciais, ou até mesmo chegar ao consenso de que é necessário elaborar outros modelos. Durante essa discussão, o professor deve questionar os estudantes se seria possível elaborar um único modelo a partir dos que foram elaborados inicialmente e/ou modificados, e como isso poderia ser feito. Isso pode contribuir para promover uma discussão sobre a aceitação de um modelo depender de uma dada comunidade científica, o que normalmente acontece após a realização de testes, assim como para o estabelecimento de um (ou mais) modelo consensual da turma, ou seja, um (ou mais) modelo que expresse a ideia da maioria dos grupos (aceitabilidade – SC).

### ***Atividade 3: Utilizando o modelo em outra situação***

*Agora, teremos a oportunidade de avaliar o(s) modelo(s) consensual(is) da turma em outra situação: pensando no funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico.*

1. *O modelo do seu grupo é capaz de explicar o funcionamento geral de um controle remoto de portão eletrônico?*

*Sim*

*Não*

*Parcialmente*

2. *Em caso de resposta afirmativa à questão 1:*

*Quais aspectos do funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico o modelo do seu grupo é capaz de explicar? Por quê?*

3. *Em caso de resposta negativa à questão 1:*

*Quais aspectos do funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico o modelo do seu grupo não é capaz de explicar? Por quê?*

4. *Em caso de resposta parcialmente afirmativa à questão 1:*

*Quais aspectos do funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico o modelo do seu grupo é capaz e não é capaz de explicar? Por quê?*

O objetivo da Atividade 3 é que os estudantes avaliem a abrangência e as limitações de seus modelos, sejam eles os iniciais, reformulados ou refeitos, quando utilizados para explicar o funcionamento geral de um controle remoto de portão eletrônico. Nessa parte da atividade – que se relaciona à etapa de avaliação do modelo – não será necessário que os estudantes reformulem ou elaborem outros modelos, mas que eles discutam tudo o que acharem relevante para responder as questões. Esperamos que, ao longo dessa etapa vivenciada pelos estudantes e de discussões promovidas pelo professor, eles tomem consciência dos aspectos representação (PC) e aceitabilidade (SC) ao tentar convencer aos demais colegas e ao avaliar seus modelos. Para isto, o professor pode fazer questões como as apresentadas no Quadro 5.1.

O professor deve disponibilizar tempo suficiente para que os estudantes avaliem seus modelos. Além disso, é importante que ele passe pelos grupos para se certificar da compreensão do objetivo dessa parte da atividade e tirar dúvidas, quando necessário.

Após os estudantes terminarem a atividade, o professor deve promover uma discussão que favoreça aos estudantes apresentar e justificar sua proposta para o funcionamento geral de um controle remoto de portão eletrônico que seus modelos são ou não capazes de explicar, assim como refletir sobre as modificações que poderiam ser realizadas em seus modelos de modo a explicar “melhor” o funcionamento desse tipo de controle remoto. Além disso, e de o professor ter

favorecido a tomada de consciência de alguns aspectos de NdC por parte dos estudantes, ele deve favorecer que eles também tomem consciência sobre o próprio processo de modelagem, ao longo de todo o processo. O objetivo é que eles desenvolvam uma visão mais ampla *sobre* Ciências. Para isso, o professor pode fazer questões, durante e/ou após cada etapa e/ou ao final do processo, como as apresentadas no Quadro 5.3:

Quadro 5.3: Exemplos de questões possíveis de serem feitas durante a atividade.

<b>Momentos</b>	<b>Possíveis questões</b>
Durante e/ou após as etapas de criação e expressão	Quais dificuldades vocês encontraram (ou estão encontrando) na elaboração do modelo?
Durante e/ou após a etapa de teste	Quais dificuldades vocês encontraram (ou estão encontrando) ao testar o modelo?
	Como ocorreu (ou está ocorrendo) o processo de teste do modelo?
Durante e/ou após a etapa de avaliação	Quais dificuldades vocês encontraram (ou estão encontrando) ao utilizar o modelo elaborado para explicar funcionamento de um controle remoto de TV para tentar explicar o funcionamento geral de um controle remoto de portão eletrônico?
Durante o processo	Vocês acham que os cientistas elaboram modelos? Por quê?
	Qual foi o objetivo de elaborarmos modelos nessa atividade (Atividades 1 e 2)?
	Para elaborar um modelo, os cientistas precisam ser criativos? Por quê?
	Vocês acham que foram (ou estão sendo) criativos ao elaborar seus modelos? Por quê?
	Quais outras características (além da criatividade) são necessárias para elaborar um modelo?

	Vocês acham que os cientistas trabalham colaborativamente (em grupo)? Por quê?
	Em que o trabalho coletivo (em grupo) os ajudou?
	Vocês acham que os cientistas utilizam evidências <sup>22</sup> para elaborar seus modelos? Por quê?
	As evidências são importantes? Por quê?
Ao final do processo	Alguma vez vocês já haviam vivenciado atividades que envolviam modelos? Se sim, como eram essas atividades?
	Essas atividades (1, 2 e 3) que vocês tiveram oportunidade de vivenciar mudaram suas visões sobre modelos? Se sim, como? Se não, por quê?
	Quais etapas vocês (seu grupo) seguiram para a elaboração do modelo para explicar funcionamento de um controle remoto (de TV e portão eletrônico – de maneira geral)?

Após essa discussão, o professor deve destacar que, ao realizar as atividades 1, 2 e 3, os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar o processo de modelagem, isto é, as etapas que constituem tal processo – criação, expressão, teste e avaliação de modelos – para explicar o funcionamento de um controle remoto de TV e portão eletrônico (de maneira geral).

Mesmo sabendo que modelos não são cópias da realidade e que o objetivo da atividade não é que os estudantes adivinhem como efetivamente funciona um controle remoto de portão eletrônico, você, professor, pode estar curioso sobre tal mecanismo de funcionamento.

---

<sup>22</sup> Evidências podem ser compreendidas como observações, dados, pistas que são utilizados para dar suporte a uma ideia, opinião e/ou modelo.



A tecnologia usada em controle remoto de portão eletrônico é a transmissão de ondas de rádio frequência (RF). Mas para que ele funcione, é necessário que exista, no portão eletrônico, um receptor de ondas de RF. Assim, a premissa básica do funcionamento desse tipo de controle é o uso dessa onda para levar sinais entre o controle remoto do portão eletrônico e seu motor. De forma mais detalhada, um controle remoto desse tipo transmite ondas de RF que podem ser representadas por códigos binários específicos (do tipo 0 e 1). Esses códigos correspondem a comandos como abrir e/ou fechar e, ou ainda, parar. O motor do portão eletrônico decodifica as ondas de RF de forma que o microprocessador do motor reconheça os códigos binários. O microprocessador realiza então a tarefa correspondente do comando selecionado ao indivíduo apertar o botão do controle remoto.

Um controle remoto de portão eletrônico, diferentemente do de TV, tem algumas abrangências. Por exemplo, seu alcance é de até 33 metros e a onda de RF pode ser transmitida através de paredes (portanto, faz curva). Isto pode ser notado, por exemplo, quando um indivíduo aperta o botão de abrir do controle remoto dentro de seu carro e com os vidros fechados, antes mesmo de chegar em frente ao portão de sua casa.

Caso o modelo para explicar o funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico fosse submetido aos mesmos testes que o modelo elaborado para explicar o funcionamento de um controle remoto de TV, teríamos:

- O motor do portão eletrônico não precisa estar ligado na tomada, ou seja, não necessita de energia elétrica para funcionar.
- Não é necessário existir uma linha visada, ou seja, linha reta para que o controle remoto do portão eletrônico funcione.
- A existência de estruturas rígidas entre o controle remoto do portão eletrônico e o motor dele não impede seu funcionamento.

Este é um modelo que explica o funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico, cuja tecnologia é a onda de RF. Entretanto, qualquer outro modelo que preveja a emissão de algum sinal pelo controle remoto e a recepção dele pelo motor pode ser aceito, pois, novamente, o objetivo da atividade não é que os estudantes aprendam sobre a tecnologia envolvida, mas vivenciem práticas científicas que possam levar à construção de conhecimento científico e reflitam sobre a Ciência a partir disso. Portanto, o professor não deve apresentar estas informações para os estudantes.

Por fim, ressaltamos que os aspectos epistemologia e lógica (FC); representação (PC); e aceitabilidade e interação entre cientistas (SC) estão presentes em todas as etapas do processo de modelagem e, portanto, são inerentes a ele. Isto porque, segundo Gilbert e Justi (2016), a modelagem é um processo cíclico, complexo, criativo, não linear, não predeterminado e, portanto, dinâmico, tanto de elaboração e expressão de modelos, como de utilização deles para a construção do conhecimento científico. Os aspectos epistemologia e lógica podem ser destacados devido ao fato de a modelagem ser um processo que requer reflexões, por parte dos sujeitos, durante e após sua vivência. Por exemplo, ao longo de todo o processo, os sujeitos devem refletir sobre os limites e alcances não apenas de seus modelos, mas de tudo o que se relaciona com eles (por exemplo, suas ideias, seus raciocínios, os modos e códigos de representação utilizados). Ademais, o aspecto representação pode ser destacado devido ao fato dele ser inerente à modelagem; o aspecto aceitabilidade pode ser destacado devido ao fato de o EFM requerer que, em um dado momento do processo, a turma chegue a um (ou mais) modelo consensual; e o aspecto interação entre cientistas pode ser destacado devido ao fato de os estudantes terem vivenciando as atividades de modelagem em grupos colaborativos com o objetivo de construir conhecimento, evidenciando a relevância das interações sociais ao longo do processo de construção do conhecimento científico.

## Referências Bibliográficas

- Gilbert, J., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Dordrecht: Kluwer.
- Gilbert, J., Boulter, C. J., & Rutherford, M. (1998). Models in Explanations, Part I: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97. <https://doi.org/10.1080/0950069980200106>
- Gilbert, J., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer International Publishing.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Duschl, R. (2015). *Epistemic Practices and Scientific Practices: Theoretical and educational challenges*. Paper presented at the 11th Conference of the European Science Education Research Association, Helsinki, Finland.
- Justi, R. (2006). La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, Implications for the Education of Modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Knuuttila, T. (2005). Models as Epistemic Artefacts: Toward a non-representationalist account of science representation. Helsinki: University of Helsinki.
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>

MONIQUE SANTOS  
ROSÁRIA JUSTI  
BEATRIZ CARVALHO ALMEIDA

---

## 6. UM CASO HISTÓRICO SOBRE A VIDA DE MARIE CURIE

---



## **Objetivos da sequência**

A atividade visa promover o desenvolvimento, por parte dos estudantes, do pensamento crítico *sobre* alguns aspectos de NdC a partir da história de Marie Curie. Para isto, propomos o uso de um caso histórico, uma vez que tal abordagem de ensino nos possibilita promover uma reflexão sobre alguns aspectos de NdC a partir de um contexto científico que envolve parte da história de Marie Curie. Nesta atividade, os estudantes podem refletir sobre alguns aspectos de NdC, principalmente os históricos e antropológicos (influência cultural) cuja discussão não é favorecida no capítulo anterior e, conseqüentemente, ampliar suas visões *sobre* Ciências.

Esta atividade pode ser desenvolvida tanto com estudantes do Ensino Médio quanto do Ensino Superior. No Ensino Médio ela pode ser integrada ao conteúdo, por exemplo, de Modelos Atômicos. No que diz respeito à estimativa de tempo para o desenvolvimento desta sequência, sugerimos três aulas de 50 minutos, sendo duas para realização da Atividade 1, se possível geminadas, e uma para a Atividade 2.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Científica

**Natureza das atividades:** Histórica

## **Fundamentação teórico-metodológica**

Existem várias definições para casos históricos na literatura da área de Educação em Ciências. Dentre elas, nos ancoramos na apresentada por Allchin, Andersen e Nielsen (2014) para elaboração desta atividade. De acordo com os autores, casos históricos são aqueles que envolvem o engajamento dos estudantes em questões históricas. Essas questões devem ser analisadas não a partir dos conhecimentos que temos hoje, e sim à luz dos conhecimentos que eram aceitos no

contexto histórico em que elas foram levantadas, de maneira a compreender como as ideias foram evoluindo ao longo do tempo. Diante disso, eles ressaltam que os casos históricos devem apresentar aos estudantes todas as incertezas e limitações com as quais os cientistas do passado tiveram que lidar, uma vez que incertezas e limitações estão sempre presentes no trabalho de cientistas.

## Sequência de Atividades

### *Atividade 1: Recortes do filme Madame Curie*

*Marie Skłodowska Curie (1867-1934)<sup>23</sup> foi uma cientista mundialmente reconhecida pelas suas contribuições aos estudos sobre a radioatividade, assim como pela descoberta de dois elementos químicos radioativos: o Rádio e o Polônio. Mas qual foi o contexto histórico no qual a produção de conhecimento científico sobre a radioatividade se deu? E sobre a descoberta do elemento químico Rádio? Quais foram as dificuldades com as quais Marie Curie precisou lidar? Como ela lidou com tais dificuldades?*

*Para saber mais informações sobre a história de Marie Curie e, dessa maneira, poder discutir sobre os questionamentos apresentados anteriormente, você vai assistir alguns recortes do filme Madame Curie (LeRoy, 1943) ou, na falta de acesso ao filme, ler um texto que apresenta o mesmo conteúdo.*

Para ter acesso ao filme *Madame Curie* (LeRoy, 1943), o professor pode verificar se ele está disponível nos catálogos de filmes das plataformas de *streaming*, por exemplo, *Netflix*, *HBO Go* e *Amazon Prime Video* (que são variáveis) ou nos aplicativos que reúnem filmes e séries de diferentes plataformas de *streaming*, como *Stremio*. Atualmente (maio de 2021), este filme está disponível neste aplicativo, que é grátis e funciona nos sistemas operacionais *Windows*, *macOS* e *Linux*, para

---

<sup>23</sup> Destacamos em itálico as atividades voltadas para o estudante.

computadores, e *Android* e *iOS*, para *smartphones*.

Enquanto você assiste os recortes do filme, registre, no quadro abaixo, as principais ideias apresentadas e quais aspectos lhe chamaram a atenção em cada um deles.

<i>Recortes</i>	<i>Principais ideias apresentadas</i>	<i>Aspectos que chamaram a atenção</i>
1°		
2°		
3°		
4°		
5°		
6°		
7°		
8°		
9°		
10°		

Devido ao uso do filme, essa atividade pode ser desenvolvida em sala de aula, sala de vídeo, laboratório de informática ou auditório. Essa escolha fica a critério do professor, pois depende da infraestrutura da escola em que leciona, visto que sua execução requer computador com conexão à *internet* e *data show* + quadro branco/tela/telão ou televisor para a exibição dos recortes.

Antes de exibir os recortes, o professor deve explicitar que este tipo de material (filme) pode não corresponder exatamente à realidade. Isto porque, por

exemplo, o filme se baseou em uma biografia escrita pela filha de Marie Curie, o produtor do filme pode ter solicitado ênfases ou omissões específicas, e o diretor pode ter usado “licença poética” para alterar fatos. Além disso, esta também é uma oportunidade para explicitar os aspectos multiplicidade e influência histórica (HC), visto que se trata de um caso histórico.

Nos dez recortes (Quadro 1), são apresentadas dificuldades que Marie Curie enfrentou ao longo de sua vida pessoal e acadêmica, tanto no que diz respeito ao seu lugar como mulher na sociedade e na Ciência quanto aos estudos relacionados ao elemento químico Rádio. O objetivo é que, a partir dos recortes apresentados, os estudantes façam uma reflexão sobre alguns aspectos de NdC, especialmente os históricos, que podem surgir a partir da história de Marie Curie.

Quadro 6.1: Sistematização dos recortes (tempo de filme) e das cenas (conteúdo do recorte).

Recorte/Tempo		Breve Descrição da Cena
1º	00:01:10 – 00:02:18	Aula com o Professor Poirot, na Universidade Sorbonne, em Paris, na qual Marie é a única mulher presente no auditório.
2º	00:03:40 – 00:04:30 Marie havia desmaiado de fome segundos antes	Professor Poirot leva Marie para comer depois de perceber que ela desmaiou em sua aula e aproveita para buscar saber mais sobre sua vida.
3º	00:13:05 – 00:14:50	Pierre comunica a David (seu assistente) que Marie, uma estudante indicada pelo Professor Poirot, vai dividir o laboratório com eles. Ao final de seu comunicado, Pierre ressalta que Marie se tratava de uma mulher e David se espanta.
4º	00:23:48 – 00:26:49	Marie é apresentada a Becquerel e logo em seguida ele mostra para Pierre e Marie os



		resultados do experimento que realizou, envolvendo a revelação de uma chapa fotográfica com a <i>pechblenda</i> (mineral que contém urânio).
5º	00:40:15 – 00:43:55	Pierre pede Marie em casamento. De acordo com Pierre, juntos eles poderiam contribuir mais no processo de produção do conhecimento científico.
6º	00:48:13 – 00:51:25	Em um passeio de barco, em plena lua de mel, Pierre e Marie conversam sobre o que poderia ser o tema da Tese de Doutorado dela.
7º	00:56:00 – 01:04:55	Marie faz medições utilizando um eletrômetro e percebe algumas inconsistências que a levam a pensar na existência de um novo elemento químico.
8º	01:04:56 - 01:08:58	O casal Curie vai à Sorbonne solicitar um laboratório para trabalhar, mas o pedido é negado.
9º	01:09:01 – 01:15:00 01:19:20 – 01:21:10	São mostrados procedimentos químicos que Marie utilizou para a separação do elemento químico Rádio presente na <i>pechblenda</i> e para que ela pudesse ter evidências da existência de tal elemento.
10º	01:52:20 – 01:56:30	Após a morte de Pierre, Professor Poirot pede para Marie, que se encontrava em estado de choque, continuar com suas pesquisas.

Após a exibição dos recortes (pausadamente, isto é, um recorte por vez e com intervalo de tempo entre um e outro, para que os estudantes registrem suas ideias), o professor pode discutir a atividade a partir da apresentação dos registros

feitos por eles.

Os possíveis<sup>24</sup> aspectos de NdC que podem permear os pontos que tenham chamado a atenção dos estudantes, são:

**1º Recorte:** A primeira cena do filme retrata um auditório no qual estava acontecendo uma aula de Ciências na qual Marie era a única estudante mulher em meio a vários outros estudantes homens. Não é possível afirmar se, de fato, Marie era a única estudante mulher presente nos cursos de Mestrado em Física e Matemática da Universidade Sorbonne. Entretanto, é possível assegurar que a presença dela era uma exceção, pois, mesmo na França, onde a presença de mulheres em cursos superiores não era proibida, isto não era algo comum.

Pensando nisso, é possível refletir sobre o mito da neutralidade da Ciência. A Ciência não é neutra! Ao contrário, é muito influenciada por aspectos culturais, por exemplo, questões de gênero, o que explica a ausência de mulheres nos cursos de Ciências da Natureza naquela época. Portanto, a partir desta cena os estudantes podem refletir sobre o aspecto influência cultural (AC). Além disso, é possível refletir também sobre o mito de que cientistas são gênios e que trabalham isolados quando o Professor Poirot fala que aqueles estudantes, presentes no auditório da Sorbonne, nunca conseguiriam fazer o que grandes cientistas (como Isaac Newton e Galileu Galilei) fizeram e que eles não teriam ninguém para ajudá-los. Ao contrário, os cientistas são seres humanos como outros quaisquer, porém escolheram a profissão de ser cientistas e, na maioria das vezes, trabalham em grupo. Portanto, a partir desta cena os estudantes podem refletir também sobre o aspecto interação entre cientistas (SC).

---

<sup>24</sup> Possíveis aspectos de NdC, pois não significa que apenas estes ou que todos estes serão observados pelos estudantes. Para ter acesso à caracterização dos aspectos e de suas respectivas áreas ver Santos, Maia e Justi (2020).

**2º Recorte:** Esta cena se passa em um restaurante. Enquanto Marie toma uma sopa (nota-se que a mesma estava faminta, o que justifica seu desmaio durante a aula), o Professor Poirot comenta com ela que acha estranho o fato dela não ter amigos em Paris. Marie responde que havia pouco tempo para amigos, pois seu interesse era em Física e Matemática. Como resposta, Poirot lhe diz que também se interessava por Física e Matemática, mas que além disso ele se interessava por sua esposa, casa, filha e duas netas. Em seguida, Marie fala que acha que nunca terá isso.

Nesta cena, os estudantes podem refletir sobre o aspecto limitação (PC) quando, por exemplo, Marie se vê impossibilitada de assistir a aula do Professor Poirot ao desmaiar por fome. Além disso, os estudantes podem refletir também sobre o aspecto personalidade (PC) quando, por exemplo, Marie demonstra ser uma pessoa focada e acha que talvez os fatos de ter amigos, conviver com eles e constituir família (se casar e ter filhos) poderiam atrapalhar seus estudos/pesquisas. Ainda com relação ao exemplo anterior, os estudantes podem refletir sobre o aspecto influência cultural (AC) porque, para Marie, era impossível conciliar as duas coisas, isto é, ser cientista e ter uma vida social (ter amigos, se casar, ter filhos etc.).

**3º Recorte:** No diálogo entre Pierre e David, Pierre fala sobre o perigo que mulheres representam para a Ciência. De acordo com Pierre, uma mulher pode tirar a atenção de um cientista homem de seus estudos. Em seguida, na tentativa de amenizar, David fala que as mulheres cientistas são desinteressantes. Para finalizar, Pierre solicita a David que prepare um canto afastado no laboratório para Marie.

Nesta cena, os estudantes podem refletir mais uma vez sobre o aspecto influência cultural (AC) no que diz respeito às questões de gênero.

**4º Recorte:** Becquerel percebeu que, ao deixar a *pechblenda* na ausência de luz, esta ainda era capaz de revelar chapas fotográficas. Diante disso, Becquerel chama Pierre e Marie para irem até o seu laboratório para eles observarem e discutirem os

resultados observados.

Nesta parte, os estudantes podem refletir sobre o aspecto interação entre cientistas (SC) quando, por exemplo, Becquerel compartilha os resultados de seus experimentos com Pierre e Marie. Além disso, os estudantes podem refletir também sobre o aspecto incerteza (SC), devido ao estranhamento de Marie (inicialmente) e Pierre (posteriormente à fala de Marie) frente aos resultados obtidos e apresentados por Becquerel. Ele acreditava que este fenômeno era explicado pelo que ele chamava de hiperfosforescência. Por muito tempo, Becquerel se dedicou ao estudo da fluorescência e fosforescência, o que explica por que ele acreditava que o comportamento da *pechblenda* se devia a um fenômeno análogo à fosforescência. Neste sentido, os estudantes podem refletir sobre o aspecto subjetividade (PC), visto que esta parte da cena evidencia a influência de conhecimentos prévios dos cientistas, no caso de Becquerel, para conduzir experimentos, elaborar hipóteses e propor teorias.

**5º Recorte:** Esta cena se passa logo após Pierre descobrir que Marie retornaria à Polônia, uma vez que ela havia finalizado seu Mestrado na Sorbonne. Diante disso, Pierre a convida para passar um final de semana com ele na casa de seus pais. Lá, Pierre aproveita a oportunidade para pedir Marie em casamento e, como justificativa para tal, fala que, juntos, eles poderiam contribuir mais para o processo de produção do conhecimento científico.

Nesta cena, os estudantes podem refletir sobre os aspectos: influência motivacional (PC) devido ao próprio ato de Pierre pedir Marie em casamento; influência cultural (AC) quando, por exemplo, Marie, mesmo possuindo já a sua resposta para o pedido de casamento, pergunta a Pierre o que ele achava, e ele responde que achava que o pai dela aceitaria (o consentimento do pai – algo que ainda hoje é arraigado em muitas culturas); interação entre cientistas (SC) devido à própria justificativa do pedido (juntos poderiam contribuir mais para a Ciência); personalidade (PC)

quando, por exemplo, Pierre fala que ele era nervoso e impaciente enquanto Marie era tranquila; e subjetividade (PC) quando, por exemplo, Pierre afirma que, assim como Marie, acreditava que a Ciência e a união eram incompatíveis.

**6º Recorte:** Ao beberem algo durante um passeio de barco, em plena lua de mel, Marie pergunta a Pierre em que ela deveria trabalhar em seu Doutorado e ele a responde com outra pergunta, enfatizando a importância dos interesses dela. Ela responde que se interessava por muitas coisas, sendo uma delas o seu estranhamento com relação aos resultados encontrados por Becquerel com relação à *pechblenda* e às explicações dadas para eles.

Nesta cena, os estudantes podem refletir sobre vários aspectos: provisoriedade (HC) quando, por exemplo, Marie fala que um dos princípios da Ciência é que nada dura para sempre; influência motivacional (PC) devido ao interesse de Marie saber mais sobre a *pechblenda*; inteligência (PC) quando, por exemplo, Marie estabelece algumas relações de acordo com o que viu e ouviu no laboratório de Becquerel; criatividade (PC) quando Marie expressa sua imaginação, curiosidade e faz alguns questionamentos; incerteza (SC) quando, por exemplo, Pierre fala que talvez Becquerel tenha deixado a porta entreaberta, ou seja, que talvez ainda tivesse um longo caminho a ser percorrido/explorado.

**7º Recorte:** A cena mostra Pierre conferindo o eletrômetro, pois tanto ele quanto Marie pensaram que as inconsistências nas medições realizadas por ela poderiam ser atribuídas ao equipamento. Entretanto, não havia nada de errado com o equipamento.

Nesta cena, os estudantes podem refletir sobre o aspecto falibilidade (PC) que é justamente como os cientistas identificam e lidam com erros durante o processo de produção do conhecimento científico. Além disso, no trecho seguinte, ainda nesta mesma cena, os estudantes podem refletir sobre vários aspectos: provisoriedade

(HC), lógica (FC) e racionalidade (PC) quando, por exemplo, Marie fala para Pierre que antes havia apenas quatro elementos: terra, ar, fogo e água, e que na época que o filme retrata haviam sido descobertos 78 elementos químicos. Portanto, eles concluem que se não havia nada de errado com o eletrômetro e que a radiação excedente (os quatro pontos faltantes, uma vez que a medição feita no eletrômetro para *pechblenda* era igual a 8 pontos, mas as medições feitas para o urânio e o tório eram iguais a 2 pontos cada) poderia ser explicada pela presença de outro elemento químico na *pechblenda*. Ainda neste mesmo trecho, os estudantes podem refletir sobre mais dois aspectos: influência motivacional (PC), por exemplo, quando Marie corre de maneira “desesperada” até o lixo para pegar o resíduo da *pechblenda*, após ter extraído o urânio e o tório, para realizar uma medição e, antes de realizá-la, aperta a mão de Pierre; e subjetividade (PC) quando, por exemplo, após obter o resultado esperado (4 pontos no resíduo da *pechblenda*), Marie visualiza uma mudança na natureza da matéria, que antes era considerada inerte e que, na época que o filme retrata, passa a ser vista como ativa. Em outras palavras, antes se pensava que o fenômeno observado era algo exterior ao átomo e passou a ser interior, ou seja, a radiação emitida era do próprio átomo.

**8º Recorte:** Ao irem à universidade solicitar um laboratório para suas pesquisas, o casal Curie se depara com uma comissão formada exclusivamente por professores homens brancos e velhos que declaram, entre outras coisas, que o fato de Marie ser jovem, inexperiente e mulher era um motivo para não lhes ceder um laboratório. É importante destacar que, ainda que Marie estivesse participando do meio científico, e que sua presença por si só já fosse uma forma de resistência, isso não mudava a maneira pela qual ela era vista por cientistas homens da academia. Mais uma vez, destaca-se aqui a grande influência que os valores culturais exercem sobre o meio científico. Assim, os estudantes podem refletir sobre o aspecto influência cultural (AC).

Ainda nesta cena, essa mesma comissão informa que a universidade não tinha verba para criação de um laboratório novo, assim como para comprar o equipamento específico solicitado por Marie. Dessa maneira, nesta cena, os estudantes podem refletir sobre o aspecto investimento econômico (EC). Além disso, a comissão ressalta a necessidade de evidências para que determinados conhecimentos sejam aceitos, visto que o pedido de Marie por um laboratório na universidade foi negado, em parte, pela falta de evidências que dessem respaldo às ideias da cientista sobre a existência de um novo elemento químico. Neste sentido, destaca-se também a importância das evidências, juntamente com as habilidades de retórica e argumentação dos cientistas (representação – PC), assim como a viabilidade (EC) de determinada pesquisa para a obtenção de investimento por fontes de financiamento (EC). Como destacado pela comissão, a pesquisa do casal Curie requeria um alto investimento, demandaria muito tempo e não apresentava nenhuma garantia de retorno (investimento econômico – EC).

Ao final desta cena, Marie falou que o casal tinha evidências experimentais e que eles trabalharam muito, exceto por cinco semanas devido ao nascimento de sua filha e ao óbito de sua sogra, para obtê-las. Nesta parte, os estudantes podem refletir sobre o aspecto limitação (PC).

**9º Recorte:** Nas cenas do filme que retratam o processo de separação do elemento químico Rádium, é possível notar o quão difícil era este processo porque a quantidade de Rádium presente na *pechblenda* era bem pequena, e que aconteceram alguns imprevistos que fizeram com que o casal Curie tivesse que pensar em novas formas de isolá-lo. Isto porque, só a partir deste trabalho extenuante de isolamento é que eles conseguiriam provar a existência de um novo elemento químico. Nesse sentido, é importante reconhecer que a produção de conhecimento científico não acontece por meio de descobertas ocasionais e desprovidas de “erros”. Tentar e errar são procedimentos (ou ações) comuns na Ciência.

Dessa maneira, nestas cenas, os estudantes podem refletir sobre aspectos como: complexidade (PC), falibilidade (PC), não linearidade (HC), progressividade (HC) e personalidade (PC) quando, por exemplo, Pierre se estressa ao perceber que mesmo após várias tentativas o casal ainda não havia conseguido separar os elementos químicos Bário e Rádio, e fala com Marie em tom exacerbado da vontade de desistir. Porém, Marie permanece calma e afirma que não desistiria enquanto tivesse vida, ou seja, que o processo poderia demorar o tempo que fosse.

Além disso, os estudantes podem refletir sobre o aspecto limitação (PC) quando Marie aparece tossindo ao despejar o ácido para solubilizar os sais, assim como quando ela fica tonta devido às emissões de gases oriundas da mistura aquecida nas caldeiras e precisa se escorar em uma pilastra.

**10º Recorte:** Esta cena se passa logo após o enterro de Pierre. Marie, em estado de choque, se isola no escritório de sua casa. O Professor Poirot tenta conversar com ela, mesmo sem que ela o responda. Poirot diz que ela deveria pensar em como Pierre gostaria que ela vivesse, assim como, desse continuidade em seus trabalhos no novo laboratório que ele tanto lutou junto dela para conquistar.

Nesta cena, os estudantes podem refletir sobre o aspecto limitação (PC) quando, por exemplo, Poirot ao perceber que Marie se encontrava desolada, fala: “Você deve continuar trabalhando, encontrar forças em algum lugar dentro de você mesma...”. Ainda, com relação ao exemplo anterior, os estudantes podem refletir sobre outros dois aspectos: credibilidade (SC) e personalidade (PC) devido à fala de Poirot poder ser interpretada como reconhecimento das contribuições de Marie para a Ciência ou como insensibilidade por parte dele por falar em trabalho em um momento como aquele, logo após o enterro de Pierre.

Caso o professor não tenha acesso ao filme, ele pode desenvolver a atividade a partir da leitura do texto (apresentado a seguir) que relata, de maneira sucinta, a



descrição dos recortes que foram selecionados (apresentados anteriormente) de maneira integrada ao enredo do filme. Neste último caso, o professor pode pedir, em um primeiro momento, que os estudantes leiam o texto e destaquem as principais ideias apresentadas e quais aspectos lhes chamaram a atenção ao longo de cada parágrafo e do texto como um todo e, em um segundo momento, ele pode ler parágrafo por parágrafo em voz alta com os estudantes e solicitar que eles apresentem as ideias e os aspectos que eles destacaram em cada um dos parágrafos.

*Este filme é uma cinebiografia por apresentar parte da história de Marie Curie com base em sua biografia, redigida por sua filha, Ève Curie. Logo no início do filme, Marie Sklodowska, que era polonêsa, se destaca por ser a única estudante mulher presente em meio a vários outros estudantes homens em uma aula de Ciências do Professor Poirot, na Universidade Sorbonne, em Paris, França. Além disso, Marie chamou a atenção de seu Professor devido ao fato de ter desmaiado em sua aula. Ao conversar com Marie, Poirot percebeu que ela havia desmaiado de fome e, diante dessa constatação, a levou para comer. Enquanto Marie tomava uma sopa, seu Professor aproveitou para buscar saber mais sobre sua vida social e acadêmica. Os interesses de pesquisa de Marie e seu foco chamaram a atenção de seu Professor, mas ele achou estranho o fato de ela não ter nenhum amigo em Paris.*

*Diante disso, o Professor Poirot indicou Marie para trabalhar com Pierre Curie. Assim, ela estaria envolvida com a pesquisa e, talvez, também poderia fazer um amigo. Por sua vez, Pierre não gostou muito da ideia de dividir seu espaço de trabalho, um laboratório, com uma mulher – o que ficou explícito em uma conversa dele com David, seu assistente, com quem dividia o laboratório. Ele não queria que nada os atrapalhasse, principalmente a ele, pois era muito focado em suas pesquisas. Pierre achava que mulheres representavam um perigo para a Ciência, visto que poderiam tirar a atenção de um cientista homem de seus estudos. Para tranquilizá-lo, David falou que eles não teriam com o que se preocupar, visto que as mulheres cientistas eram desinteressantes. Entretanto, por se tratar de uma indicação do Professor Poirot, ele não poderia dizer não.*

*Sendo assim, Marie passou a dividir o laboratório com eles, porém, em um canto afastado. Em um dia, Becquerel, que também trabalhava em um laboratório na mesma universidade, surpreso com os resultados de um experimento que fez, envolvendo a revelação de uma chapa fotográfica com a pechblenda (mineral que contém urânio), foi até o laboratório de Pierre para compartilhá-los com o colega. Nesse episódio, ele encontra Marie e eles acabam se conhecendo. Então, Becquerel convidou Pierre e Marie para irem até seu laboratório para compartilhar e discutir seus resultados com ambos, discussão esta que envolveu os três. A partir disso, e com o passar do tempo, Pierre percebeu o quanto Marie, assim como ele, também era focada em suas pesquisas e acabou reconhecendo sua inteligência e dedicação. Isto fez com que Pierre não só reconhecesse o trabalho de Marie e a admirasse como pesquisadora, mas também se apaixonasse por ela.*

*Pierre se deu conta de que estava realmente apaixonado ao descobrir que Marie estava prestes a retornar para Polônia, visto que ela havia terminado seu Mestrado em Física e Matemática na Sorbonne. Assim, Pierre resolveu convidá-la para passar um final de semana com ele na casa de seus pais. Ao perceber que não tinha muito tempo, Pierre aproveitou a ocasião para pedir Marie em casamento e, como justificativa, falou que juntos eles poderiam contribuir mais no processo de produção do conhecimento científico.*

*Após o casamento, eles fizeram uma breve viagem de lua de mel. Nela, durante um drink, eles conversaram sobre o que poderia ser o tema da Tese de Doutorado de Marie. Marie falou que se interessava por muitas coisas, sendo uma delas os resultados encontrados por Becquerel com relação à pechblenda e as explicações dadas por ele. Para ela, tinha algo a mais e ela queria investigar o que seria esse algo a mais.*

*Na sequência, o casal Curie se dedica a investigar as propriedades radioativas da pechblenda. Ao longo da investigação, Marie deduz, a partir de medições do nível de radioatividade emitido pela pechblenda feitas em um eletrômetro, que apenas os elementos químicos conhecidos, na época que o filme retrata, não poderiam gerar o nível de radiação indicado no aparelho.*

*Para darem continuidade às suas pesquisas, eles necessitariam de um novo laboratório que fosse maior e que tivesse alguns equipamentos específicos. Assim sendo, o casal Curie solicitou um novo laboratório na Sorbonne. Contudo, a comissão que avaliou a solicitação do casal era formada exclusivamente por professores homens brancos e velhos que declararam, entre outras coisas, que o fato de Marie ser jovem, inexperiente e mulher era um motivo para não lhes conceder um laboratório novo.*

*Ainda assim, mesmo tendo o pedido negado pela comissão, o casal Curie deu continuidade em suas pesquisas. A partir do método de cristalização (como é conhecido hoje), o casal se envolveu em um extenuante trabalho de isolamento do novo elemento químico, denominado por Marie como Rádio.*

*Por fim, em um dia que Marie e Pierre iriam comemorar a descoberta do Rádio e a concessão de um novo laboratório, Pierre se envolveu em um trágico acidente com uma carroça e acabou falecendo. Após o enterro, Marie se encontrava desolada e resolveu se isolar no escritório de sua casa. Entretanto, apesar do estado de choque em que ela se encontrava, o Professor Poirot tentou incentivá-la a continuar com suas pesquisas no novo laboratório que ela e Pierre tanto lutaram para conquistar e, ainda, enfatizou que, provavelmente, era isso que Pierre gostaria que ela fizesse.*

## **Atividade 2: Discutindo aspectos da Natureza da Ciência a partir do caso histórico**

*Após você ter assistido os recortes do filme ou lido o texto que apresenta o mesmo conteúdo, responda as seguintes questões:*

- 1. Sobre quais aspectos de NdC podemos refletir a partir do caso histórico de Marie Curie?*
- 2. Como este caso contribui para desmistificar a ideia de que na Ciência existe “um” método científico?*
- 3. a. Por que foi difícil para Marie e Pierre Curie convencerem os cientistas da Sorbonne a lhes conceder um laboratório?*

b. Quais fatores dificultaram o acesso do casal Curie a um laboratório?

4. Além das dificuldades enfrentadas pelo casal Curie em relação ao isolamento do elemento químico Rádium, com que outras dificuldades Marie teve que lidar tanto como pessoa quanto como cientista?

O professor deve disponibilizar tempo suficiente para que os estudantes respondam as questões. Após os estudantes terminarem a atividade, caso julgue necessário, o professor pode discutir a atividade a partir da apresentação dos registros realizados por eles. Tal necessidade pode resultar de os estudantes chamarem atenção para alguma ideia e/ou algum aspecto diferente (se comparado aos apresentados e discutidos na Atividade 1). Isto porque as questões da Atividade 2 têm como objetivo que eles sintetizem e organizem as principais ideias e aspectos identificados na Atividade 1.

Outra alternativa para trabalhar um caso histórico é o professor fazer o que foi feito nesta atividade com o novo filme que também retrata parte da história de Marie Curie, *Radioactive* (Satrapi, 2019). Esse filme é mais acessível, pois foi disponibilizado recentemente (abril de 2021) na plataforma da *Netflix*. Além disso, essa mesma estratégia pode ser utilizada com outros filmes que retratem, por exemplo, parte da história da vida de outros cientistas. Contudo, para isto, o professor deverá identificar os possíveis aspectos de NdC que podem permear os recortes do filme escolhido, assim como foi feito nesta atividade.

## Referências Bibliográficas

Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>

Leroy, M. (Writer). (1943). Madame Curie. In. Estados Unidos da América.

Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>

Satrapi, M . (Writer). (2019). Radioactive. In. Inglaterra.

MONIQUE SANTOS  
ROSÁRIA JUSTI

---

# 7. A ANÁLISE DE UM CASO CONTEMPORÂNEO EM AULAS DE CIÊNCIAS

---



## Objetivos da atividade

Esta atividade visa promover a mobilização e/ou desenvolvimento, por parte dos estudantes, do pensamento crítico *sobre e com* alguns aspectos de NdC a partir da análise da tragédia ambiental que ocorreu em Brumadinho/MG. Para isto, propomos o uso de um caso contemporâneo, uma vez que tal abordagem requer o engajamento dos estudantes na discussão de uma situação-problema que envolve um contexto sociocientífico. Portanto, ao retomar tal tragédia ambiental, por meio de um caso contemporâneo, os estudantes podem refletir sobre alguns aspectos de NdC, principalmente os econômicos e filosóficos (ética), e aplicá-los na análise do caso. Isto porque o caso histórico (apresentado no capítulo 3), diferentemente deste que é de natureza argumentativa e proporciona um ambiente favorável para isto, não possibilita esta última ação (aplicação de alguns aspectos de NdC para se posicionar criticamente e/ou tomar consciência de outros aspectos, situações-problema e/ou problemas) e, conseqüentemente, ampliar suas visões *sobre* Ciências.

Esta abordagem de ensino requer tempo para que os estudantes consultem os *links* disponibilizados, realizem suas pesquisas e elaborem seus argumentos. Portanto, sugerimos que o professor disponibilize cerca de duas semanas para que a atividade seja desenvolvida.

Esta atividade pode ser desenvolvida tanto com estudantes do Ensino Médio quanto do Ensino Superior.

Após a etapa de preparação, o professor deve promover uma discussão com o objetivo de que os estudantes se posicionem em relação aos questionamentos apresentados na atividade. Portanto, o objetivo é proporcionar um ambiente favorável para que eles expressem seus argumentos e possam pensar criticamente *sobre e com* alguns aspectos de NdC. Nesse sentido, sugerimos duas aulas de 50 minutos, se possível geminadas, para a promoção da discussão.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Argumentativa

### **Fundamentação teórico-metodológica**

Na literatura da área de Educação em Ciências existem várias definições para casos contemporâneos. Dentre elas, nos baseamos na apresentada por Allchin (2013) para proposição desta atividade. De acordo com o autor, casos contemporâneos são aqueles que envolvem o engajamento de estudantes em questões sociocientíficas. Essas questões se baseiam em temáticas que permeiam o cotidiano de estudantes, o que as tornam relevantes e com potencial para despertar o interesse deles pelos processos de produção, desenvolvimento, aplicação e utilização do conhecimento científico enquanto cidadãos crítico-reflexivos. Além disso, Allchin salienta que casos contemporâneos envolvem conhecimentos e/ou a relação de conhecimentos sobre os quais a Ciência ainda não chegou a um consenso, ou seja, que ainda estão em processos de construção e desenvolvimento. Por esse motivo, é necessário que os estudantes façam uma análise bem-informada sobre tais questões.

### **Atividade: Rompimento da Barragem de Rejeitos B1 da Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho/MG**

*Esta<sup>25</sup> atividade tem como objetivo contribuir para que você, além de tomar consciência de problemas gerados pelo processo de mineração desenvolvido em nosso país, analise tais problemas.*

---

<sup>25</sup> Destacamos em itálico a atividade voltada para o estudante.



**Informações:** O rompimento da barragem de rejeitos do processo de mineração aconteceu no dia 25 de janeiro de 2019 e resultou em uma das maiores tragédias ambientais no Brasil (a maior foi em Mariana). Tal rompimento é considerado o maior acidente de trabalho do país. Isto porque, ele causou 259 mortes e ainda continuam desaparecidos 11 corpos<sup>26</sup> (dados de 25 de janeiro de 2021 – dois anos após a tragédia). A barragem de rejeitos B1 que havia sido classificada como de “baixo risco” de rompimento e “alto potencial de danos” em caso de rompimento, era controlada pela empresa Vale S.A. Tal barragem estava situada na região do Córrego do Feijão, município de Brumadinho, que fica a 65 km de Belo Horizonte.

**Situação-problema:** Como você analisa uma das maiores tragédias ambientais do Brasil: o rompimento da barragem de rejeitos B1 da mina do Córrego do Feijão em Brumadinho?

Esta análise pode se basear em alguns questionamentos como:

- A empresa responsável pela construção da barragem é culpada ou não pelo seu rompimento?
- A empresa responsável pela utilização da barragem é culpada ou não pelo seu rompimento?
- Existe(m) ou não culpado(s)?
- A empresa responsável pela mineração na região de Brumadinho deve interromper suas atividades ou não?
- A Mina do Córrego do Feijão deve ser fechada ou não? Se sim, quais seriam as possíveis fontes de emprego para os moradores sobreviventes da tragédia?
- Quais podem ser as futuras fontes de arrecadação da cidade?

---

<sup>26</sup> De acordo com os parentes de vítimas da tragédia, o somatório destes números passa a ser 272 ao contabilizar dois bebês que estavam na barriga das mães.

- *As indenizações a serem pagas para os parentes de vítimas da tragédia pela empresa responsável pela mineração na região de Brumadinho podem amenizar alguns aspectos? Se sim, em quais? Como? Se não, por quê?*

*A análise de tal tragédia deve ser realizada de maneira holística, isto é, considerando não apenas a tragédia em si, mas também a atual situação em que a cidade de Brumadinho se encontra, ou seja, os impactos causados pela tragédia. Assim, uma análise inicial pode suscitar outros questionamentos como:*

- *Existem pesquisas que visam identificar quais rejeitos estão presentes na lama, e quais os possíveis impactos que eles podem causar?*
- *Existem tecnologias para monitoramento e recuperação de águas (por exemplo, do rio Paraopeba) e rejeitos (por exemplo, os oriundos da lama)? Se sim, quais são elas?*
- *Onde elas estão sendo desenvolvidas?*
- *As universidades têm desenvolvido pesquisas nessa área? Se sim, quem tem financiado tais pesquisas?*
- *Quais conceitos científicos elas envolvem ou utilizam?*
- *Elas estão sendo aplicadas? Se sim, como? Se não, por quê?*
- *Estes rejeitos (por exemplo, os oriundos da lama), são efetivamente rejeitos? Ou será que eles podem ser vistos como coprodutos?*
- *Se são coprodutos, qual destinação pode ser dada a eles?*
- *Esta destinação é viável economicamente?*
- *Qual potencial de mercado esta destinação apresenta?*
- *Por que a questão econômica tem sido determinante, isto é, permeia todas as informações relacionadas à tragédia e às decisões que vem sendo, ou não, tomadas?*

*Para que você consiga realizar uma análise de maneira holística, é necessário levar em*

consideração diversos aspectos como científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, morais, éticos, psicológicos, econômicos, dentre outros, e os articular com as atuais políticas públicas em relação ao meio ambiente. Afinal de contas, nossos representantes é que são os “verdadeiros” tomadores de decisões. Portanto, é preciso que eles sejam informados sobre qual mineração, nós, cidadãos crítico-reflexivos, queremos, ou seja, sobre os critérios necessários para a realização de um processo de mineração considerado “ideal”.

Para saber mais informações sobre o rompimento da Barragem de Rejeitos da Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho, acesse links como os abaixo:

- i. MPF diz que Vale privilegiou lucro à segurança de trabalhadores em mina  
<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2019/02/14/mpf-diz-que-vale-privilegiou-lucro-a-seguranca-do-trabalhador-em-brumadinho.htm>
- ii. Com luto, ódio e busca por corpos, Brumadinho (MG) teme futuro sem a Vale  
<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/reporter-brasil/2019/02/25/com-luto-odio-e-busca-por-corpos-brumadinho-teme-futuro-sem-a-vale.htm>
- iii. Vale fecha acordo para pagar R\$ 700 mil a parentes de vítimas de barragem em Brumadinho  
<https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,vale-fecha-acordo-para-pagar-r-700-mil-a-parentes-de-vitimas-de-barragem-em-brumadinho,70002923298>

Para saber mais informações sobre tecnologias para monitoramento e recuperação de águas e rejeitos em situações emergenciais, acesse links como os abaixo:

- i. Lama da barragem de Brumadinho já matou mais da metade do rio Paraopeba  
<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/02/lama-barragem-brumadinho-minas-gerais-vale-mineracao-paraopeba-poluicao>
- ii. Workshop Emergencial: Tecnologias para Monitoramento e Recuperação de Águas e Rejeitos

[https://www.youtube.com/watch?v=Uz\\_zLk01hLw&t=9s](https://www.youtube.com/watch?v=Uz_zLk01hLw&t=9s)

- iii. *II Workshop Emergencial: Tecnologias para Monitoramento e Recuperação de Águas e Rejeitos*

<https://www.youtube.com/watch?v=xLSUuQv1cYE>

*Além das informações contidas nestes links, você pode e deve buscar mais informações em outras fontes.*

*Após a análise das informações contidas nas fontes consultadas, elabore e registre argumentos baseados em evidências, ou seja, bem fundamentados, para se posicionar com relação aos possíveis questionamentos apresentados anteriormente. Isto será essencial para que você participe da discussão.*

Para iniciar a discussão, o professor pode ler o início (contextualização) e o final (comando) da atividade, em voz alta, para os estudantes e, em seguida, ler, em voz alta e pausadamente, as questões e/ou bloco de questões apresentadas na atividade para que eles possam expressar seus argumentos e pensar criticamente *sobre e com* alguns aspectos de NdC. Para isto, é necessário que o professor, além de disponibilizar certo tempo para os estudantes entre a leitura de questões (e/ou bloco de questões) e a discussão sobre elas, também os instigue e/ou retome a discussão quando necessário, pois às vezes os estudantes perdem o foco da discussão.

Caso não apareça durante a discussão, é importante que o professor promova, ao final, uma reflexão sobre qual mineração nós, cidadãos crítico-reflexivos, queremos, isto é, sobre os critérios necessários para a realização de um processo de mineração considerado “ideal”. Para isto, o professor pode fazer questões como:

- É possível realizar um processo de mineração sustentável? Se sim, como? Se não, por quê?
- É possível realizar um processo de mineração responsável, que tenha a ética como princípio norteador? Por quê?

Dando continuidade, caso não apareça durante a discussão, é importante que o professor chame a atenção dos estudantes para o fato de o processo de mineração “alimentar” a indústria de base, pois no mundo contemporâneo é quase impossível vivermos sem a presença do ferro, ou seja, de produtos que utilizam em sua estrutura este metal. Para isto, o professor pode propor que os estudantes elenquem objetos metálicos que eles usam no dia a dia.

Por fim, caso não apareça durante a discussão, é importante que o professor enfatize que problemas complexos e controversos, como este apresentado na atividade, não são disciplinares, ou seja, que não envolvem uma única disciplina e/ou área do conhecimento, e que o esperado é que eles sejam analisados em uma perspectiva multidisciplinar (cada disciplina e/ou área independente uma da outra), pois ainda hoje encontramos resistência e/ou dificuldades para trabalharmos em uma perspectiva transdisciplinar (disciplinas e/ou áreas integradas). Nessa perspectiva, esta atividade, caso seja do interesse do professor, pode ser desenvolvida de maneira interdisciplinar com professores de outras disciplinas, por exemplo, geografia.

Dando continuidade, é necessário que o professor ressalte que ao propor soluções devemos levar em consideração não apenas aspectos técnicos, mas também humanos. Portanto, tais soluções não devem ser impostas ao atingidos (de cima para baixo, por exemplo, propostas por cientistas e impostas aos cidadãos atingidos) por tragédias como a que ocorreu em Brumadinho, e sim propostas em conjunto. Para isto, o professor pode fazer a seguinte questão:

- É possível propor soluções para os problemas gerados pelo processo de mineração levando em consideração apenas uma disciplina e/ou área de conhecimento? Por quê?

A partir das respostas dos estudantes, o professor pode perceber se eles conseguiram aplicar alguns dos aspectos de NdC. Salientamos, que para esta

atividade, os aspectos<sup>27</sup> de NdC não foram identificados como nos três capítulos anteriores (1, 2 e 3), pois eles podem variar dependendo das informações contidas nos argumentos a serem apresentados pelos estudantes.

## **Referências Bibliográficas**

Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Minnesota: SHiPS Educational Press.

Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 581-616. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>

---

<sup>27</sup> Para ter acesso a caracterização dos aspectos e de suas respectivas áreas ver Santos, Maia e Justi (2020).

ADRIANA ESTER SANTOS MALAQUIAS  
LETÍCIA MARIA NOGUEIRA RODRIGUES ASSIS  
SÉRGIO GERALDO TORQUATO DE OLIVEIRA  
VICTOR LOPES CHAMONE JORGE  
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO  
LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

## 8. ENFRENTANDO UMA PANDEMIA EM UM MAR DE FAKE NEWS: UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES SOBRE A COVID-19

---



## Objetivos da sequência

As atividades da sequência têm como objetivo mobilizar conceitos científicos relacionados às características dos Vírus e sua importância etiológica, tendo como contexto a pandemia ocasionada pelo Coronavírus (COVID-19).

A sequência busca problematizar a emergência das *fake news*, alavancadas pelas mídias sociais que não apenas democratizaram o acesso ao conhecimento, mas, também à desinformação, por meio da divulgação em massa de notícias falsas. Esse processo está intrinsecamente relacionado a interesses políticos e econômicos que não necessariamente priorizam o bem comum. Tendo em vista que essa postura pode acarretar consequências sociais danosas, e ao mesmo tempo interfere na aprendizagem de Ciências, procuramos aqui transformar essa crise em oportunidade para discutir aspectos relacionados às dimensões éticas, sociais, econômicas e suas relações com o conhecimento científico.

Mais especificamente, temos como objetivo favorecer o desenvolvimento de habilidades de análise e avaliação de diferentes discursos (da ciência, de divulgadores da ciência e das *fake news*), reconhecendo seu conteúdo, forma, possíveis limitações e incoerências. A partir dessa proposta, visamos uma reflexão sobre “quem pode falar de ciência” e a responsabilidade envolvida na circulação da informação.

A sequência consta de um conjunto de seis atividades, sendo que, cada uma delas foi planejada para ser desenvolvida em duas aulas de cerca de 50 minutos. Recomendamos que o professor avalie a adequação dessa organização, dependendo de sua realidade. A proposta é que as aulas sejam desenvolvidas com turmas do Ensino Médio, preferencialmente em momentos em que o conteúdo curricular prever o ensino de Imunologia e/ou Virologia.



## Contexto e Natureza

**Dimensão de Contextualização:** Cotidiana e Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Argumentativa

### Fundamentação teórico-metodológica

Esta sequência de atividades propõe um trabalho com conceitos científicos relacionados aos campos da Virologia e Imunologia, utilizando como contexto questões atuais acerca do coronavírus (COVID-19) e *fake news*. Buscamos fomentar aprendizagens de outros aspectos das Ciências da Natureza, de modo especial, a argumentação sociocientífica.

Assumimos a argumentação baseados em Eemeren e colaboradores (2002). Para esses autores, a argumentação é uma atividade comunicativa destinada à resolução de diferenças de opinião. Propostas voltadas para a argumentação em sala de aula envolvem um fenômeno discursivo muito presente no cotidiano das pessoas. No dia a dia, estamos sempre envolvidos em discussões voltadas para resolução de diferenças de opinião. Nas aulas de ciências, especificamente, a argumentação tem se destacado como um aspecto importante da aprendizagem de Ciências (Santos, Mortimer & Scott, 2001; Saucedo & Pietrocola, 2019) por promover uma abordagem mais reflexiva e que privilegia o pensamento crítico (*critical thinking*), que muitas vezes não representa o cotidiano de sala de aula.

Nesta sequência, a argumentação envolve uma questão sociocientífica, isto é, um problema social controverso que permite a contextualização do ensino de ciências e envolve conhecimentos científicos para análise e resolução deste problema (Conrado & Nunes-Neto, 2018). Esse tipo de abordagem se faz mais presente nas últimas duas décadas no ensino de Ciências (Guimarães & Massoni, 2020; Vázquez-Alonzo & Manassero-Mas, 2018) se mostrando promissor segundo tendências no

cenário nacional e internacional por promover enfrentamentos éticos, morais, valorativos, científicos e sociais no processo de construção de argumentos que sustentem as posições dos alunos frente aos problemas apresentados (Saucedo & Pietrocola, 2019).

Com base nos pensamentos de Kuhn (1993), entendemos que tais aspectos, além de serem preponderantes para a aprendizagem científica, fazem parte do cerne da promoção de posturas e ações cotidianas que integram uma formação cidadã. Neste sentido, a literatura também sinaliza a necessidade de iniciativas pedagógicas realizadas que possam promover a capacidade argumentativa dos alunos (Santos, Mortimer & Scott, 2001; Vázquez-Alonzo; Manassero-Mas, 2018).

Dessa forma, propomos atividades que buscam estimular esta capacidade, a partir da análise de diferentes discursos (Mortimer, 1998): discurso científico, discurso de divulgadores científicos e discursos das *fake news*. Nesta proposta, entendemos que os discursos das *fake news*, ou notícias falsas, são enunciados que podem: i) manipular e influenciar as crenças e posicionamentos dos leitores, ii) preconizam a persuasão heurística, ao invés da validação por argumentos com evidências e iii) se apoiam no apelo emocional que se sobrepõe à razão e ao raciocínio (Baptista, 2020). Ainda segundo Baptista (2020), se caracterizam por textos curtos que, apesar de apresentarem uma lógica, possuem análises rasas e linguagem simples.

As *fake news* também se relacionam com o desejo de um sujeito (ou massa) de crer em ideias alinhadas com seus posicionamentos e ideologias, sem observar suas consequências e danos inerentes (Barros, 2020). Barros (2020), apoiada nas ideias de Bakhtin (2006) e Rojo (2015), ressalta que as *fake news* refletem restrições impostas pelas posições sociais, os interesses e finalidades destes e que tais processos ainda cristalizam e legitimam formas de discurso. Nesse sentido, entendemos que se trata de um contexto favorável à argumentação sociocientífica em sala de aula, uma vez

que poderá agregar diferentes dimensões da vida social dos estudantes às discussões, além de envolver questões éticas, morais e socioculturais articuladas à ciência, que são o foco deste tipo de abordagem.

## **Sequência de Atividades**

### *Atividade 1: O que sabemos sobre pandemias?*

A atividade proposta tem por objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos e promover uma discussão inicial sobre o tema. Neste momento, o professor deve ajudar os alunos a se organizarem em grupo e fomentar o início da discussão com a pergunta problematizadora abordando-os conforme a sugestão a seguir:

“De tempos em tempos, vemos o surgimento de novas doenças que acabam se tornando uma pandemia. Todos nós vivemos uma delas na pele. Nós vamos iniciar uma discussão sobre pandemias em geral, não apenas a pandemia da COVID-19. O que vocês sabem sobre pandemias?” Esta pergunta pode ser complementada com perguntas secundárias que ajudem a explorar os aspectos envolvidos na questão, tais como “Vocês conhecem alguma pandemia que assolou a humanidade ao longo da História? Sabem o que causou essas doenças?”

Os alunos devem discutir com seus grupos, fazer um breve registro escrito, e depois, compartilhar o que escreveram a respeito. O professor deve anotar no quadro pontos centrais das colocações com o intuito de sistematizar os conhecimentos sobre o tema para ajudar na construção de um mapa conceitual que será solicitado ao final.

Sugere-se que não se dê enfoque apenas à COVID-19 durante esta primeira parte da sequência, que será explorada de forma mais profunda nas próximas atividades. Logo após esse primeiro momento, sugerimos a exibição do vídeo do link a seguir (Figura 8.1).



Figura 8.1: *Frame* do vídeo sobre pandemias ao longo da História. Fonte: <https://youtu.be/GG8eDFjFiM>

Antes da exibição do vídeo, deve-se orientar que os alunos, em grupo, observem as questões a seguir e anotem aqueles dados que poderão ser obtidos por meio do vídeo:

- 01) O que há em comum nas pandemias listadas?
- 02) Qual foi a causa?
- 03) Como eram/são transmitidas?
- 04) Como foi a reação da sociedade, do governo, da imprensa?

O último momento desta atividade será uma síntese do que foi discutido em sala. Cada grupo deve construir um Mapa Conceitual como forma de esquematizar o que foi discutido. O professor deve sugerir que os trabalhos dos grupos sejam fixados no mural da sala como forma de publicizar aos colegas a síntese de cada grupo. Estas informações podem contribuir e ser retomadas em momentos das atividades futuras. No final da sequência, o professor pode pedir que os grupos façam um novo mapa conceitual acrescido das novas aprendizagens que permitam avaliar a aprendizagem ao longo da sequência.

## *Atividade 2: Origem do Novo Coronavírus*

A segunda atividade proposta tem como objetivo retomar e discutir com os estudantes conceitos e termos amplamente divulgados durante a pandemia e relacionados com a COVID-19 (cepas, variantes, SARS-CoV...). Aliado à discussão, buscamos introduzir algumas teorias da conspiração e *fake news* que circularam sobre esses termos/conceitos. A atividade abre espaço para discussão em torno da origem do Novo Coronavírus e debate sobre problemas ambientais, oriundos de ações antrópicas, que podem prejudicar a saúde dos seres humanos. O professor deverá organizar a turma em grupos para desenvolver a atividade.

### *Parte 1: Conceitos e a origem do novo coronavírus*

Antes de realizada a atividade, é importante que os estudantes tenham pesquisado alguns termos: Vírus, Virulência, Período de incubação, Cepa ou Variante, SARS-CoV. O professor deverá propor uma discussão com os alunos abordando e perguntando o que eles ouviram falar, de uma maneira geral, sobre a origem do Novo Coronavírus. Esse momento tem como objetivo levantar possíveis notícias falsas que circularam sobre a temática. Após esse levantamento inicial, sugerimos usar um dos seguintes vídeos em sala:



Figura 8.2: Figura 2: Frame do vídeo *How wildlife trade is linked to coronavirus* – Vídeo em inglês, com legenda automática do YouTube. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=TPpolGYIW54>



Figura 8.3: Frame do vídeo “Porque é que o coronavírus - Covid-19 - apareceu na China?”  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=aKA3MkbKvI0>

A partir dos vídeos, os estudantes poderão contrastar as explicações que ouviram, a partir dos argumentos e dados indicados. O objetivo deste momento é sensibilizar os estudantes para o eixo orientador da sequência de atividades: as notícias falsas que presenciamos ao longo da pandemia. Além disso, os vídeos podem ajudar a indicar como as ações humanas provocam e/ou abrem espaço para o início de novas pandemias relacionadas às zoonoses.

## Parte 2: Uma introdução às *fake news*

A partir das *fake news* levantadas na primeira parte da atividade, o professor deve propor uma nova discussão, mais ampla, seguindo a pergunta problematizadora: “*Para que(m) serve as fake news?*”. Em um primeiro momento, o professor deverá levar para os grupos notícias e reportagens sobre *fake news* produzidas e compartilhadas ao longo da pandemia do Novo Coronavírus. Os integrantes do grupo deverão ler as matérias e discutir entre si sobre o que, na opinião deles, motiva a produção e o compartilhamento desse tipo de notícia. Além da pergunta problematizadora, outras questões podem nortear a discussão:

- As *fake news* sempre estiveram presentes na história?
- As *fake news* possuem uma tendência política?
- Existe um grupo específico de pessoas que produz/compartilha *fake news*?
- Quem compartilha uma *fake news* está tão errado quanto quem a produziu?

Após a discussão, os grupos devem apresentar um resumo das suas conclusões e, em seguida. Destacamos que, quanto mais variadas forem as *fake News*, mais interessante será o momento final, pois cada grupo terá analisado situações diferentes podendo apresentar ideias distintas para a turma.

Sugerimos abaixo uma lista de links com notícias e matérias que podem ser utilizadas neste momento:

- <https://www.poder360.com.br/midia/elba-ramalho-diz-que-covid-e-acao-de-comunistas-para-destruir-cristaos/>
- <https://www.poder360.com.br/coronavirus/medica-diz-que-coronavirus-foi-criado-em-laboratorio-chines-governo-nega/>
- <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2020/04/22/ministro-das-relacoes-exteriores-afirma-que-coronavirus-e-um-plano-comunista.ghtml>
- <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51311226>
- <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/02/anuncios-de-falsos-produtos-anticoronavirus-se-espalham-e-viram-caso-de-policia.shtml>
- <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/04/02/china-bolsa-familia-bill-gates-as-maiores-fake-news-sobre-coronavirus.htm>

### ***Atividade 3: Analisando dados e pensando sobre a dinâmica de construção da ciência***

Esta atividade tem como objetivo levar os estudantes a refletir sobre o processo de construção da ciência como algo dinâmico, mutável e aberto a novidades. Essa reflexão será importante para discutir com os estudantes distinções entre discursos gerados por teorias conspiratórias/*fake news* e o discurso científico sem, no entanto, apresentar a ciência em uma perspectiva salvacionista. Para trazer essa discussão, propomos que o professor explore mudanças observadas ao longo da pandemia com relação às orientações e formas de compreender o fenômeno vivenciado pela humanidade.

Um dos exemplos mais polêmicos foi a orientação quanto ao uso de máscaras. Por isso, nesta sequência, propomos usar este exemplo como contexto para discussão de aspectos da natureza da Ciência. Por meio de uma análise de dados relacionados



ao uso de máscaras durante a pandemia da COVID-19, pretendemos que os estudantes construam um olhar mais complexo sobre a ciência.

O uso das máscaras despertou uma série de discussões no plano social: onde usar máscaras? Quando usá-las? Que tipo de máscara é o mais apropriado? Todos devem usar ou apenas os profissionais da saúde? Esses questionamentos foram motivo de discordâncias e dúvidas entre as pessoas.

Dentro da comunidade científica, mudanças de postura com relação ao uso da máscara também foram observadas e este é um ponto central para esta atividade. Essas mudanças estão relacionadas às evidências que a ciência tinha disponíveis sobre a doença e sua transmissão. À medida que novas evidências eram obtidas e que evidências anteriores se tornavam mais robustas, as orientações relacionadas ao uso de máscara também se transformaram. Desse modo, esta atividade oferece uma oportunidade interessante para que os estudantes reconheçam na ciência não uma forma de conhecimento dogmático ou colecionador de “verdades”. A ideia é que eles possam compreender que a ciência trabalha com verdades provisórias e que o uso de evidências orienta seu processo de desenvolvimento ao longo do tempo.

Esta atividade será realizada a partir de uma dinâmica de trabalho em pequenos grupos, revezando com discussões com a turma toda. Teremos três partes. Na Parte 1, haverá uma discussão inicial sobre a temática. Na Parte 2, a proposta é uma análise de dados para aprofundar nas questões discutidas inicialmente. Na Parte 3, por fim, temos uma retomada da discussão da Parte, com o embasamento gerado a partir da Parte 2.

#### *Parte 1:*

Nessa primeira parte da atividade, a ideia é que os estudantes formem pequenos grupos. Sugerimos que sejam grupos menores (3 a 4 pessoas), pois isso poderá favorecer o trabalho e discussão dos dados na próxima etapa. Neste primeiro

momento, os grupos receberão 4 cards. Em cada um desses cards há um trecho de uma publicação da OMS/OPAS (Organização Mundial da Saúde/Organização Pan Americana de Saúde) em diferentes momentos da pandemia em 2020:

#### TRECHO 1 – JANEIRO 2020

“Não é necessário o uso de máscara cirúrgica, pois não há evidências disponíveis sobre sua utilidade para proteger pessoas não doentes. No entanto, algumas máscaras podem ser usadas em alguns países de acordo com os hábitos culturais locais”.

Documento da OMS/OPAS – Orientações sobre o uso de máscaras na comunidade, durante o atendimento domiciliar e em estabelecimentos de saúde no contexto do novo surto de coronavírus (2019-nCoV), publicado no dia 29 de janeiro de 2020.

#### TRECHO 2 – ABRIL 2020

“O uso disseminado de máscaras por pessoas saudáveis na comunidade não é corroborado pelas evidências atuais e traz consigo incertezas e riscos críticos”.

Documento da OMS/OPAS – Orientação sobre o uso de máscaras no contexto da COVID-19, publicado em 06 de abril de 2020.

### TRECHO 3 – JUNHO 2020

“As máscaras podem ser usadas, quer para a proteção de pessoas saudáveis (usadas para se protegerem a si próprias, quando em contacto com alguém que esteja infectado), quer para controlo das fontes (usadas por uma pessoa infectada para evitar o alastramento da transmissão)”.

Documento das OMS/OPAS – Recomendações sobre o uso de máscaras no contexto da COVID-19, publicado em 05 de junho de 2020.

### TRECHO 4 – DEZEMBRO 2020

“OMS recomenda que o público em geral use máscara não cirúrgica em locais fechados (por ex., lojas, locais de trabalho compartilhados, escolas – consulte a Tabela 2 para obter mais informações) ou abertos, onde não seja possível manter distanciamento físico de pelo menos 1 metro”.

Documento das OMS/OPAS – Uso de máscaras, publicado em 01 de dezembro de 2020.

Observe que, a princípio, essas recomendações são aparentemente contraditórias. A ideia é justamente que os estudantes percebam essa “confusão” da própria OMS. Ao longo da atividade, eles poderão compreender melhor por que isso acontece e que, na verdade, não se tratam de mentiras ou, até mesmo, fake news da ciência. O que acontece é que a ciência é uma construção humana, respostas não estão prontas, precisam ser debatidas, construídas com rigor e, muitas vezes, revisadas dependendo do acesso aos dados relacionados a determinado fenômeno.

Para análise destes trechos, sugerimos que cada grupo discuta entre si e responda a seguinte pergunta: **Por que vocês acham que ocorreram mudanças nas orientações da OMS ao longo da pandemia?** A ideia é que cada grupo registre suas ideias e que, depois, ocorra uma discussão com toda a turma. Cada grupo poderá expor suas explicações. Neste ponto da discussão, o objetivo não é que o professor explique o funcionamento da ciência. A proposta é que apenas sejam levantadas formas de explicar este processo.

Vale salientar a importância de se valorizar possíveis pontos de discordância entre os grupos neste momento. Na Parte 3 da atividade, haverá uma retomada dessa mesma questão. Desse modo sugerimos que aqueles pontos de discordância identificados na Parte 1 sejam retomados na Parte 3, para que o grupo possa construir uma conclusão com maior embasamento nos dados analisados na Parte 2 da atividade. Uma sugestão é que o professor registre as discordâncias que surgirem nesse momento, para retomá-las depois.

#### *Parte 2:*

Na segunda parte desta atividade, iremos além dos pequenos trechos retirados dos documentos da OMS e iremos analisá-los com maior detalhamento. Um dos grandes problemas que temos enfrentado quando falamos em *fake news* é a circulação de informações descontextualizadas. Ao retirar um comentário ou dado de seu contexto mais amplo, os significados pretendidos pelo emissor da mensagem podem ser manipulados.

Assim, nossa proposta é que cada grupo receba um dos quatro documentos referidos na Parte 1. É possível que um mesmo documento seja analisado por mais de um grupo (caso a turma tenha mais de quatro grupos), o que não é um problema. Cada grupo deverá analisar um documento e discutir melhor a questão. Os documentos possuem muitos detalhes sobre diferentes situações e não é nosso

objetivo que todas as informações sejam discutidas pela turma. Na verdade, para orientar melhor o olhar analítico dos estudantes, propomos a construção de uma avaliação pautada em oito questões:

Com base no documento analisado, respondam:

1. Pessoas do público em geral e assintomáticas para a COVID-19 devem usar máscaras?
2. Quais são as justificativas que fundamentam a orientação identificada no item anterior?
3. Se essas pessoas (assintomáticas) devem usar máscaras, que tipo de máscara deve ser usado?
4. Quais são as justificativas que fundamentam a orientação identificada no item anterior?
5. Pessoas do público em geral e sintomáticas para a COVID-19 devem usar máscaras?
6. Quais são as justificativas que fundamentam a orientação identificada no item anterior?
7. Se essas pessoas (sintomáticas) devem usar máscaras, que tipo de máscara deve ser usado?
8. Quais são as justificativas que fundamentam a orientação identificada no item anterior?

No momento em que os grupos estiverem discutindo as questões, sugerimos que o professor esteja atento ao modo como os estudantes interagem com o texto. Isso porque será necessário buscar informações e interpretá-las. Não basta tentar ler o texto inteiro sem atenção aos pontos-chave das orientações. Por exemplo, em algumas delas, há um tópico específico que explicita as evidências que a OMS usou para chegar àquela orientação naquele momento. Outro ponto importante é que em diversas partes, os textos indicam que aquelas orientações são momentâneas, que

dependem do conhecimento que a ciência tem do vírus e da pandemia enquanto ela ocorre. É importante que o professor esteja em contato com os grupos, assegurando que os estudantes estão sendo capazes de encontrar as evidências necessárias para fundamentar as justificativas demandas nas questões 2, 4, 6 e 8. Os documentos completos podem ser acessados em:

Documento referente ao Trecho 1:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51860/OPASBRANCOV20001\\_por.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51860/OPASBRANCOV20001_por.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Documento referente ao Trecho 2:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51994/OPASBRACOV1920041\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51994/OPASBRACOV1920041_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Documento referente ao Trecho 3:

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332293/WHO-2019-nCov-IPC\\_Masks-2020.4-por.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332293/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-por.pdf)

Documento referente ao Trecho 4:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53101/OPASWBAPHECOV1920162\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53101/OPASWBAPHECOV1920162_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

*Parte 3:*

Nesta atividade, os grupos irão fazer uma comparação entre as orientações de cada documento. Nossa sugestão é que o professor conduza uma discussão com todos, utilizando uma tabela no quadro negro construída de modo coletivo. Observe um modelo desta tabela, a seguir.

Nesta tabela, optamos pela análise coletiva apenas do caso que gerou maior polêmica no campo social: o uso de máscara pelas pessoas assintomáticas. Ao

preencher a tabela com a turma, sugerimos que as análises sejam orientadas a partir de um viés questionador, no qual o professor estimule os estudantes a indicar se concordam ou discordam das justificativas levantadas em cada documento.

	<b>As pessoas sem sintomas devem usar máscara?</b>	<b>Justificativas</b>	<b>Que tipo de máscara?</b>	<b>Justificativas</b>
Documento de Janeiro 2020				
Documento de Abril 2020				
Documento de Junho 2020				
Documento de Dez 2020				

Entendemos que as colunas de justificativa da tabela são centrais nessa discussão. A partir dela, o professor poderá orientar o olhar dos estudantes e chamar a atenção para alguns aspectos importantes do conhecimento científico, por exemplo: as justificativas elencadas são todas do mesmo tipo? O que ocorreu com as justificativas ao longo do ano de 2020? Com essas questões, o professor poderá ajudar os estudantes a perceber que a ciência trabalha especialmente com justificativas

baseadas em dados. Apesar disso, nem toda justificativa é desse tipo. Por exemplo, há justificativas pautadas em dados com estudos de outras doenças similares à COVID-19, mas que não foram gerados por estudos específicos sobre coronavírus. Há também justificativas pautadas em critérios de precaução, pois, mesmo sem evidências robustas, a comunidade científica optou por manter alguma orientação que fosse, potencialmente, importante na prevenção da contaminação pelo coronavírus. Por fim, outro aspecto relevante é a constatação do acúmulo de evidências ao longo do tempo. Isso poderá ser observado ao final do preenchimento da tabela, comparando as justificativas identificadas em cada documento.

Ao final dessa discussão, o professor deverá propor uma tarefa para finalizar a atividade. Cada grupo deverá retomar a questão inicialmente proposta: **Por que vocês acham que ocorreram mudanças nas orientações da OMS ao longo da pandemia?** A ideia, neste momento, é que os estudantes possam retomar sua resposta inicial e reformulá-la, à luz das discussões anteriores. Sugerimos ainda que nesta tarefa conclusiva, cada grupo também responda: **O que esta análise nos indica sobre o processo de produção do conhecimento científico?** Esta pergunta visa explorar, de modo mais explícito, os conhecimentos em natureza da Ciência que podem ser gerados a partir dessas análises e discussões. Sugerimos que o professor retome as respostas de cada, fazendo uma conclusão com toda a turma.

#### ***Atividade 4: Debatendo o uso de vacinas***

Essa atividade tem objetivo de promover a mobilização de conceitos relacionados à vacina contra Covid-19 e explorar como os alunos usam o conhecimento adquirido em sala de aula no dia a dia. Para isso, é importante que o professor já tenha realizado uma discussão sobre como as vacinas AstraZeneca, Sputnik V, Corona Vac e Pfizer atuam no organismo. Assim, para que essa atividade seja realizada, é importante que alguns conceitos já tenham sido discutidos com o grupo, como: eficácia, efetividade, segurança e anticorpo.



A atividade começará com uma atividade a ser realizada em casa, por meio de duas questões. A primeira questão deverá ser respondida de forma individual, pois ela tem a finalidade de o aluno construir o próprio argumento sobre o uso de vacinas. A segunda questão corresponde a uma entrevista, que tem o intuito de os alunos entenderem melhor como a sociedade pensa a respeito das questões sanitárias e da saúde, além de aprenderem como compartilhar informações que aprendem e que são úteis para o conhecimento de todos.

Questões orientadoras da atividade para casa:

- Em um cenário hipotético no qual você teria o poder de escolher a vacina a ser utilizada no Brasil, qual você escolheria? Por quê?
- Entreviste duas pessoas. Fale um pouco sobre as vacinas contra COVID-19 usadas no Brasil e pergunte a elas a mesma questão anterior.

A respostas dos dois entrevistados deverá ser disponibilizada em uma planilha do Google Excel, compartilhada com toda a turma. Nessa planilha, além da resposta, é importante colocar algumas informações de cada entrevistado, como sexo, idade e profissão. Juntamente com os estudantes, o professor pode discutir outras informações dos entrevistados a serem colocadas nesta planilha.

Em sala de aula, o (a) professor (a) deverá organizar a turma em grupos de acordo com a escolha de cada tipo de vacina na atividade anterior. Para todos os grupos, as questões norteadoras podem ser: *“Por que essa vacina? Quais os dados você levou em consideração para escolhê-la? Você identificou algum ponto negativo nessa vacina, mas que não foi relevante para você? Qual a percepção das pessoas que você entrevistou?”*. Nesse momento, haverá uma discussão em grupos e cada uma dessas questões deverá ser respondida no caderno dos estudantes. A organização dos grupos deverá ser orientada a partir dos resultados da tarefa. Desse modo, é possível que muitos estudantes tenham escolhido uma mesma vacina e poucos tenham escolhido outra.

Isso poderá gerar grupos muito grandes e outros muito pequenos. Assim, sugerimos subdividir grupos maiores (com a mesma vacina) em subgrupos. É possível ainda que estudantes tenham respondido que usariam qualquer vacina. Esses estudantes também deverão compor um grupo e discutir as mesmas questões orientadoras.

No segundo momento os grupos vão expor seus argumentos. Mas, antes de começar o debate com toda a turma, o ideal é que cada grupo tenha pelo menos um representante. Por ser um assunto complexo e diverso em opiniões, é importante que o (a) professor (a) atue como mediador (a) nas discussões. Sugerimos que, neste momento, o debate seja organizado em torno das três primeiras questões orientadoras. Cada grupo poderá expor suas ideias e o professor deverá estimular que outros grupos se posicionem diante do que é apresentado.

Ao final do debate, para finalizar a atividade, sugerimos que o professor acesse o Google Excel para projetar os resultados das entrevistas. Caso não tenha estes recursos, uma alternativa é imprimir algumas respostas divergentes e levar para a turma para ilustrar os resultados. Neste momento, é possível fazer um perfil dos entrevistados, observando suas características e propondo uma análise das respostas. O professor poderá retomar a última questão orientadora, discutida em grupos, para mediar esta análise.

A fim de estabelecer uma conexão com a última atividade desta sequência, propomos que o professor questione sobre possíveis *fake news* que podem ter influenciado nas respostas dos entrevistados. A proposta é que os estudantes falem de possíveis casos em que as pessoas podem ter acreditado em *fake news*, especialmente aquelas relacionadas a movimento antivacina.

## Atividade 5: Analisando os movimentos antivacina

### Parte 1:

Nessa atividade os alunos deverão apresentar seus posicionamentos a respeito de um tema polêmico e de grande relevância no contexto atual, os movimentos antivacinas. No primeiro momento, sugerimos que o (a) professor (a) exponha uma caricatura, imagem ou notícia gerada por movimentos antivacina do passado e compare com uma *fake news* antivacina do presente, por exemplo, informações que alegam que a vacina mata, é ineficaz, ou autoridades que legitimam o argumento desses movimentos. A seguir sugerimos alguns textos que podem ser usados nesta parte da atividade:

Alegações de que a vacina mata:

- No final de 1800 foi publicado pela Sociedade de Londres para a Abolição Da Vacinação Obrigatória:

*Essa vacinação tem sido fatal demais;*

*Essa vacinação introduziu novos distúrbios no sistema humano;*

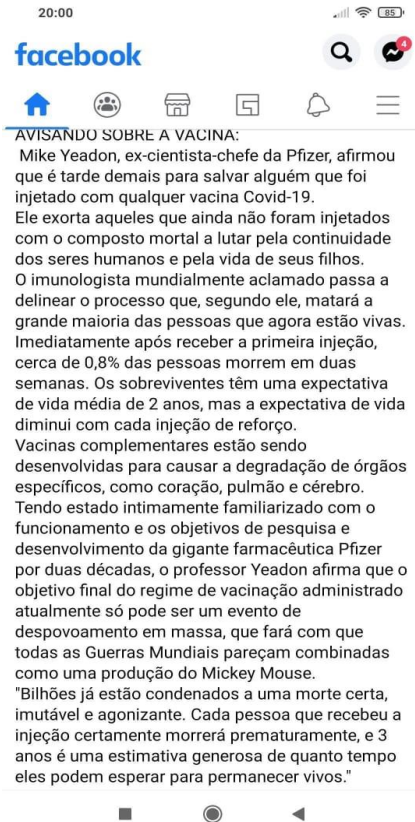
*Essa vacinação não é uma segurança perfeita contra a varíola;*

Fonte: <http://cienciaviva.org.br/index.php/2020/04/05/breve-historia-do-movimento-anti-vacina/>

- *“Trinta por cento dos vacinados morrerão dentro de três meses, diz o Dr. Sherri Tempenny.”*

Fonte: <https://tierrapura.org/br/2021/03/22/trinta-por-cento-dos-vacinados-morrerao-dentro-de-tres-meses-diz-o-dr-sherri-tempenny/>

- Postagem de um perfil no Facebook, em 29/04/2021:



### **Sobre a vacina ser ineficaz:**

- Em 1885, ocorreu a epidemia da varíola no Canadá, e em um panfleto divulgado dizia o seguinte:

*1 - A vacinação foi pesada na balança e achada em falta.*

*2 - A vacinação não previne a varíola em nenhum caso.*

*3 - A vacinação causa doenças repulsivas e muitas vezes fatais. Muitas crianças morrem imediatamente e milhares têm a saúde arruinada por isso.*

*4 - A vacinação não diminui a gravidade nem a fatalidade da varíola. A proporção foi*

ampliada - e o número de mortes em proporção aos casos é o mesmo de sempre. Na última epidemia de varíola em Londres, 92% eram pessoas que haviam sido vacinadas ou revacinadas.

Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2020/10/24/movimentos-anti-vacina-usam-argumentos-do-seculo-19>

- Em dezembro de 2020, o site Farol da Bahia fez a seguinte publicação: “O médico Alessandro Loiola afirmou, durante uma live, que as vacinas que estão sendo produzidas contra a Covid-19 podem alterar o código genético das pessoas. [...] Loiola questiona também: “Para você entregar uma vacina utilizando essas tecnologias, eu vou precisar de uma ou duas gerações para saber se esse negócio não induziu alguma desgraça. Essa vacina é uma ameaça de crime contra a humanidade”.

Fonte: <https://www.faroldabahia.com/noticia/video-medico-afirma-que-vacina-de-covid-19-pode-alterar-o-codigo-genetico-das-pessoas>

#### **Sobre uso de autoridades:**

- Um dos movimentos recentes ocorreu no dia 23 de julho de 2016, quando Olavo de Carvalho alegou o seguinte no seu Twitter: “O falecido Dr. Carlos Armando de Moura Ribeiro dizia explicitamente: Vacinas matam ou endoizam. Nunca dê uma a um filho seu. Se houver algum problema, venha aqui que eu resolvo”.

Fonte: <https://twitter.com/OdeCarvalho/status/756945634540879872?s=20>

- No site ThePlataform.ie tem a seguinte notícia: “Em 1 de dezembro de 2020, o ex-chefe de pesquisa respiratória da Pfizer, Dr. Michael Yeadon, e o especialista em pulmão e ex-chefe do departamento de saúde pública, Dr. Wolfgang Wodarg, *entraram com um pedido na EMA, a Agência Europeia de Medicamentos responsável pela aprovação do medicamento por toda a UE, para a suspensão*

*imediate de todos os estudos da vacina SARS CoV 2 [...]. A vacina contém uma proteína de pico chamada sincitina-1, vital para a formação da placenta humana em mulheres. Se a vacina funcionar de modo a formarmos uma resposta imunológica contra a proteína spike, também estaremos treinando o corpo feminino para atacar a sincitina-1, o que pode levar à infertilidade em mulheres por um período não especificado [...].”*

Fonte: <https://theplatform.ie/covid-vaccine-is-female-sterilization-head-of-pfizer-research/>

Essas informações podem ser apresentadas via Power Point para que, no decorrer da apresentação, o (a) professor (a) discuta com os alunos e assim eles exponham seus pontos de vista a cada informação apresentada. Como sugestão, o professor poderá conduzir essa discussão a partir de algumas questões norteadoras, que retomam algumas ideias exploradas de forma introdutória na Atividade 2:

1. Quais podem ser as raízes dessas ideias e atitudes?
2. Quais as possíveis consequências dessas ideias e atitudes?
3. Ao longo da história existe uma repetição de movimentos antivacina. Em sua opinião, o que a ciência pode fazer para contornar isso?

*Parte 2:*

No segundo momento, os alunos deverão escolher alguma *fake news* sobre a vacinação que receberam durante a pandemia ou algumas dessas indicadas pelo professor. A proposta é a construção da análise de elementos constituintes das *fake news* em contraste com elementos de um texto científico. Aspectos como estrutura, texto, linguagem, veículo, autor e fontes citadas serão considerados. Sugerimos que os estudantes organizem esta análise em algum tipo de registro, como uma tabela. O

professor pode usar como modelo de referência a tabela a seguir<sup>28</sup>:

Fonte	O site é confiável? Você já ouviu falar dele?	
	É o site de uma revista científica, jornal, revista, instituição conhecida, como universidades, por exemplo?	
	É um site de associação particular, blog ou empresa?	
	Quais outros conteúdos presentes no site?  Eles parecem ser confiáveis? Justifique.	

---

<sup>28</sup> O modelo desta tabela foi pensado com base nas seguintes referências:

Dantas, LFS & Deccache-Maia, E. (2020). Scientific Dissemination in the fight against fake news in the Covid-19 times. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-18, e797974776.

Site Agência Lupa- Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/lupa/>

Apresentação “Fake News relacionadas à saúde: como identificar e combater?” feita pelo diretor da Assessoria de Comunicação Social, Ugo Braga no VIII Congresso Brasileiro de Enfermagem Pediátrica e Neonatal (CBEPN), realizado no período de 15 a 18 de outubro de 2019. Recuperada de [http://portalarquivos.saude.gov.br/campanhas/arquivos/fake\\_news.pptx](http://portalarquivos.saude.gov.br/campanhas/arquivos/fake_news.pptx)

Reportagem “Como identificar e combater fake News?”, Superinteressante.

Disponível em: <https://super.abril.com.br/sociedade/como-identificar-e-combater-fake-news/>

Site do Portal Fiocruz “Como identificar fakenews”. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/video/como-identificar-fake-news>

Autor(a)	Quem é o autor(a)?	
	Pesquise sobre ele(a). Trata-se de um jornalista? Cientista? Professor(a)? Qual sua área de atuação?	
Referências	O autor cita referências bibliográficas, fontes ou especialistas?	
	As fontes citadas existem? (checar)	
	As fontes citadas são atuais?	
	As fontes direcionam para links existentes e disponíveis? Cheque.	
Estrutura e linguagem do texto	Há erros de português?	
	O título do texto (manchete) condiz com o corpo do texto?	
	Há uso de títulos apelativos?	



	Há uso exagerado de pontuação, como pontos de exclamação, por exemplo?	
	Há uso exagerado de letras maiúsculas (caixa alta)?	
	Há utilização de linguagem compatível com o conteúdo abordado?	
	O conteúdo do texto tem coerência entre todas as suas partes?	
	O autor pede para o texto ser compartilhado?	
	O conteúdo do texto é alarmante?	
	O texto aborda teorias da conspiração?	
Data de publicação	Existe data de publicação? Qual?	
	É atual? A informação ainda procede nos dias de hoje?	

Forma do discurso	O texto utiliza de humor? De ironia?	
	Pode ser que se trate de um site de humor?	
	O autor está dando sua opinião ou abordando um dado?	
	Qual é a ideia central defendida?	
	Como esta ideia central é defendida? Isto é, quais são os argumentos utilizados.	
Outros sites	Essa notícia já foi publicada por outros veículos de comunicação? Quais?	

Para organizar o trabalho, que será realizado em pequenos grupos, a turma poderá ser organizada entre dois tipos de grupos: aqueles que analisam as *fake news* (uma ou duas notícias por grupo) e aqueles que analisam o texto científico (será o mesmo texto para esses grupos). A seguir, sugerimos três possíveis textos científicos a serem selecionados para análise:

*O esperado efeito das vacinas.* Texto da Pesquisa Fapesp sobre a aplicação em massa dos imunizantes para a COVID-19.

Link: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-esperado-efeito-das-vacinas/>

*Caminho sinuoso.* Texto da Pesquisa Fapesp sobre riscos e imprevistos envolvidos no desenvolvimento de vacinas.

Link: <https://revistapesquisa.fapesp.br/caminho-sinuoso/>

*Novas vacinas a caminhos.* Texto sobre o novo imunizante desenvolvido pelo Instituto Butantan.

Link: <https://revistapesquisa.fapesp.br/novas-vacinas-a-caminho/>

Após o preenchimento da tabela, cada grupo pode expor o que encontrou para a *fake news* analisada e o professor pode preencher a tabela sobre o texto de cunho científico no quadro em conjunto com os alunos, visto ter se tratado de um mesmo texto para todos.

Ao final, sugerimos que seja realizada uma discussão sobre as diferenças encontradas nas características das *fake news* e do texto científico. Essa tarefa pretende mostrar, na prática, como os alunos podem reconhecer uma *fake news*. Nesse processo, o professor pode enfatizar, a cada análise, qual é o conteúdo defendido e como os autores buscam defender este conteúdo, isto é, como ocorre a argumentação em cada caso. É importante que o professor indique que, mesmo após a análise de um texto, se ainda existirem dúvidas, o conteúdo não deve ser compartilhado, visto que quem encaminha uma notícia falsa também tem responsabilidade na veiculação dessas mensagens.

## *Atividade 6: Quem pode divulgar ciência?*<sup>29</sup>




### *Parte 1: Analisando perfis*




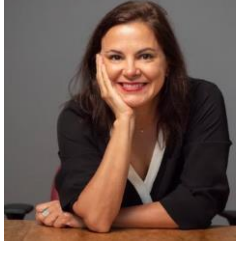
A última atividade da sequência tem como propósito levar os estudantes a refletir sobre a divulgação de informações científicas no mundo virtual e, posteriormente, analisar como agentes de divulgação atuaram ao longo da pandemia do Novo Coronavírus. Trata-se de uma forma de resposta do discurso científico, sob a forma de divulgação científica, ao discurso negacionista, apontando caminhos para que os estudantes possam desenvolver estratégias de análise de informações e percebam a importância das atividades de divulgação científica no mundo contemporâneo.

Plataformas como o YouTube e as redes sociais (Twitter, Facebook, Instagram entre outros) surgiram a partir do avanço da tecnologia e têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas que possuem acesso à internet. O YouTube, em especial, tem um alcance expressivo em diversas faixas etárias pela variedade de conteúdo. Nesse contexto, é importante entender e analisar a atuação dos divulgadores científicos no mundo virtual. Para isso, sugerimos que o professor organize a turma em grupos e faça o sorteio de um divulgador científico para cada grupo. O grupo será responsável por avaliar os perfis desses divulgadores nas redes sociais. A seguir, há lista de divulgadores que recomendamos para essa atividade:

---

<sup>29</sup> Nota: Todas as fotos dos divulgadores científicos inseridos neste capítulo foram retiradas das suas próprias redes sociais (YouTube, Twitter, Instagram ou site).

	<p><b>Canal do Pirula</b></p> <p>YouTube: <a href="https://www.youtube.com/channel/UCdGpd0gNn38UKwoncZd9rmA">https://www.youtube.com/channel/UCdGpd0gNn38UKwoncZd9rmA</a></p>
	<p><b>Átila Iamarino</b></p> <p>YouTube: <a href="https://www.youtube.com/channel/UCSTIOTcyUmzvhOi6F8lFi5w">https://www.youtube.com/channel/UCSTIOTcyUmzvhOi6F8lFi5w</a></p> <p>Site: <a href="https://www.blogs.unicamp.br/rainha/">https://www.blogs.unicamp.br/rainha/</a></p>
	<p><b>Luiza Caires</b></p> <p>Twitter: <a href="https://twitter.com/luizacaires3">https://twitter.com/luizacaires3</a></p>

	<p>Aline Ghilardi</p> <p>YouTube: <a href="https://www.youtube.com/c/Colecionadoresdeossos/featured">https://www.youtube.com/c/Colecionadoresdeossos/featured</a></p> <p>Twitter: <a href="https://twitter.com/alinemghilardi">https://twitter.com/alinemghilardi</a></p>
	<p>Natália Pasternak</p> <p>Twitter: <a href="https://twitter.com/TaschnerNatalia">https://twitter.com/TaschnerNatalia</a></p> <p>Site: <a href="https://iqc.org.br">https://iqc.org.br</a></p>
	<p>Hugo Fernandes</p> <p>Twitter: <a href="https://twitter.com/hfernandesbio">https://twitter.com/hfernandesbio</a></p>
	<p>Mariana Varella</p> <p>Twitter: <a href="https://twitter.com/marivarella">https://twitter.com/marivarella</a></p>



Iberê Thenório e Mariana Fulfaro

Manual do Mundo

YouTube:

<https://www.youtube.com/user/iberethenorio>

Para orientar este processo, sugerimos que os estudantes busquem discutir e responder algumas questões:

- *Qual a formação acadêmica do seu/sua divulgador(a)?*
- *Quais plataformas e/ou redes sociais ele/ela utiliza para divulgar ciência?*
- *Há quanto tempo seu/sua divulgador(a) trabalha com conteúdo?*
- *Ele/ela trabalha com algum conteúdo científico específico?*
- *Na sua percepção, qual é o público alvo deste divulgador(a)? Qual linguagem (verbal ou não verbal) ele(a) utiliza?*
- *O que ele/ela leva em consideração na hora de divulgar uma informação?*
- *Como foi a atuação desse divulgador ao longo da pandemia?*

As respostas dessas perguntas devem ser registradas e compartilhadas com a turma. Fica a cargo do professor decidir a forma como os alunos deverão registrar a informação. O objetivo de compartilhar e discutir essas informações é entender a importância de utilizar fontes adequadas na produção de um conteúdo científico, entender qual público que se quer alcançar e o papel social do divulgador científico em momentos importantes como o observado na pandemia.

## Parte 2: Comparando os perfis dos divulgadores

A segunda parte desta atividade é uma proposta para você, professor(a), e para os estudantes refletirem sobre o que há de comum entre os divulgadores e o que os torna capazes de falar sobre o que eles abordam. Ou seja, esta atividade tem como objetivo responder à seguinte questão: “quem pode falar sobre ciência?”

Sugerimos aqui um exemplo interessante: vamos comparar juntos dois perfis, o primeiro será do canal de Youtube do médico Drauzio Varella e o segundo perfil será uma página do Instagram do Potencial Biótico, um perfil de estudantes em Ciências Biológicas da UFMG. Sigam a seguir os links para entrar em contato com os conteúdos.

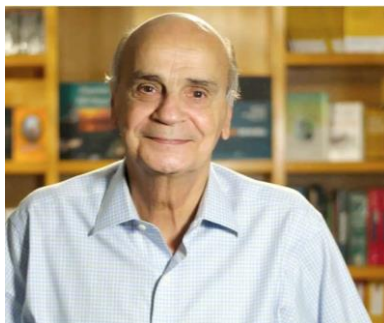
### Drauzio Varella

YouTube:

<https://www.youtube.com/user/drdranziovarella>

Instagram: @sitedrauziovarella

Site: <https://drauziovarella.uol.com.br>



### Potencial Biótico

Instagram: [@potencialbiotico](https://www.instagram.com/potencialbiotico)

Site: <https://www.potencialbiotico.com>

Drauzio Varella é médico oncologista e tem uma longa carreira antes de migrar para as redes sociais. Já foi professor de Química antes de ser médico e, depois de formado em oncologia, dirigiu o serviço de Imunologia do Hospital do Câncer e o serviço de Câncer no Hospital Ipiranga. Foi pioneiro no tratamento da AIDS na



década de 1980 e já teve um quadro sobre corpo humano e saúde no Fantástico, programa da TV Globo. Em meados de 2011, Drauzio ingressou no Youtube com vídeos dentro da área que falava nesse programa, apesar da idade, chama muita a atenção das pessoas por ter se inserido nos meios digitais de forma flexível e atual.

O Potencial Biótico é um site e uma rede social com a proposta de tornar o ensino de ciências mais fácil e divulgar a ciência de forma ampla e didática. A rede surgiu em 2018 durante a graduação de ciências biológicas das estudantes Júlia Quintaneiro e Gabriela Maia. Atualmente, as plataformas contam com outros estudantes que criam, editam e revisam os conteúdos que são incluídos no site e no Instagram. O conteúdo abarca diferentes temas do conteúdo de ciências biológicas que vai desde de assuntos como “Aranhas são insetos?” até “Como é a atuação de um biólogo?” e “Como funcionam as Universidades?”.

O professor pode pedir que os estudantes, ainda em grupos, acessem estes canais e façam uma análise geral, com base nas discussões realizadas na Parte 1 da atividade. Diante dos dois perfis acessados, o professor deverá propor a seguinte discussão: *se ambos divulgassem um mesmo conteúdo sobre um determinado assunto científico, qual você levaria em consideração e por quê?*

Os estudantes, a princípio, devem discutir em seus pequenos grupos. Sugerimos que o professor circule entre os grupos estimulando os estudantes a falarem sobre ciência e os possíveis critérios que estão usando para dar sua resposta. Após a discussão em pequenos grupos, propomos um compartilhamento de ideias com toda a turma. Neste momento, sugerimos que a turma busque alguns pontos de consenso em torno de critérios usados por cada grupo para compor suas respostas. O professor poderá anotar os critérios colocados por cada grupo, colocando cada critério em análise pelos outros grupos (Concordam? Discordam? Por quê?).

Ao final, deverá haver uma lista de possíveis critérios. A ideia aqui, porém,

não é transmitir uma ideia de que uma pessoa precisaria passar por muitos critérios para poder divulgar ciência, mas ajudar os estudantes a estabelecer certas estratégias de avaliações de plataformas digitais. Nesse sentido, sugerimos que, ao final dessa discussão, o professor proponha uma nova questão: “*e um estudante de nossa turma, poderia ser um divulgador científico? Por quê?*” Nesta nova discussão, a proposta é que os estudantes percebam que, partindo daqueles critérios discutidos anteriormente, é possível que eles também se sintam estimulados a falar sobre ciência. Ciência é um assunto que todos podemos falar, contanto que estejamos atentos a aspectos sobre como funciona seu processo de construção e conhecimentos conceituais que fornecem a base sobre a qual esta construção acontece.

Para finalizar esta discussão, propomos uma sistematização da atividade em casa. Sugerimos que os estudantes leiam o texto “Divulgação Científica: para quem e por quem”, publicado pela Revista Ciência Hoje.

A partir da leitura e das discussões em sala, respondam:

- O que você considera importante para que uma pessoa se torne uma divulgadora científica?
- A ciência precisa ser melhor ou maior divulgada? Como isso pode ocorrer?
- A partir de nossas discussões sobre as *fake news*, como você considera que esse tipo de notícia tem impacto sobre o trabalho dos divulgadores científicos?

Link para acesso ao texto: <https://cienciahoje.org.br/coluna/divulgacao-cientifica-para-quem-e-por-quem/> .

## Referências Bibliográficas

Bakhtin, M. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 12ª Edição: HUCITEC, 2006.

Baptista, J. (2020). Ethos, Pathos e Logos. Análise Comparativa Do Processo Persuasivo Das (Fake) News. *Eikon*, 1, 43–54.

- Barros, M. F. S. (2020). Os efeitos discursivos presentes em *fake news*: a manipulação de informações sobre a Covid-19. *Anais do COGITE In: Colóquio sobre Gêneros e Textos*, pág. 1-13.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.
- Eemeren, F. H., Grootendorst, R., & Henkemans, F. S. *Argumentation: Analysis, Evaluation, Presentation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates (2002).
- Guimarães, R. R., & Massoni, N. T. (2020). Argumentação e pensamento crítico na educação científica: análise de estudos de casos de problematizações conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 12(2), 320-344.
- Mortimer, E. F. (1998). Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: Chassot, A. (Org). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Editora Unisinos. p. 99-118.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Pezarini, A. R., & Maciel, M. D. (2018). As dimensões da argumentação no ensino de Ciências em pesquisas de 2007 à 2017: um olhar para a caracterização e para as ferramentas metodológicas para estudar a temática. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(32), 61-77.
- Rojo, R. H. R. (2015). Hipermodernidade, multiletramentos, e gêneros discursivos. Parábola Editorial, São Paulo.
- Santos, W. L. P., Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2001). A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), 140-152.
- Saucedo, K. R. R., & Pietrocola, M. (2019). Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica. *Revista Ciência e Educação*, 25(1), 215-233. São Paulo.
- Vasquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336.

LUDMILA FERNANDES KELLES  
EDYTH PRISCILLA CAMPOS SILVA  
DANIEL MARCHETTI MARONEZE  
LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

## 9. ENTRE CONSENSOS E CONTROVÉRSIAS: EXPLORANDO FAKE NEWS E O AQUECIMENTO GLOBAL

---



## Objetivos da sequência

A presente sequência de atividades tem como objetivo trabalhar conhecimentos conceituais e epistêmicos envolvendo o aquecimento global de modo articulado a questões sociais, políticas, econômicas e éticas envolvidas.

A princípio, buscamos uma compreensão do efeito estufa como um fenômeno natural, e do aquecimento global como uma situação que intensifica o efeito estufa existente. Utilizamos dados para que os estudantes possam estabelecer relações entre esses dois fenômenos. A proposta é que os alunos compreendam os fatores que causam o efeito estufa natural e o que está sendo alterado no planeta para que esse efeito esteja mais intenso nos últimos anos.

Ao longo da atividade, os alunos poderão expressar pontos de vista e relatar o que já ouviram sobre o assunto, de modo que possam refletir constantemente sobre o tema. A partir de levantamentos iniciais, será proposto que os estudantes entrem em contato direto com dados científicos para análise das causas do aquecimento global, por exemplo, as concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico e temperatura média global do planeta ao longo dos anos. Assim, um dos objetivos relevantes da sequência é que eles possam lidar diretamente com dados e não apenas serem informados sobre o que diz a ciência sobre o tema.

A intenção é que os alunos possam manipular dados reais obtidos por cientistas e, assim, entender o porquê de tais conclusões. Além disso, serão discutidas possíveis soluções, em âmbito pessoal e global para esse problema. Dessa forma, pretende-se que os alunos compreendam a rede que a ciência constrói para emitir conclusões (experimentos, teorias, revisão pelos pares, financiamentos, análises críticas, etc.) e possam, posteriormente, comparar essa rede bem estabelecida com outras redes menos articuladas em que se encontram as *fake news* sobre o tema. Como proposto por Lima e colaboradores (2019), é necessário que o ensino de Ciências

evidencie não apenas o “fato” pronto trazido pelos livros didáticos, mas também as evidências científicas e como elas estão articuladas em uma rede maior que sustentam as assertivas do conhecimento científico.

Para tal, propomos atividades em que os alunos busquem por *fake news* sobre o aquecimento global e sejam estimulados a discutir os argumentos em que elas se apoiam e relacioná-los aos argumentos científicos. Além disso, eles serão auxiliados a analisar a estrutura do texto dessas notícias falsas em contraposição a textos de cunho científico, observando a linguagem utilizada, as fontes, o discurso, os tipos de argumentos, apelos emocionais e outros aspectos que possam permitir que os estudantes consigam identificar as diferenças entre uma *fake news* e um texto de opinião ou de divulgação que apresente embasamentos bem estabelecidos.

A intenção é que os estudantes possam analisar criticamente as notícias que leem e recebem, além de compreender a importância e impacto da divulgação de notícias falsas. Nesse aspecto, será proposta ainda uma atividade que busca resgatar os aspectos históricos das *fake news* para estimular a reflexão sobre suas diferentes ocorrências ao longo do tempo e sobre que fatores atuais contribuem para a repercussão das mesmas de modo cada vez mais rápido e exponencial.

Sendo assim, espera-se que ao longo das atividades propostas os alunos possam compreender o que é o aquecimento global, tendo em vista os conhecimentos científicos acerca do fenômeno, que evidências a ciência utiliza como critério para afirmar que o ser humano está contribuindo para o aquecimento do planeta, como esses dados foram obtidos e suas relações com aspectos sociais, econômicos, políticos e éticos. A intenção é que o aluno possa compreender o fenômeno e não apenas aceitar porque está escrito no livro, mas questionar e ler de forma crítica as notícias com as quais se depara em seu cotidiano, reconhecendo as possíveis *fake news*, e se posicionando diante delas.

A sequência consta de um conjunto de seis atividades, sendo que, cada uma delas foi planejada para ser desenvolvida em duas aulas de cerca de 50 minutos. Recomendamos que o professor avalie a adequação dessa organização, dependendo de sua realidade. A proposta é que as atividades sejam desenvolvidas com turmas do Ensino Médio.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Argumentativa

## **Fundamentação teórico-metodológica**

Esta sequência de atividades foi orientada pela perspectiva sociocientífica no ensino de ciências. Exploramos potencialidades da argumentação sociocientífica para trabalhar conhecimentos conceituais e epistêmicos da ciência a partir de uma questão controversa: o aquecimento global.

Ao propormos uma sequência que envolve argumentação, compreendemos que este é um fenômeno discursivo e social que perpassa diferentes esferas da vida humana. Isto é, argumentar não é algo que está restrito às aulas de ciências, mas que é relevante para o engajamento dos estudantes em determinados critérios epistêmicos e formas de comunicar conhecimentos em sala de aula (Munford & Teles, 2015).

Nesse sentido, utilizamos indicações da Pragma-Dialética para fundamentar nossa compreensão de argumentação como resolução de diferença de opinião (Eemeren *et al.* 2002). A partir dessa teoria, a argumentação é entendida como:

[...] uma atividade racional que tem como objetivo defender um ponto de vista de forma que se torne aceitável a um crítico que tem uma atitude razoável. Avançando em uma argumentação, o orador ou escritor parte de um pressuposto - certo ou errado

- de que há uma diferença de opinião entre ele ou ela e seu ouvinte ou leitor. Por colocar proposições que devem justificar o ponto de vista em questão, o orador ou escritor tenta convencer o ouvinte ou o leitor da aceitabilidade desse ponto de vista. (Eemeren *et al.* 2002, p. xi-xii)

Ao levantar diferentes pontos de vista em aulas de ciências, a argumentação pode fomentar a mobilização de justificativas dos mais diversos tipos. Vivências pessoais ou coletivas, crenças, percepções de mundo, preconceitos e conhecimentos de diferentes campos podem ser mobilizados.

Nas aulas de ciências, o professor tem o grande desafio de lidar com esta diversidade e, ao mesmo tempo, gerar oportunidades para que os estudantes possam perceber as potencialidades do uso de evidências científicas para argumentar e se apropriar dessa forma específica de argumentação (Franco & Munford, 2018). Na sequência que apresentamos neste capítulo, os estudantes devem lidar com informações de diferentes fontes, científicas e não científicas, analisá-las, interpretá-las e gerar argumentos a partir desses dados. Neste caso, um aspecto central desta sequência é que a argumentação envolve uma questão sociocientífica (Conrado & Nunes-Neto, 2018; Kelly & Licon, 2018). A partir de Conrado e Nunes-Neto (2018), consideramos questões sociocientíficas como

problemas ou situações controversas e complexos, que podem ser transpostos para a educação científica, por permitir uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas (p. 10).

O trabalho com esse tipo de questão proporciona um processo de contextualização que envolve: i) mobilizar práticas das ciências naturais; ii) considerar a complexidade de problemas reais; iii) explorar aspectos éticos e políticos da formação em ciências; iv) introduzir temáticas relevantes no mundo atual, como problemas ambientais e desafios da saúde pública no século XXI (Hodson, 2018).

Conrado e Nunes-Neto (2018) indicam exemplos a serem trabalhados em



atividades que envolvam questões sociocientíficas: aquecimento global, extinção de abelhas, poluição e racismo. Em todos esses casos, é importante considerar que as propostas didáticas partem de um problema da realidade social, perpassam conhecimentos em ciência e tecnologia que estão envolvidos no problema, geram oportunidades para que os estudantes discutam, analisem e se posicionem criticamente diante do problema (Santos & Mortimer, 2000). A partir desses elementos centrais, o trabalho com questões sociocientíficas tem sido construído de diferentes formas.

Pedretti & Nazir (2011) indicam algumas dessas formas: resolução de problemas por meio da criação de novas tecnologias ou da adequação de tecnologias existentes; compreensão da prática científica a partir de aspectos históricos e sócio culturais; análise e tomada de decisão diante de questões sociocientíficas; discussão em torno de aspectos éticos e morais envolvidos em questões sociocientíficas; entendimento da ciência e da tecnologia como campos existentes em um contexto sociocultural mais amplo; análise crítica de problemas ambientais. Para Kelly e Licona (2018), engajar os estudantes em argumentação (e outras práticas epistêmicas) em torno de questões sociocientíficas pode ampliar as oportunidades de (p. 142, tradução nossa):

- Compreensão de múltiplas perspectivas (por exemplo, científica, moral, pessoal, religiosa) para construção de linhas de raciocínio coerentes para sustentar posicionamento (s) diante de uma questão sociocientífica.
- Reconhecimento de processos para gerar, comunicar e avaliar argumentos capazes de sustentar posições particulares diante de uma questão sociocientífica.

Na sequência de atividades apresentadas neste capítulo, tais indicações nos orientaram em propostas que visam engajar os estudantes em práticas argumentativas a partir de uma questão sociocientífica. Propomos reflexões sobre os questionamentos frequentes ao atual consenso científico sobre o aquecimento global.

Buscamos estimular os estudantes a partir do uso de textos e debates capazes de evidenciar o que é um consenso científico; como ele é obtido; e por que razões, mesmo após consensos científicos serem atingidos sobre um tema, ainda existem cientistas que são contrários à ideia. Apesar de a causa antropogênica do aquecimento global ser considerado um consenso científico, outros pontos sobre o tema ainda permanecem em aberto, como a velocidade com que o planeta vai se aquecer, medidas que possam evitar tal aquecimento e a velocidade das mesmas (Junges & Massoni, 2018).

Aspectos sociais, políticos, econômicos e éticos que envolvem a questão do aquecimento global e como eles podem influenciar o processo científico e a divulgação de notícias sobre o tema também são explorados. Debates colocam os estudantes em posições de tomada de decisões hipotéticas, de modo que eles possam se aproximar da complexidade do tema e dos diversos aspectos envolvidos. Esta visão pode auxiliar os estudantes a compreenderem porque o aquecimento global é alvo de um número frequente de *fake news*. Aqui, cabe destacar que adotamos a definição de *fake news* como todo tipo de informações veiculadas por meios de comunicação que se camuflam como se fossem veículos jornalísticos para difundir notícias comprovadamente incorretas com o objetivo de enganar seus leitores (Paganotti *et al.*, 2019). Sendo assim, não cabe nessa definição notícias incorretas, posteriormente retratadas, ou qualquer boato espalhado por redes sociais, mas sim o fenômeno específico de sites que tem o objetivo de desinformar, de veicular de forma proposital informações incorretas como se fossem verdade (Paganotti *et al.*, 2019).

As *fake news* têm sido uma temática relevante em sala de aula atualmente (Dantas & Deccache-Maia, 2020), sendo assim, buscamos estabelecer relações entre os conhecimentos científicos acerca do aquecimento global e o fenômeno das *fake news*, promovendo atividades em que os alunos exercitem o senso crítico, leitura atenta, seleção de fontes confiáveis de informação, interpretação de textos e a

criticidade (Britto & Mello, 2020).

## Sequência de Atividades

### *Atividade 1: Introduzindo controvérsias e consensos*

Esta atividade tem como objetivo levantar conhecimentos prévios dos estudantes sobre questões relacionadas ao aquecimento global, ouvir suas dúvidas sobre o assunto e introduzir reflexões sobre a controvérsia relacionada ao tema. Em um primeiro momento da aula, o professor deverá propor questionamentos mais amplos, como por exemplo: *“O que sabemos sobre o aquecimento global?”*. Ele deverá anotar no quadro as respostas dos alunos e em um caderno à parte, pois serão importantes em futuras atividades.

Depois de os alunos compartilharem suas concepções sobre o tema, o professor pode orientar a discussão ao questionar: *“O que gostaríamos de saber sobre o aquecimento global?”*. Da mesma forma, ele deverá anotar no quadro as questões levantadas e em um caderno à parte.

Em um terceiro momento desta primeira atividade, o professor deverá pedir que os alunos leiam parte do texto *“Debate científico sobre o aquecimento global antropogênico I<sup>30</sup>”*. A proposta é que os estudantes leiam apenas até o 7º parágrafo, quando o autor afirma que, para que haja um consenso científico legítimo, todas as críticas legítimas e argumentos devem ser respondidos. Este momento tem como objetivo introduzir ideias sobre o tema, orientando a discussão para a análise sobre o que seriam controvérsias e consensos. *“Existe uma controvérsia legítima em torno do*

---

30 Texto disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=o-debate-cientifico-sobre-o-aquecimento-global-antropogenico-i>

*aquecimento global antropogênico? Por quê?”* Esta é uma questão que poderá orientar este momento. Entendemos que a questão não precisa ser concluída nesta primeira etapa. A proposta é apenas levantar reflexões sobre o tema e indicar que, ao longo das próximas aulas, os estudantes poderão examinar melhor a questão a partir de diferentes fontes de dados.

### ***Atividade 2: Analisando argumentos envolvidos na questão***

A partir dessa conversa inicial, o professor irá propor alguns questionamentos comuns que são levantados pelos céticos e que podem ser usados para incitar possíveis dúvidas e discordâncias.

1. Há cientistas de renome como Ivar Giaever e Freeman Dyson que afirmam que o aquecimento global antropogênico não constitui um problema para a humanidade.

*Possível argumento elaborado pelos alunos para contra-argumentar:* Os alunos observaram que, mesmo havendo cientistas que não acreditam no aquecimento global antropogênico, há um consenso, uma maioria, que afirma que sim. Além de haver cientistas que ao fazer pesquisas mais abrangentes, mudaram de ideia.

2. O CO<sub>2</sub> não é um poluente, ele é essencial para vida no planeta.

*Possível argumento elaborado pelos alunos para contra-argumentar:* Os alunos poderão levar outros possíveis danos ambientais causados pelo aumento da concentração de CO<sub>2</sub>. Por exemplo, a acidificação dos oceanos (devido ao aumento de CO<sub>2</sub> dissolvido na água) que pode levar à morte de várias espécies marinhas como os recifes de corais.

3. O clima sempre mudou no passado, então por que se preocupar?

*Possível argumento elaborado pelos alunos para contra-argumentar:* Os alunos poderão afirmar que realmente houve mudança de temperatura em outros tempos,

no entanto, essa temperatura vem aumentando muito rápido e seu crescimento está relacionado também às grandes emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

4. Mas não há cientistas que dizem que o aquecimento global não é um problema?

*Possível argumento elaborado pelos alunos para contra-argumentar:* Os alunos poderão afirmar que muitos cientistas têm feito pesquisas sérias, obtendo resultados confiáveis que corroboram com o argumento do aquecimento global antropogênico.

5. Quais seriam as vantagens dos céticos em omitir a ação antropogênica no aquecimento global?

*Possível argumento elaborado pelos alunos para contra-argumentar:* Os alunos poderão afirmar que há interesses de grandes empresas em mascarar o aquecimento global antropogênico.

Esse momento ainda não constitui o debate formal, que será desenvolvido na Atividade 3, mas é importante para organizar os estudantes em três grupos: aqueles que se colocam contra a ideia de que o aquecimento global possui causa antropogênica, aqueles que são a favor da ideia e as pessoas em dúvida.

Nesta atividade os alunos deverão analisar argumentos construídos pela comunidade científica em torno da questão. Essa atividade visa conhecer dados e critérios usados pela ciência para defender uma afirmação, além da preparação para um debate futuro, na Atividade 3. Esta atividade demanda a pesquisa em internet. Por isso, ela poderá ser realizada em sala de aula apropriada ou utilizada como tarefa de casa para que os estudantes busquem fontes bibliográficas e informações.

### **Posicionamento de cientistas<sup>31</sup>**

A “Teoria do dióxido de carbono das mudanças climáticas” remonta ao século XIX com a publicação de trabalhos de cientistas como John Tyndal, Svante Ahrenius, Guy Stewart Callendar, Gilbert Plass e Roger Revelle. Dentre eles, Svante Ahrenius foi premiado com um prêmio Nobel de Química.

*Instruções:* Façam uma busca na Internet e selecione dois desses nomes para obter mais informações sobre suas pesquisas.

- O que esses cientistas estudavam e o que eles diziam sobre mudanças climáticas? Registre seus apontamentos sobre essas questões.

### **A mudança no posicionamento de cientistas**

Richard Muller, em entrevista ao The New York<sup>32</sup> Times afirmou que ele pode ser considerado um ex cético em relação ao aquecimento global. Muller é cofundador da Berkeley Earth Surface Temperature, uma organização americana independente sem fins lucrativos com foco em ciência de dados ambientais. O cientista afirmou que depois de pesquisas intensas envolvendo uma dúzia de cientistas, concluiu que o aquecimento global é real e que as estimativas da taxa de aquecimento estão corretas.

Sua pesquisa usou métodos estatísticos sofisticados que permitiram determinar a temperatura da terra muito mais atrás no tempo. O grupo de cientistas também usou um número muito maior de dados que pesquisas anteriores (pesquisas anteriores usaram menos de 20% das estações de temperatura disponíveis; Berkeley usou, virtualmente, 100%). Além disso, o grupo afirma que o seu trabalho é automatizado e sem intervenção.

Após análise dos resultados, o grupo concluiu que a causa para o aquecimento global é quase inteiramente humana. Os resultados também mostraram que a temperatura média da terra aumentou 2,5 Fahrenheit nos últimos 250 anos, incluindo um aumento de um grau e meio nos últimos 50 anos. Além disso, eles também concluíram que provavelmente esse aumento resulte essencialmente da emissão humana de gases de efeito estufa.

---

31 <http://history.aip.org/climate/co2.htm>

32 <https://www.nytimes.com/2012/07/30/opinion/the-conversion-of-a-climate-change-skeptic.html>

*Instruções:* Faça uma busca na Internet por argumentos usados pelos céticos.

- Quais são as evidências usadas na formulação deste argumento?

Faça novamente uma busca na Internet a fim de encontrar um outro dado que questione a validade das conclusões que os céticos chegaram.

### **A curva de Keeling**

Em 1953, Charles David Keeling desenvolveu um método para determinar as concentrações de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. Keeling fez medições em diversos lugares. Um deles era o alto do pico Mauna Loa, no Havaí. O pesquisador escolheu este lugar por ser remoto e alto para realizar medidas mais precisas das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico em um estrato mais homogêneo da atmosfera. Até os dias atuais, esses dados têm sido coletados em tempo real e divulgados.

*Instruções:* Acesse o gráfico na página oficial da pesquisa:

<https://keelingcurve.ucsd.edu/2017/10/19/video-new-animation-of-keeling-curve-available/>

Observe os dados gerados pela pesquisa iniciada por Keeling.

Responda:

- Que fatores podem estar envolvidos no aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera ao longo desses anos?

- Você acredita que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> indicado no gráfico pode estar relacionado ao aumento da temperatura global?

Opcionalmente, o professor pode levar imagens da curva de Keeling para que os estudantes observem e discutam em sala (Figura 5.1).

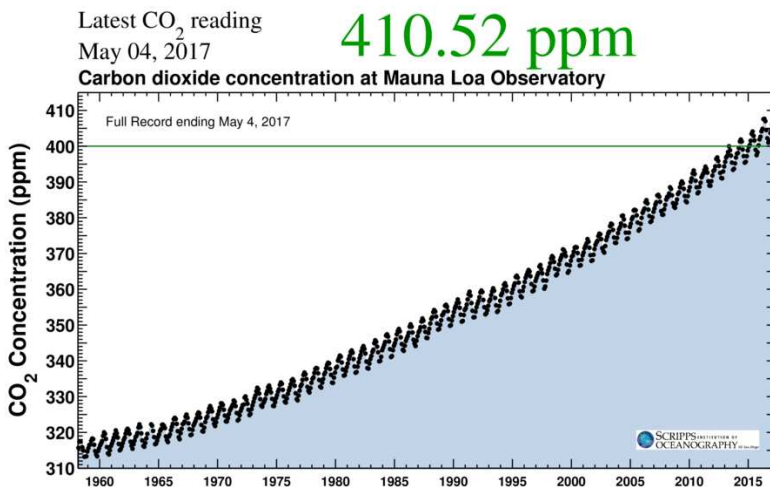


Figura 9.1: Curva de Keeling. Fonte:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Keeling\\_Curve\\_full\\_record.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Keeling_Curve_full_record.png)

### Nível do mar e previsões

Um grupo de pesquisadores (J. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff P. Lee, D. Rind e G. Russell) publicou um artigo pela revista *Science* em que fizeram previsões sobre possíveis consequências do aquecimento global provocado pelo aumento da concentração de CO<sub>2</sub>. Em uma dessas previsões, os autores indicam:

Um aquecimento global de 2°C é excedido no século 21 em todos os cenários de CO<sub>2</sub> que consideramos, exceto se não houver nenhum crescimento de emissões e eliminação do carvão. O gelo marinho polar flutuante responde rapidamente às mudanças climáticas. O aquecimento de 5 a 10°C esperado em altas latitudes ao norte para o dobro do CO<sub>2</sub> deve abrir as passagens noroeste e nordeste ao longo das fronteiras dos continentes americano e euro-asiático. (HANSE *et al.*, 1981, p. 966).

Se essa temperatura subir 5°C, o degelo pode ser rápido, exigindo um século ou menos, e causando um aumento do nível do mar de 5 a 6 metros. (HANSE *et al.*, 1981, p. 966).

O gráfico apresentado pelo *Sea Level Reserach Group* – Universidade da Califórnia indica o aumento do nível do mar entre 1995 e 2020:



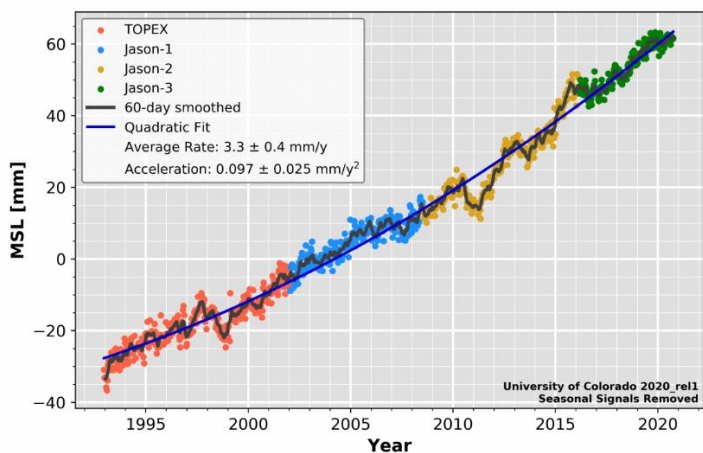


Figura 1: Dados divulgados sobre o aumento do nível do mar nos últimos 15 anos.

Fonte: <https://sealevel.colorado.edu/data/2020rel1-global-mean-sea-level-seasonal-signals-removed>

O centro de pesquisa *National Snow and Ice Data Center* publicou dados sobre a diminuição do gelo no Ártico entre 1984 e 2016. No canal *NASA climate change* no *youtube*, há um vídeo com a síntese desses dados:

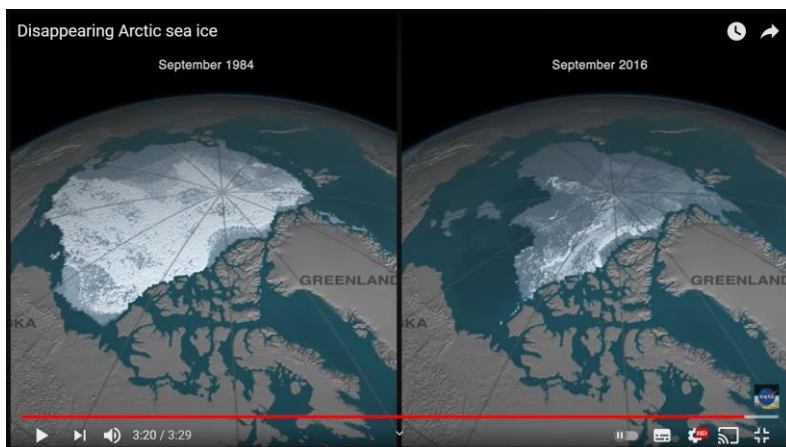


Figura 2: Frame do vídeo “*Disappearing Arctic sea ice*” – “Desaparecimento do gelo do mar ártico”.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=hlVXOC6a3ME>

Instruções: A partir dos dados do gráfico e vídeo, busque responder:

Como o aumento de CO<sub>2</sub> na atmosfera pode ter impacto sobre o nível do mar?

### Gás carbônico e temperatura global

Cientistas defendem uma possível relação entre o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico e o aumento da temperatura média global. Observe o gráfico a seguir:

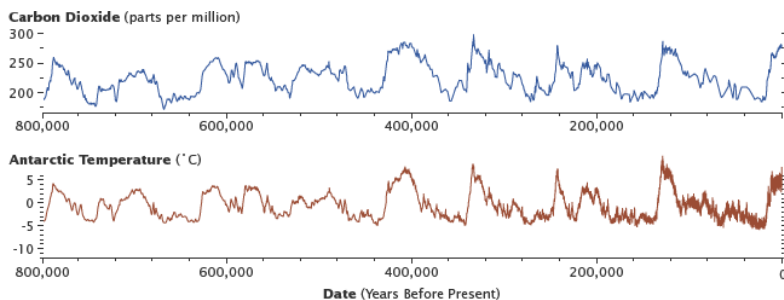


Figura 1: Dados sobre a concentração de gás carbônico na atmosfera da Terra e a temperatura antártica nos últimos 800 milhões de anos.

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epica\\_CO2\\_temperature.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epica_CO2_temperature.png)

Instruções: Com base nesses dados, responda:

- Como os cientistas conseguem acesso a dados tão remotos (milhões de anos atrás)?
- Por que estes dois gráficos, juntos, são usados pelos cientistas para defender que o aquecimento global possui causa antrópica?

Com relação a este argumento, é importante ajudar os estudantes a visualizar a correlação entre os dois gráficos (de concentração de gás carbônico e temperatura global). Porém, sugerimos ir além da correlação. Sugerimos que o professor estimule os estudantes a tentar entender a possível relação causal que fundamenta a análise. Isto é, há emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, como consequência, há reações com gases estufa, aumento do efeito estufa e aumento da temperatura global.

Assim, ao responderem a segunda questão, a proposta é que os estudantes observem que não se trata de uma mera correlação entre dois dados que aleatoriamente coincidem. Existe um raciocínio pautado em relações causais que permitem o uso destes dados como evidências do fenômeno em questão. Traçar essa rede e representá-la poderá ser útil na resposta à segunda questão.

### **Questões econômicas**

A Desmog, uma empresa criada em 2006 com o objetivo de divulgar informações sobre o aquecimento global, afirmou que empresas de petróleo, como a Exxon têm gerado relatórios duvidosos sobre o tema. No relatório “*Review of Environmental Protection Activities for 1978-1979*,” por exemplo, uma subsidiária canadense da Exxon, afirmava ciência das emissões de CO<sub>2</sub> pela queima de combustível fóssil desde a década de 1970. Outro relatório da empresa, dois anos depois, discutia a percepção da mídia sobre a relação do CO<sub>2</sub> e o agravamento do efeito estufa. Em 1989, foi criada a empresa “Global Climate Coalition” (GCC) com apoio da Exxon e outras petroleiras. De acordo com a Desmog, a empresa entende as consequências da emissão de CO<sub>2</sub> pela queima de combustíveis fósseis, mas divulga relatórios e notícias que geram desinformação.

Fonte: <https://www.desmogblog.com/2016/04/26/there-no-doubt-exxon-knew-co2-pollution-was-global-threat-late-1970s>

*Instruções:* Discuta com seus colegas e responda:

- Quais são os possíveis efeitos para o andamento dos acordos e medidas para redução da emissão de CO<sub>2</sub> quando grandes empresas financiam iniciativas como a GCC?

### **Transparência da ciência**

Em 2009, iniciou-se uma investigação apelidada de “*Climategate*”. Ela começou às vésperas da cúpula das Nações Unidas em Copenhague, envolvendo o vazamento de e-mails de um dos grandes centros de pesquisas sobre mudanças climáticas na Inglaterra, o *Climate Research Unit* (CRU). Segundo céticos do aquecimento global, o conteúdo dos e-mails demonstrava alteração nos dados que visavam sustentar as teorias do aquecimento global. No entanto, uma comissão independente avaliou os estudos publicados pela empresa e não encontrou nenhuma fraude nos dados e a comissão concluiu que os cientistas chegaram às suas conclusões honestamente.

Fonte: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2010/04/climategate-nova-investigacao->

[absolve-cientistas-de-ma-fe.html](#)

*Instruções:* Faça uma pesquisa e, discutindo com seus colegas, responda:

- Quais parâmetros científicos você conhece que demonstram a transparência das pesquisas científicas?
- Você acredita que eles são suficientes para apoiar uma ciência sem fraudes?

### *Atividade 3: Debatendo a questão a partir de diferentes argumentos*

Nesta atividade, os estudantes deverão retomar os dados analisados na atividade anterior. Uma forma de estruturar este momento é organizar em subgrupos que deverão se preparar para o debate, por exemplo, três subgrupos contra (ou menos), três subgrupos a favor e os subgrupos em dúvida. Todos os subgrupos deverão retomar os dados da Atividade 2 para preparar sua argumentação. É importante destacar que esse processo não precisa ficar restrito aos dados fornecidos pelo professor. Isto é, os argumentos selecionados não devem estar associados apenas ao já discutido. Outras pesquisas e argumentos poderão ser reunidos pelos grupos neste momento. Cada subgrupo deverá escolher um representante para argumentar em nome de todos.

Neste momento, os alunos podem dispor de Power Point para mostrar gráficos e imagens que ajudem na elaboração de seus argumentos. Cada grupo (contra e a favor) terá alguns minutos para expor suas ideias e, posteriormente, seguirão rodadas de contra-argumentos, réplicas e trélicas. Esses ciclos poderão se repetir de acordo com a escolha prévia do professor com os estudantes e o desenvolvimento do debate ao longo da atividade. O grupo de estudantes indecisos deverá ter questionamentos que, ao final do debate, serão respondidos por ambos os lados. É interessante que, ao final do debate, o grupo de estudantes indecisos se reúna separadamente para discutir e tente tomar uma nova posição: contra ou a favor do aquecimento global antropogênico. Isso não impede que as dúvidas permaneçam, mas é importante que o grupo se posicione diante daquilo que foi apresentado pelos

colegas.

#### ***Atividade 4: Soluções para o aquecimento global? O que podemos fazer?***

Nesse momento da sequência, espera-se que os alunos já tenham compreendido o que é o aquecimento global e suas causas antrópicas. A partir disso, propomos que se discuta, também, as possíveis soluções para esse problema, seja em escala pessoal ou global. Esse é objetivo desta atividade.

Serão disponibilizados quatro links de vídeos contendo palestras da plataforma *TED Talks* de diferentes palestrantes. Os vídeos, de aproximadamente 10 a 15 minutos, apresentam pessoas distintas que opinam sobre o que acreditam que deveria ser feito para se combater o aquecimento global. Eles estão em inglês, mas em todos os vídeos é possível selecionar a opção de apresentar legendas em português.

Na atividade o professor pode sugerir que cada aluno escolha de forma livre, por sorteio ou por divisão em grupos, um dos vídeos indicado. Após assistir ao vídeo o aluno deve fazer um breve comentário contendo os seguintes pontos:

- Qual a proposta do (a) palestrante (o que ele (a) propõe como solução)
- Você considera essa proposta interessante?
- Qual a ocupação/ profissão do (a) palestrante?
- Você considera essa proposta viável? Por quê?

Dependendo da ótica analisada, alguns estudantes podem achar os pontos de vista dos palestrantes bastante polêmicos. Isso é normal, já que o aquecimento global é uma temática sócio-científica-ambiental controversa. É importante que o professor ressalte que a ideia desta atividade não é fazer julgamentos pessoais sobre os palestrantes ou mesmo tentar induzir qualquer pessoa a ter a mesma opinião que eles. O objetivo é conhecer e refletir racionalmente sobre caminhos propostos por diferentes pessoas que se relacionam com o tema aquecimento global.

Vídeos sugeridos:

**Vídeo 1 – “O caso desarmado para agir agora mesmo sobre as mudanças climáticas”,** por Greta Thunberg (Jovem ativista climática).

Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/greta\\_thunberg\\_the\\_disarming\\_case\\_to\\_act\\_right\\_now\\_on\\_climate\\_change#t-652186](https://www.ted.com/talks/greta_thunberg_the_disarming_case_to_act_right_now_on_climate_change#t-652186)

Nesse vídeo Greta Thunberg, uma jovem ativista climática, aponta para a urgência de se tomar uma atitude em relação ao aquecimento global hoje e não amanhã. Ela questiona o fato de já existirem os fatos e as soluções possíveis, mas muito pouca ação, mudanças e medidas para mudarmos a forma como vivemos em prol de uma diminuição do aquecimento global. Ela reforça que esse assunto é urgente e deveria estar em pauta a todo momento nas notícias, discussões dos líderes globais e ao acesso de todas as pessoas. Ela ainda ressalta que precisamos de ações mais do que de esperança.

**Vídeo 2 – “A coisa mais importante que você pode fazer para lutar contra a alteração climática: falar sobre ela”,** por Katharine Hayhoe (Cientista climática cristã).

Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/katharine\\_hayhoe\\_the\\_most\\_important\\_thing\\_you\\_can\\_do\\_to\\_fight\\_climate\\_change\\_talk\\_about\\_it?utm\\_source=whatsapp&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=tedsread](https://www.ted.com/talks/katharine_hayhoe_the_most_important_thing_you_can_do_to_fight_climate_change_talk_about_it?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=tedsread)

Katharine Hayhoe é professora de ciência atmosférica na Universidade de Tecnologia do Texas e cientista climática. Ela aponta no vídeo a necessidade de se conversar sobre esse tema, fugindo um pouco das polarizações políticas e aspectos científicos, e focando nos valores de cada pessoa. Com o que essa pessoa se importa na sua vida, quais seus valores e crenças? Como isso será impactado com as consequências do aquecimento global, por que ela deveria se importar com esse tema? Ela foca na necessidade de se abrir diálogos sobre o assunto, de se conversar sobre isso, ouvir e ler sobre aquecimento global na mídia. Além disso, ela ressalta que não adianta focarmos em amedrontar as pessoas, mas sim em estimular uma esperança racional, ou seja, uma discussão sobre as soluções. Soluções que sejam práticas, viáveis, acessíveis e atrativas para que cada um comece a pensar e fazer o seu papel nessa questão.

**Vídeo 3 – “As algas marinhas podem ajudar a conter o aquecimento global?”,**

por Tim Flannery (professor universitário e paleontólogo).

Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/tim\\_flannery\\_can\\_seaweed\\_help\\_curb\\_global\\_warming?utm\\_source=whatsapp&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=tedsread](https://www.ted.com/talks/tim_flannery_can_seaweed_help_curb_global_warming?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=tedsread)

Tim Flannery é um professor universitário e paleontólogo. Nesse vídeo ele ressalta que demoramos muito a tomar atitudes em relação ao aquecimento global e o pouco que tem sido feito não resultou ainda em nenhuma diminuição ou mesmo estabilização desses gases na atmosfera. Dessa forma, chegamos a um patamar em que não basta pararmos de emitir gases do efeito estufa, mas temos que reduzir a quantidade desses gases que já está presente na atmosfera. Sendo assim, a ideia de soluções para compensar essas emissões não é mais suficiente, precisaríamos de alternativas para deixar de emitir esses gases e soluções para o sequestro dos gases que já estão na atmosfera. Nesse vídeo, ele apresenta uma possível solução: as algas marinhas. A criação de fazendas de algas marinhas no oceano poderia resolver esse problema? O que já sabemos sobre isso, o que precisamos saber e quais outros caminhos biológicos e químicos existentes?

**Vídeo 4 – “Vamos lançar um satélite para rastrear um gás de efeito estufa ameaçador?”**, por Fred Krupp (Advogado e ambientalista).

Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/fred\\_krupp\\_let\\_s\\_launch\\_a\\_satellite\\_to\\_track\\_a\\_threatening\\_greenhouse\\_gas?utm\\_source=whatsapp&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=tedsread](https://www.ted.com/talks/fred_krupp_let_s_launch_a_satellite_to_track_a_threatening_greenhouse_gas?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=tedsread)

Fred Krupp é um advogado e ambientalista que se pronuncia bastante sobre as mudanças climáticas, energia, sustentabilidade e como aproveitar o poder do mercado para proteger o meio ambiente. Nesse vídeo, ele relata como capturas de imagens de vazamentos de gás metano de tubulações de gás natural nos Estados Unidos foram utilizadas para mapear essas emissões e pressionar na redução das mesmas. O metano é um dos gases responsáveis pelo aquecimento global e extrapolando o nível desses levantamentos, ele defende o lançamento de um foguete com um satélite que possa capturar os dados globais das emissões de metano de forma a mapeá-las. Com tais dados, seria possível atuar na diminuição de emissões provenientes de vazamentos ou ainda pressionar as fábricas de gás e óleo com emissões elevadas a diminuir ou eliminá-las.

Após a produção dos comentários, a turma pode discutir em conjunto sobre as diferentes soluções propostas, expor ideias e opinar sobre os vídeos.

Caso haja tempo disponível, é interessante que seja feita uma breve discussão sobre o que cada aluno tem feito como solução individual para diminuir seu impacto nas emissões de gases estufas (reciclagem de lixo, consumo consciente e etc.). O professor pode levantar também outras soluções em escala global das quais os alunos tenham conhecimento ou possíveis ideias de soluções que poderiam ser testadas.

### *Atividade 5: Aquecimento global e as fake news*

O objetivo dessa atividade é discutir a relação do tema aquecimento global com a veiculação de uma série de *fake news*, algo que não somente ocorreu no início dos debates sobre esse assunto, mas acontece até hoje.

O professor pode introduzir o tema fazendo uma explicação breve sobre o que são as *fake news*, pois esse assunto será trabalhado melhor à frente, e levantar algumas questões de discussão, que podem ser feitas individualmente, em grupo ou em um diálogo com toda a sala. Alguns pontos podem ser levantados, como:

- Você já ouviu alguma *fake news* sobre o aquecimento global? Se sim, qual?
- Quais motivos poderiam instigar alguém ou algum grupo a veicular notícias falsas sobre esse tema? Quais setores econômicos ou grupos da sociedade podem ser prejudicados caso a população e os governos levem “a sério” o combate ao aquecimento global antropogênico?
- Mesmo com o consenso científico sobre esse assunto e vários cientistas e reportagens sempre tocando nesse tema, por que será que as pessoas ainda veiculam e acreditam em notícias falsas sobre o aquecimento global?

Após esse momento, o professor pode dividir os alunos em grupos, caso a atividade não tenha sido feita nessa conformação, e solicitar que cada grupo procure na internet *fake news* sobre o aquecimento global. A pesquisa pode ser realizada em casa ou em um laboratório de informática da escola. Posteriormente, os grupos devem trazer as *fake news* que escolheram e justificar, com base no que foi estudado



sobre o aquecimento global, o porquê daquela notícia ser falsa. Quais dados não tem coerência ou estão incorretos?

A seguir, apresentamos uma tabela com alguns dos principais pontos frequentemente citados em *fake news* sobre essa temática que podem servir de referência ao professor e como sugestões de fontes de pesquisa aos alunos.

<b>Pontos levantados pelas <i>fake news</i></b>	<b>Contra-argumentos científicos</b>
"Tá frio, cadê o aquecimento global?" <sup>33</sup>	Ao contrário do que muitos pensam, o aquecimento global não levará ao fim do inverno, as previsões são de que os invernos serão, provavelmente, mais curtos e amenos, enquanto que os verões serão mais intensos, de forma geral. É importante ressaltar que existem vários fenômenos atmosféricos responsáveis por mudanças locais, mas o aquecimento global se refere a uma tendência global de longo prazo. Assim como podemos ter dias frios no verão, eventuais períodos de frio em alguns locais não influenciam em uma tendência geral e de longo prazo de aquecimento global. É importante deixar clara a diferença entre clima e tempo. O tempo se refere às condições da atmosfera registradas em um período curto de tempo em um determinado local. O clima, por outro lado, se refere a condições atmosféricas

---

33 1) <https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/questionador-questionado/2018/12/09/como-sabemos-que-o-aquecimento-global-e-real-e-causado-por-nos>; 2) <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-48928512>; 3) <https://climatekids.nasa.gov/harsh-winter/>; 4) <https://skepticalscience.com/global-cooling.htm>; 5) <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53841466#:~:text=O%20tempo%20se%20refere%20%C3%A0s,completo%20dos%20padr%C3%B5es%20de%20tempo>; 6) [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/noaa-climate/climate\\_weather.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-climate/climate_weather.html); 7) <https://www.nationalgeographic.org/article/weather-or-climate-whats-difference/>; 8) <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/faq/difference-between-weather-and-climate>

	<p>mais amplas que prevalecem em uma região por períodos mais longos, apresentando padrões. Um dia de tempo chuvoso, não contradiz, por exemplo, o fato de ser um dia de um mês de clima seco nessa determinada região. Desse modo, quando se diz que o clima da Terra está aquecendo, os cientistas querem dizer que o padrão de temperaturas do planeta como um todo, ao longo do tempo, está maior. O mundo como um todo, está com uma temperatura, em média, mais quente do que dados de décadas anteriores.</p>
<p>O efeito estufa não existe<sup>34</sup>.</p>	<p>Ele existe e é um fenômeno natural, que inclusive permite a vida na Terra, pois sem esse fenômeno o planeta apresentaria uma média de temperatura bem menor. Alguns gases presentes na atmosfera absorvem uma parte da radiação infravermelha irradiada pela superfície terrestre, com isso, a temperatura da Terra se mantém nas faixas que conhecemos e se evitam grandes amplitudes térmicas no planeta. O problema não é o efeito estufa em si, mas sim, o agravamento desse efeito. Os cientistas observaram um aumento nas últimas décadas nos níveis de alguns gases do efeito estufa. Esses gases são emitidos, principalmente, em decorrência de atividades humanas, sendo apontados como o motivo do aumento da média global de temperatura.</p>
<p>O efeito estufa é causado por vapor d'água<sup>35</sup>.</p>	<p>O vapor d'água é um dos gases do efeito estufa. No entanto, a variação do vapor d'água na atmosfera é muito grande, variando até mesmo ao longo do dia em</p>

---

34 1) <https://www.newscientist.com/article/dn11652-climate-myths-carbon-dioxide-isnt-the-most-important-greenhouse-gas/>; 2) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Causes-of-global-warming#ref274820>;

35 1) <https://climate.ncsu.edu/edu/Composition>; 2)

	<p>decorrência do ciclo da água. Sendo assim, o vapor d'água não se acumula na atmosfera por muito tempo. Já o gás carbônico, por sua vez, após adicionado na atmosfera, pode permanecer lá por muitos anos, visto que o processo natural para remover esse gás da atmosfera leva muito mais tempo para ocorrer. O vapor d'água, no entanto, é importante por fazer com que as mudanças climáticas se tornem maiores do que seriam, pois, sua quantidade é regulada por "feedback positivo", ou seja, quanto maior a temperatura da atmosfera, mais água evapora, portanto, mais vapor d'água estará presente na atmosfera. Sendo assim, se um fator contribui para o aumento de temperatura, como o aumento de gás carbônico na atmosfera, isso levará a maior concentração de vapor d'água no ar, contribuindo para um aumento maior ainda na temperatura. Estudos revelam que, dentre os gases do efeito estufa liberados por atividades humanas, o gás carbônico é o que mais contribui para a temperatura adicional que estamos vendo nos últimos anos. E o vapor d'água atua aumentando ainda mais o efeito causado pelo gás carbônico na temperatura.</p>
<p>E as outras mudanças climáticas na história da Terra, antes do surgimento do homem?<sup>36</sup></p>	<p>Existiram outros momentos de alteração climática na história do planeta, muitos deles causados por aumento da quantidade de gases do efeito estufa, aumento esse causado por asteroides ou erupções vulcânicas. No entanto, atualmente, os níveis de CO<sub>2</sub> estão cerca de 37% maiores do que o patamar existente antes da Revolução Industrial, sendo a principal causa dessa mudança as</p>

---

<https://www.newscientist.com/article/dn11652-climate-myths-carbon-dioxide-isnt-the-most-important-greenhouse-gas/>; 3) <https://www.britannica.com/science/humidity>; 4) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Causes-of-global-warming#ref274820>; 5) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Radiative-forcing>

36 1) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Radiative-forcing>; 2) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Carbon-dioxide>; 3) <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page3.php>; 4) <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page4.php>

	<p>atividades humanas que geram emissões de gases do efeito estufa na atmosfera. Acredita-se que tais níveis sejam os mais altos em pelo menos 800.000 anos, e podem ser os mais altos em pelo menos 5 milhões de anos, de acordo com outras linhas de evidência. Além disso, os dados revelam que as mudanças climáticas atuais estão acontecendo de forma bem mais rápida do que os eventos de aquecimento do passado do planeta.</p>
<p>“A região de gelo da Antártica está aumentando”<sup>37</sup>.</p>	<p>A Antártica é uma região de dinâmica complexa. Ela apresenta variações na cobertura de gelo ao longo do ano causada pelas estações, aumentando e diminuindo a porção de cobertura de gelo na região do mar e na região terrestre. Além disso, existem diferenças na dinâmica de aumento e diminuição da cobertura de gelo entre a região oeste e leste, sendo que a perda na área leste é bem menor. Cabe ressaltar, também, que o degelo de geleiras existentes nas regiões de mar não levam a aumentos nos níveis do mesmo, enquanto que, o degelo de regiões de geleiras existentes nas regiões terrestres pode interferir no nível do mar. No entanto, mesmo a perda de gelo do oceano contribui para aumentos de temperatura, pois o gelo reflete muito mais a radiação solar do que a água do mar, que absorve mais essa radiação, contribuindo assim, para aumentos de temperatura e, conseqüentemente, mais derretimento de gelo. Estudos recentes revelam que os dados dos últimos anos, considerando a Antártica como um todo, mostram que a região está perdendo áreas de gelo e essa perda está aumentando com o tempo. No entanto, considerando a enorme proporção da Antártica e sua dinâmica de gelo e degelo, as perdas de gelo nas regiões terrestres dessa área, mesmo se forem relativamente pequenas, se referem a proporções muito</p>

---

37 1) <https://www.scientificamerican.com/article/global-warming-reverses-arctic-cooling/>; 2) <https://www.scientificamerican.com/article/global-warming-reverses-arctic-cooling/>; 3) <https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-study-shows-global-sea-ice-diminishing-despite-antarctic-gains>; 4) <https://skepticalscience.com/antarctica-gaining-ice.htm>

	grandes de litros d'água. Outros estudos também argumentam que mesmo que a Antártica tenha tido períodos de aumento de áreas com gelo, a perda de gelo no Ártico é tão significativa que, como saldo global, há maior perda de gelo nas últimas décadas na Terra como um todo.
Perda de gelo é natural, devido aos ciclos de Milankovitch (um dos movimentos da Terra). <sup>38</sup>	Os ciclos de Milankovitch descrevem variações no modo como a Terra orbita o Sol, o que pode ocasionar variações na radiação solar recebida pela Terra. Eles poderiam contribuir, por exemplo, para os períodos de glaciação na Terra. De acordo com esses ciclos, nos últimos 35 anos, estamos recebendo menos radiação solar, considerando apenas esse fator, as temperaturas da superfície terrestre deveriam estar, então, mais baixas. Assim, de acordo com essa teoria, o planeta deveria estar esfriando e não esquentando. Além disso, os dados da radiação solar sozinhos não explicam a amplitude de aquecimento que estamos observando desde 1950.
O planeta está esquentando por causa do Sol e logo vai esfriar novamente. <sup>39</sup>	De acordo com os ciclos de Milankovitch, o planeta passa atualmente por uma fase de menor irradiação solar, a temperatura deveria estar diminuindo e não aumentando. Existem variados ciclos, uns de maior duração- 100 mil anos- e outros de menor duração- 11 e 22 anos. Eles são capazes de influenciar o clima da Terra, mas seriam insuficientes para explicar o aquecimento das últimas

---

38 1) <https://www.rosecityastronomers.net/newsletter-content/2017/5/31/orbital-mechanics-milankovich-cycles-part-3>; 2)

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page4.php>; 3)

<http://www.climatedata.info/forcing/milankovitch-cycles/>; 4)

<https://skepticalscience.com/solar-activity-sunspots-global-warming.htm>

39 1) <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page3.php>; 2)

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page4.php>; 3)

<https://solarscience.msfc.nasa.gov/predict.shtml>

	décadas.
O nível do mar não mudou <sup>40</sup> .	O aquecimento global deveria causar a dilatação da água do mar e derretimento das calotas polares o que, conseqüentemente, levaria ao aumento do nível do mar. Existem vários fatores e fenômenos que interferem nesse processo e variam de local para local, no entanto, considerando-se a média global, ela está maior. Inclusive, os aumentos estão sendo mais rápidos do que as previsões realizadas pelos painéis climáticos.
“Só existem estações de medição em locais que estão ficando mais quentes”. <sup>41</sup>	Essas estações existem ao redor de todo o mundo. No início das medições as estações eram em menor número e mais concentradas em determinadas regiões do globo, no entanto, nos dias atuais temos estações em todas as regiões do mundo, são centenas delas espalhadas por cerca de 66 países. Outro fator a ser considerado e, às vezes levantado, é que os equipamentos de medição atual são mais precisos se comparados aos das décadas passadas, o que pode ser colocado em cheque, no entanto, não invalida os dados.
“É só para barrar o	Nas reuniões de acordos climáticos todos os países

---

40 1) <https://www.britannica.com/science/global-warming/Ice-melt-and-sea-level-rise>; 2) <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>; 3) <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-7/assessment>; 4) <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>; 5) <https://oceanservice.noaa.gov/facts/sealevel-global-local.html>

41 1) <https://worldweather.wmo.int/en/home.html>; 2) <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>; 3) <https://climate.nasa.gov/news/2876/new-studies-increase-confidence-in-nasas-measure-of-earths-temperature/>; 4) <https://skepticalscience.com/co2-measurements-uncertainty.htm>

<p>crescimento dos países em desenvolvimento”.<sup>42</sup></p>	<p>possuem voto, sendo que, a maioria deles são países “em desenvolvimento”, além disso são analisados dados científicos. Obviamente existem interesses políticos e econômicos envolvidos nessas questões, mas tal argumento baseia-se em uma visão simplista da situação. Além disso, cabe ressaltar que as possíveis consequências do aquecimento global, provavelmente, vão afetar todas as regiões do globo, de modo que, todos os países poderão sofrer, em menor ou maior grau, as consequências das mudanças climáticas. Algumas propostas também já foram pensadas por cientistas envolvidos nessas discussões de se considerar as emissões não da origem, ou seja, do país que está produzindo aquele bem de consumo, mas sim, dos países que estão consumindo aquele produto. Essa seria uma possível forma de retornar essa responsabilidade aos países “ricos”, aos que mais consomem. O que revela que esses pontos de desigualdade social não são negligenciados totalmente nas reuniões climáticas.</p>
<p>“Não há consenso científico.”<sup>43</sup></p>	<p>Cerca de 97% da comunidade dos especialistas climáticos concorda com o aquecimento global e que há um forte componente de causa antrópica.</p>

42 1)

[https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2017/10/IPCC\\_recebe\\_nomeacoes\\_de\\_paises\\_para\\_contribuir\\_para\\_o\\_Sexto\\_Relatorio\\_de\\_Avaliacao.html?searchRef=mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas&tipoBusca=expressaoExata](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2017/10/IPCC_recebe_nomeacoes_de_paises_para_contribuir_para_o_Sexto_Relatorio_de_Avaliacao.html?searchRef=mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas&tipoBusca=expressaoExata); 2) NOBRE, C. A. *et al.* Fundamentos científicos das mudanças climáticas. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. 44 p.

43 1) ORESKES, N. The Scientific Consensus on Climate Change. 3 dec. 2004 vol 306. [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org); 2) JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. RBPEC 18(2), 455–491. Ago. 2018. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018182455, 3) COOK, J. *et al.* 2016. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. Environ. Res. Lett. 11 048002. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/4/048002#erlaa1c48s4>

Se surgirem pontos além desses, o professor pode fazer o uso de um site criado por John Cook e colaboradores, pensado justamente com a intenção de desvendar os principais argumentos utilizados pelos negacionistas em relação ao aquecimento global. No link <https://skepticalscience.com/argument.php> há uma lista com centenas de argumentos negacionistas e as evidências científicas que os contrapõem, além de fontes bibliográficas. Cabe ressaltar que John Cook é pesquisador do Centro de Comunicação em mudanças climáticas na Universidade de George Mason, sendo um autor frequente de estudos climáticos.

#### **Atividade 6: Fake news – fenômeno atual?**

A finalidade dessa atividade é debater o fenômeno das *fake news* a partir de uma perspectiva histórica, destacando que a disseminação de notícias falsas não é algo exclusivo do mundo contemporâneo e já acontece há muitos séculos na história da humanidade. O início da atividade consiste em fornecer aos estudantes algumas fontes bibliográficas que revelam a correlação de notícias falsas e remédios milagrosos que circularam na pandemia da gripe espanhola em 1918 no Brasil e das notícias veiculadas na pandemia do COVID-19.

Sugestões de *fake news* que circularam na gripe espanhola:

- Site da Revista História, Ciências, Saúde- Manguinhos: *Fakenews* circularam na imprensa na gripe espanhola em 1918. Disponível em: <http://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/fake-news-circularam-na-imprensa-na-gripe-espanhola-em-1918/>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- Site Scielo – Artigo “O carnaval, a peste e a “espanhola” de Ricardo Augusto dos Santos. Hist. cienc. saude- Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 129-158, mar. 2006. Disponível em:



[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702006000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 18 dez. 2020.

- Site da BBC- Máscaras e mingau: como o mundo tentou conter a pandemia da gripe espanhola em 1918. Disponível em:  
<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-52588702>. Acesso em: 18 dez.2020.
- Site G1- Jornais do Rio da época da gripe espanhola revelam semelhanças em meio à pandemia de coronavírus. Disponível em:  
<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/12/07/jornais-do-rio-da-epoca-da-gripe-espanhola-revelam-semelhancas-em-meio-a-pandemia-de-coronavirus.ghtml>. Acesso em: 18 dez.2020.

O professor pode disponibilizar duas dessas referências por grupo ou outras fontes bibliográficas por ele selecionadas. Os grupos devem ler e discutir entre eles. Sugerimos algumas questões orientadoras para a discussão:

- 1- Quais similaridades você vê entre as notícias falsas veiculadas na gripe espanhola e na pandemia da COVID-19? Você se lembra de alguma *fake news* da COVID-19 que se assemelha a essas da gripe espanhola?
- 2- Por que algumas *fake news* se repetem mesmo tendo sido desmentidas em épocas anteriores?
- 3- Você identifica diferenças entre as *fake news* do passado e as do presente? Se sim, quais?
- 4- Na sua opinião, como o impacto das *fake news* poderia ser minimizado? Como poderíamos mudar esse cenário de grande influência das *fake news* no mundo atual?

Após os grupos responderem às questões, pode ser feita uma discussão com toda a turma. Os diferentes grupos podem compartilhar suas respostas para a sala e discutir sobre as semelhanças e diferenças. Ao final dessa atividade, o professor pode

falar sobre a progressão geométrica em que as notícias falsas se disseminam em decorrência das redes sociais e destacar, novamente, o papel e responsabilidade não só de quem produz a notícia quanto de quem a encaminha, evidenciando a necessidade de se checar uma informação antes de enviá-la. Sugerimos aqui dois textos que podem ser úteis nessa discussão:

- Site G1: Prepara: Progressão geométrica ajuda a entender como as notícias falsas se espalham rapidamente. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/educacao/vestiba/2019/noticia/2019/10/08/prepara-progressao-geometrica-ajuda-a-entender-como-as-noticias-falsas-se-espalham-rapidamente.ghtml>. Acesso em: 21 dez. 2020.
- Site Estadão - *fake news* climáticas nas redes sociais disparadas por robôs. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/fake-news-climaticas-nas-redes-sociais-por-robos/>. Acesso em: 21 dez. 2020.

Ao final da atividade, a fim de divulgar as discussões desenvolvidas ao longo da sequência, o professor pode solicitar que cada grupo produza um meme satirizando as *fake news*. Esse meme teria que ser fundamentado nas ideias discutidas ao longo das atividades.

## Referências

- Britto, D. M. C. & Mello, I. C. (2020) O estudo dos vírus por intermédio da desmistificação de *fake news*- um relato de experiência. *Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre*, v. 1, n. 11, 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/view/17030>.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.
- Dantas, L. F. S. & Deccache-Maia, E. (2020). Scientific Dissemination in the fight against *fake news* in the Covid-19 times. *Research, Society and Development*, 9(7):

1-18, e797974776.

- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals: *Review of Research in Education*, 32, 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>.
- Eemeren, F. H., Grootendorst, R., & Henkemans, F. S. *Argumentation: Analysis, Evaluation, Presentation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates (2002).
- Franco, L. G., & Munford, D. (2018). A análise de interações discursivas em aulas de ciências: ampliando perspectivas metodológicas na pesquisa em Argumentação. *Educação em Revista*, 34, e182956. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698182956>.
- Hodson, D. (2018). Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). *Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Edufba. 574 p.
- Junges, A. L., & Massoni, N. T. (2018). O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 18(2), 455–491. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182455>.
- Kelly, G. J., & Licona, P. R. (2018). Epistemic practices and science education. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy and science teaching: New perspectives* (pp. 139-165). In *History, Philosophy and Science Teaching*. Cham, Switzerland: Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-62616-1>.
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Ostermann, F., Cavalcanti, C. J. de H., & Moraes, A. G. (2019). Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 19, 155–189. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>.
- Munford, D., & Teles, A. P. S. (2015). Argumentação e a construção de oportunidades de aprendizagem em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, n. especial, p. 161-185. [267](http://dx.doi.org/10.1590/1983-</a></p></div><div data-bbox=)

[2117201517s09.](#)

Paganotti, I., Sakamoto, L., & Ratier, R. “Mais fake e menos news”: resposta educativa às notícias falsas nas eleições de 2018. In: Costa, C.; Blanco, P. (orgs). *Liberdade de expressão: questões da atualidade*. São Paulo: ECA-USP, 2019, p. 52-66. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/408>.

Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95, 601–626.

Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F., Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência—Tecnologia—Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 2(2), 110–132. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>.

DENISE SUZANE OLIVEIRA CLÁUDIO  
PAULA CRISTINA CARDOSO MENDONÇA

---

# 10. CONSTRUINDO PRÁTICAS CIENTÍFICAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO CICLO CELULAR

---



## Objetivos da sequência

A sequência de atividades visa o trabalho com conhecimentos conceituais em citologia de modo articulado a conhecimentos epistêmicos da ciência, a partir do trabalho com práticas científicas em sala de aula. Conforme indicado por Barbosa e colaboradores (2016), estudantes do Ensino Médio apresentam dificuldades em entender os nomes e conceitos utilizados em citologia e, muitos deles, relatam que compreenderiam melhor o conteúdo se houvesse mais atividades de caráter prático ou em laboratório, devido a abstração do conteúdo. Outro problema apontado é a falta de articulação entre teoria e prática, pois o conteúdo conceitual é apresentado sem ocorrer um processo de construção de conhecimento fundamentado nas evidências que o sustenta.

Outras pesquisas, como a de Silveira (2013), indicam que os professores de ciências possuem dificuldades em traçar estratégias de ensino para esse conteúdo. Na perspectiva tradicional, esse conteúdo se torna fragmentado por não se relacionar com outros aspectos dos seres vivos, como crescimento corpóreo, regeneração de lesões e renovação de tecidos. Nessa direção, há indicações de formas de contextualização interessantes como: (i) multiplicação vegetativa (Perez, 2008); (ii) crescimento de bactérias geneticamente modificadas para a produção de insulina (Lopes et al., 2012); (iii) doenças e anomalias genéticas.

Considerando tais apontamentos da literatura, a presente sequência tem como proposta desenvolver os seguintes objetivos conceituais e epistêmicos dos estudantes:

- Propiciar a compreensão sobre DNA (organização celular: cromatina, cromossomo), ciclo celular (G<sub>0</sub>, G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>, mitose).
- Aplicar os conhecimentos acima em contextos distintos.

- Fomentar discussões a partir de questões do tipo *saber o que? Saber como? Saber por que?* relacionados ao tema.
- Possibilitar a vivência de práticas científicas: modelagem, elaboração de explicações científicas e análise e interpretação de dados e construção de evidências no processo social da aprendizagem.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Científica

**Natureza das atividades:** Investigativa e Argumentativa

## **Fundamentação Teórico-metodológica**

Na sequência de atividades apresentada neste capítulo<sup>44</sup> defendemos uma proposta de ensino de ciências que envolva os estudantes nas práticas da comunidade científica, de forma que eles possam compreender não apenas os produtos científicos (leis, modelos e teorias científicas), mas também os processos científicos e aspectos epistêmicos envolvidos na produção do conhecimento na Ciência (Longino, 2002. Duschl 2008; Kelly, 2008; Osborne, 2014; 2016; Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017; Sasseron, 2018; Nascimento & Sasseron, 2019).

Segundo Stroupe (2014), as práticas científicas relacionam-se com o modo como um sujeito aprende ao desenvolver uma atividade em comunidade, sendo compreendidas como os procedimentos, as atividades e as ações realizadas por membros em uma comunidade científica a fim de resolver problemas investigados

---

<sup>44</sup> Esse trabalho é um recorte da dissertação da 1ª autora, intitulado: Como sabemos o que sabemos? Por que acreditamos nisso?: Análise de um modelo de ensino *sobre* Ciência a partir de práticas científicas e epistêmicas escolares. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12399>>.

na Ciência.

A inserção das práticas científicas no ensino de ciências é encontrada, por exemplo, em documentos curriculares inovadores, como *National Research Council* (2012). Esse documento americano aborda oito práticas científicas que possuem potencial no processo de ensino e aprendizagem e podem ser exploradas no currículo da Educação Básica: (i) fazer perguntas; (ii) desenvolver e usar modelos; (iii) planejar e executar investigações; (iv) analisar e interpretar dados; (v) utilizar pensamento matemático; (vi) construir explicações; (vii) engajar-se em argumentações baseadas em evidências; (viii) obter, avaliar e comunicar informações. A descrição de cada uma delas se encontra no quadro 1, considerando também indicações de Nascimento e Sasseron (2019).

Quadro 10.1: Descrição das práticas científicas. Fonte: Elaboração própria fundamentada em Nascimento e Sasseron (2019) e no documento NRC (2012).

<b>Práticas Científicas</b>	<b>Descrição das Práticas Científicas</b>
Fazer perguntas	Elaborar perguntas para guiar a proposição de explicações sobre fenômenos investigados ou para compreender algo estabelecido.
Desenvolver e usar modelos	Elaborar modelos como diagramas, mapas, desenhos, modelos concretos e usá-los para elaborar hipóteses e explicações, fazer previsões, estabelecer conclusões.
Planejar e executar investigações	Trabalhar com variáveis, realizar observações, coletar dados, realizar procedimentos que permitem testar teorias e explicações.
Analisar e interpretar dados	Organizar, identificar e analisar dados.
Utilizar pensamento matemático e ferramentas	Utilizar raciocínio matemático para sistematizar os dados.



de informática	
Construir explicações	Desenvolver e avaliar explicações científicas sobre os fenômenos com base em evidências.
Engajar-se em argumentações baseadas em evidências	Formular conclusões justificadas com base em evidências científicas.
Obter, avaliar e comunicar informações	Interpretar e/ou produzir documentos científicos.

Dentre essas práticas científicas listadas no quadro 1, utilizamos na sequência: desenvolver e usar modelos (adotamos a concepção de **modelagem**); analisar e interpretar dados (adotamos a nomeação de **analisar e interpretar dados e construir evidências**); elaborar explicações científicas e usar evidências (adotamos a nomeação de **elaborar explicações científicas**); engajar em argumentação (adotamos a concepção de que a argumentação está relacionada com as demais práticas científicas, ou seja, ela propicia um ambiente favorável para que as práticas científicas se desenvolvam).

A fim de alcançar esses objetivos, as práticas científicas se tornam foco da sequência apresentada neste capítulo, uma vez que elas oportunizam uma vivência mais ampla *sobre* Ciência.

Essa construção de conhecimento envolvendo as práticas científicas é propiciada pela argumentação, uma vez que a entendemos como um recurso que os estudantes utilizam para atribuir sentido ao conhecimento por meio da análise das evidências e das afirmativas. Isso significa que esperamos que os estudantes busquem e analisem comprovações para suas explicações e modelos. Nesse processo de análise se torna necessário a articulação de ideias, de modo que eles apresentem seus argumentos, explicações e/ou modelo no plano social, sendo recebido de modo

aberto às críticas pelos envolvidos na comunidade de prática, uma vez que elas possuem papel central na produção, negociação e validação do conhecimento (Osborne et al., 2012).

Neste trabalho adotamos a concepção usada por Justi (2015) para argumentação, considerando-a como o processo de elaborar e utilizar argumentos com três objetivos principais: atribuição de sentido, quando o sujeito relaciona as evidências com as afirmativas; articulação de ideias, quando o argumento é comunicado na comunidade prática e persuasão, quando o sujeito busca convencer a comunidade de suas explicações.

Um argumento consiste em três elementos básicos: conclusão, evidência e justificativa. A partir da relação entre esses três elementos é possível expressar as relações entre o posicionamento adotado pelo sujeito e as razões para o outro o aceitar ou refutar (Mendonça & Ibraim, 2019). A conclusão expressa um posicionamento que pode ser defendido ou refutado a partir do uso das evidências.

As evidências são definidas por Jiménez-Aleixandre (2010) como observações, fatos, experimentos, sinais, amostras ou motivos com os quais se pretende mostrar que uma afirmação é verdadeira ou falsa, ou seja, elas podem ser utilizadas para sustentar e/ou refutar não apenas qualquer afirmação, mas aquelas relacionadas ao conhecimento em qualquer que seja o campo. Através de dados científicos, como: artigos, imagens, resultados de experimentos, são construídas as evidências para fundamentar o argumento, sendo assim, elas permitem distinguir as conclusões sustentadas em dados científicos de uma opinião ou de um discurso de autoridade (Araújo, 2019).

Para a prática científica de uso e construção de modelos, adotamos a concepção de modelagem, pois nos apoiamos na concepção de Gilbert e Justi (2016). Para os autores, modelos são artefatos humanos que apoiam o pensamento, os quais

podem ser materializados de alguma forma para favorecerem a sua manipulação em diferentes práticas científicas, entre elas, a de modelagem, em que os modelos, são elaborados, testados, avaliados e legitimados numa comunidade (Justi, 2015; Gilbert & Justi, 2016).

A modelagem pode ser entendida como um processo complexo e não linear de construção de modelos, que inclui etapas de: (i) elaboração/criação, na qual os estudantes mobilizam experiências e informações prévias para elaboração do modelo; (ii) expressão, que consiste na escolha da representação do modelo, por exemplo: concreto, visual, verbal, matemático, computacional; (iii) teste, por meio do qual os modelos são testados frente aos objetivos propostos e devem dar conta de sustentar as explicações solicitadas; e (iv) avaliação, por meio da qual o poder explicativo e o objetivo para o qual o modelo foi proposto é analisado.

## **Sequência de atividades**

### ***Atividade 1: Coletando dados e discutindo evidências sobre o DNA***

O propósito dessa atividade é auxiliar os estudantes a explorarem dados, de forma que eles compreendam que um experimento não é somente a realização de procedimentos fixos com resultados positivos e desconectados dos processos da natureza e consigam elaborar um argumento.

Sugere-se ao professor iniciar a aula discutindo com os estudantes uma questão inicial de previsão, para que os estudantes elaborem uma hipótese sobre a extração do DNA vegetal: *É possível extrair o DNA de células vegetais de forma a vê-lo?* Justifique sua resposta. Essa questão poderá ser discutida oralmente por toda a turma e, em seguida, sistematizada em registro escrito.

Em seguida, o professor pode solicitar que os estudantes iniciem a realização da atividade prática (veja a proposta de roteiro a seguir). Sugere-se que todos os estudantes realizem a atividade experimental, mesmo que a escola não tenha um

laboratório de ciências, pois é viável fazê-la em sala de aula.

### Proposta de atividade experimental: EXTRAÇÃO DE DNA

Materiais:

- Banana;
- Faca
- Plástico para macerar o material biológico
- Álcool etílico (pelo menos a 90%) gelado;
- 2 copos de vidro
- 1 béquer ou copo graduado com 80ml
- Uma colher de sopa de detergente líquido neutro
- Uma colher de chá de sal de cozinha
- Um funil ou peneira
- Uma vasilha de plástico

Procedimentos:

ETAPA 1 - Coloque 80mL ou  $\frac{3}{4}$  de água no béquer/copo.

ETAPA 2 - Colocar a fonte de DNA no saco e esmagá-lo durante 2 minutos.

ETAPA 3 - Coloque o material macerado dentro do copo com a água e misture.

ETAPA 4 – Filtre o material utilizando um funil com papel filtro ou uma peneira.

ETAPA 5 (Controle) – Separe uma parte do suco filtrado e misture uma quantidade equivalente do álcool, agite a mistura e deixe repousar o precipitado formado.

Interprete:

- A aparição de um precipitado gelatinoso e firme é sinal de bastante pectina (+++).

- Um precipitado mais ou menos gelatinoso, que se rompe por agitação leve, corresponde a um teor médio (++).
- Um precipitado filamentosos granulado corresponde a baixo teor de pectina (+)

ETAPA 6 – No restante do suco filtrado acrescente uma colher de sopa de detergente líquido e uma colher de chá de sal de cozinha e misture bem com o auxílio de uma colher. Misture suavemente e deixe em repouso durante 10 a 15 minutos.

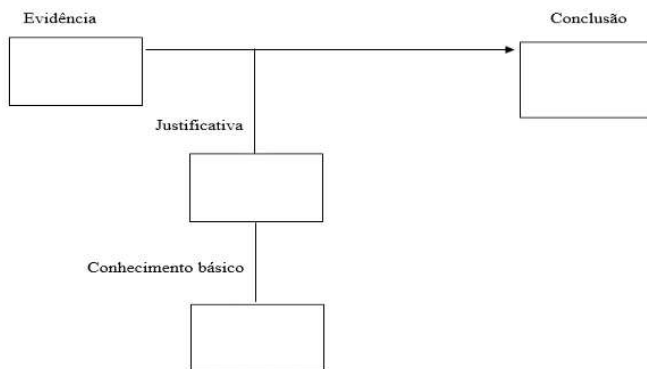
ETAPA 7 – Com cuidado e pela parede do recipiente, acrescente um volume equivalente do álcool gelado. Esta etapa é crítica, deve-se inclinar levemente o tubo e, muito devagar, deixar escorrer o etanol sobre o líquido de maneira a formar uma segunda camada por cima da solução. Aguardar 10 minutos sem misturar as camadas e observar os agregados moleculares que precipitam na interface das duas e sobe até a superfície.

ETAPA 8 – Observe o DNA precipitando como uma nuvem esbranquiçada no fundo da fase alcoólica. No topo da fase alcoólica pode se formar o acúmulo de pectina que não deve ser confundida com DNA. Compare com o material controle.

Questões a serem respondidas a partir da atividade prática:

- Após a extração do DNA vegetal, relate o que você observa a olho nu?
- A observação experimental condiz com sua previsão inicial? Explique o porquê de ter sido convergente ou divergente da sua previsão inicial.
- A estrutura da dupla hélice não é visível a olho nu, nem mesmo ao microscópio. Qual é a evidência que temos para afirmar que a dupla hélice é como aquela apresentada nos livros didáticos? Justifique.
- Qual é a função da solução de lise utilizada no início da prática?

- No procedimento para a realização da prática é orientado que você macere o material o máximo possível para a melhorar a qualidade do resultado. A que se deve essa orientação?
- Em uma das etapas é adicionado ao filtrado cerca de 30 ml de álcool 92%. Qual a função do álcool nesta etapa da extração do DNA vegetal?
- É muito comum a ideia que é possível visualizar a estrutura do DNA a olho nu quando extraído das células. Que tipo de argumento poderia ser utilizado para explicar se essa ideia é verdadeira ou falsa? Utilize os dados experimentais e elabore seu raciocínio de acordo com o esquema:



A seguir, retomamos cada uma dessas questões propostas na atividade indicando alguns pontos que podem ser destacados pelo professor ao discutir com os estudantes:

- Após a extração do DNA vegetal, relate o que você observa a olho nu?

*Essa questão foi proposta com o objetivo de os estudantes relatarem o que estão observando para a construção de evidências. É importante que fique claro o que dá para ser observado: um emaranhado de DNA com milhões de moléculas.*

- A observação experimental condiz com sua previsão inicial? Explique o porquê de ter sido convergente ou divergente da sua previsão inicial.

*Essa questão foi pensada com o objetivo de os estudantes compararem o que inicialmente previram, de modo que utilizem as observações experimentais para explicarem sobre como o DNA é visto quando extraído do vegetal. Essa questão também auxilia na análise dos dados e construção de evidências, pois é importante que o estudante compreenda que o resultado da prática precisará ser analisado, interpretado e comparado com as previsões iniciais, levando em conta que os dados não falam por si só, precisam ser debatidos. Isso é importante, pois, nesses debates podem surgir perspectivas diferentes, uma vez que os dados são suscetíveis de interpretações de acordo com as lentes teóricas de cada um.*

- A estrutura da dupla hélice não é visível a olho nu, nem mesmo ao microscópio. Qual é a evidência que temos para afirmar que a dupla hélice é como aquela apresentada nos livros didáticos? Justifique.

*Como no próprio enunciado afirma, é muito comum os estudantes acharem que vão ver a estrutura de dupla hélice, ao menos no microscópio. Mas essa atividade experimental como um todo possui como um dos objetivos abordar com os estudantes as evidências científicas sobre o DNA e sua relação com os modelos científicos. Sendo assim, é importante que os estudantes reflitam sobre o modelo da dupla hélice, e como sabemos sobre essa estrutura, visto que sua visualização é complexa.*

As três questões a seguir possuem como objetivo possibilitar que o estudante reflita sobre os procedimentos que realizou, pois é muito comum nas atividades práticas os estudantes apenas cumprirem os procedimentos, aguardarem o resultado e concluir conforme objetivos dados a priori.

- Qual é a função da solução de lise utilizada no início da prática?  
*Os detergentes são normalmente empregados para dissolver gorduras ou lipídios. Como a membrana celular e a membrana nuclear (carioteca) tem em sua composição química uma grande quantidade de lipídios (natureza fosfolipoproteica), sob a ação do detergente, estes se tornam solúveis e são extraídos com as proteínas que também fazem parte das membranas. O DNA é muito solúvel em água devido aos seus íons fosfato (molécula hidrofílica). Para impedir que o DNA liberto do núcleo da célula se dissolva totalmente na solução e se torne invisível, usa-se sal. O sal, cuja fórmula química é NaCl, quando em solução dissocia-se em íons de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Os íons Na<sup>+</sup>, com carga positiva, vão interagir com os fosfatos, com carga negativa das moléculas de DNA, tornando-as neutras e estabilizadas, e permitindo a sua agregação. Deste modo, as muitas moléculas de DNA das muitas células de um único material triturado aglomeram-se para mais tarde poderem ser visualizadas a olho nu.*

- No procedimento para a realização da prática é orientado que você macere o material o máximo possível para a melhora qualidade do resultado. A que se deve essa orientação?  
*A maceração é importante, pois auxilia no rompimento da parede celular, soma-se a isso que a maceração divide o material em grupos menores e assim aumenta a fragilidade dos envoltórios celulares e aumenta também a superfície de contato dos componentes extracelulares com os intracelulares.*
- Em uma das etapas é adicionado ao filtrado cerca de 30 ml de álcool 92%. Qual a função do álcool nesta etapa da extração do DNA vegetal?  
*A precipitação do DNA geralmente faz-se utilizando álcool (etanol ou isopropanol) que, em presença de cátions monovalentes (SAL), promove uma transição estrutural na molécula de ácido nucléico, resultando em agregação e precipitação. O DNA tende a não ser solúvel em álcool e, deste modo, suas moléculas se agrupam. Como o DNA tem menor densidade que os outros constituintes celulares, ele surge na superfície do extrato. Quanto menor a temperatura do álcool, menos solúvel o DNA será, pois, além de formar uma mistura heterogênea em ambiente salino, ele fará com que as moléculas do DNA se aglutinem.*

Por meio da discussão das questões espera-se chegar a conclusão de que a estrutura vista a olho nu é um emaranhado de DNA, com milhões de moléculas. Na literatura existem vários modelos para representar o DNA, conforme a figura 1. A partir disso sugere-se ao professor abordar nas aulas as funções que os modelos podem desempenhar na Ciência: representação parcial; investigação; previsão; comunicação; suporte aos argumentos e explicações científicas; simplificações e idealizações; disponibilização de uma imagem conceitual (Gilbert & Justi, 2016).

Considerar essa concepção de modelo é importante para que o professor possa discutir com os estudantes a noção de modelo comum no cotidiano (como cópia reduzida ou ampliada da realidade), pois é comum os estudantes considerarem que ao ver o DNA no microscópio irão enxergar conforme o modelo da figura 1, ocasionando confusões entre dados e modelos.



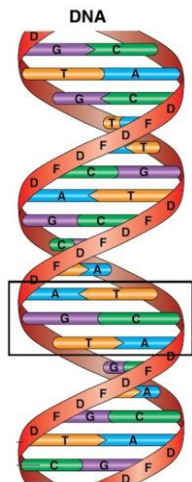


Figura 10.1: Ácido desoxirribonucleico (DNA). Fonte: <https://ndla.no/subject:21/topic:1:183551/topic:1:183535/resource:1:5902?filters=urn:filter:671bd263-eee6-4c56-9e23-a6bbd3130f33>

É interessante que o professor indique que a visualização da estrutura em dupla-hélice da molécula de DNA não é possível a olho nu e nem mesmo o microscópio mais potente consegue captar essa imagem. Só através de uma técnica de cristalografia por difração de raios-X é possível obter imagens que revelam a sua estrutura. Após essa discussão, sugere-se que o professor disponibilize aos estudantes uma cópia impressa do artigo “Extração de DNA Vegetal: O que estamos realmente ensinando em sala de aula?”<sup>45</sup> para a leitura em sala de aula ou em casa.

Esse artigo foi escolhido para discutir as diversas interpretações que podem acontecer ao realizar a atividade da extração de DNA vegetal e para que os estudantes possam expandir a visão sobre a realização de uma prática.

Para a próxima atividade, propomos uma preparação dos estudantes: a leitura

---

<sup>45</sup> Texto 1 disponível no link: [http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33\\_1/05-RSA6409.pdf](http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33_1/05-RSA6409.pdf)

de textos que serão enviados por *e-mail* aos estudantes ou entregues no formato impresso<sup>46</sup>.

## **Atividade 2: Modelo científico da molécula de DNA**

O propósito dessa atividade é a discussão de textos que abordam a elaboração do modelo da estrutura da molécula do DNA, com foco nas evidências científicas relacionadas a essa elaboração. Para iniciar a discussão sobre o texto 2, as seguintes questões são sugeridas:

- Quais experimentos empíricos foram realizados para a elaboração do modelo?  
*Alguns experimentos realizados:*
  - *As análises experimentais de fluidos que levaram a identificação do ácido nucléico e suas unidades.*
  - *Experimentos com bacteriófagos que concluíram que o material genético era o DNA.*
  - *Experimentos e difrações de raios X para obter imagens do DNA.*
- Qual a importância das várias teorias elaboradas pelos cientistas?  
*É importante ressaltar que através dos vários trabalhos propostos que foi possível chegar em um modelo de DNA consensual. A cada ideia nova, o modelo era avaliado, reformulado e era usado para testar as novas hipóteses. Cada pesquisador instigava uma nova questão problema, uma outra visão e uma nova possibilidade.*

A partir dessas perguntas o professor pode discutir com os estudantes sobre como a produção do conhecimento é colaborativa e as propostas de explicação são debatidas entre os cientistas e reelaboradas. Assim como ocorreu na construção do modelo do DNA, houve contribuições de vários pesquisadores e muitos conflitos que

---

<sup>46</sup> Disponíveis nos seguintes links: Textos 2 e 3

[https://drive.google.com/file/d/1WzZw7Ctq7Eli3BLwt6su1\\_TGu3H6pDyR/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1WzZw7Ctq7Eli3BLwt6su1_TGu3H6pDyR/view?usp=sharing)

Artigo original:

<https://drive.google.com/file/d/1EmUVUneFOjHHDn3eeI03zInMxAljl6e0/view?usp=sharing>

importantes para o aperfeiçoamento do modelo. Modelo que se tornou a base precursora de muitas outras pesquisas na Biologia.

O texto 3 é uma síntese do artigo original: “*Formação direta de imagens de fibras de DNA: a cara da dupla hélice*” de Gentile et al. 2012. É interessante que o professor possa destacar a importância desses artigos com relação às evidências científicas. Para a discussão do texto 3, sugerimos algumas questões:

- Qual a importância do estudo das imagens de DNA na compreensão da molécula de DNA?  
*Além de confirmar o modelo da dupla hélice, a imagem também permite ver o tamanho do espaçamento entre os filamentos do DNA. A descoberta da técnica vai permitir estudar detalhadamente o DNA e como ele interage com proteínas e o RNA.*
- De que modo esse estudo relaciona-se com o modelo da molécula de DNA de Watson e Crick?  
*Essa pergunta foi proposta para o professor discutir com os estudantes sobre a importância das evidências científicas e como esse estudo comprova o modelo estabelecido da dupla hélice de DNA.*

Para desenvolver essa atividade, o professor pode propor um trabalho com discussão em grupo, para que os estudantes registrem suas respostas. Posteriormente, sugerimos uma discussão com toda a turma, comparando respostas e dando destaque aos aspectos centrais demandados em cada questão.

### ***Atividade 3: Construindo modelos de cromatina e cromossomos***

Essa atividade visa abordar a organização do DNA. Espera-se que a partir dela os estudantes construam conhecimentos das estruturas cromatina e cromossomo para a realização da prática científica de modelagem. Sugerimos iniciar a atividade a partir de um vídeo sobre a compactação do DNA, formando a estrutura

do cromossomo, com o intuito dos estudantes visualizarem a estrutura<sup>47</sup>.

O vídeo mostra uma modelagem computacional (até o minuto 01:15) e depois passa a mostrar imagens geradas por microscópio (entre 01:15 e 01:48). Desse modo, o professor pode abordar a diferença entre essas duas formas de representação. Abordar essa diferença possibilita ao professor discutir com os estudantes que, devido à alta condensação do cromossomo, é possível sua visualização de forma real. A partir dessa introdução, propomos a construção de um modelo. O DNA fica organizado no núcleo da célula associado a proteínas que conferem estrutura ao DNA, além de regular a expressão do material genético. Essa estrutura é denominada de cromatina. Indicamos, a seguir, os materiais e procedimentos para construir um modelo de cromatina.

Materiais:

- Canudos
- Barbante
- Espiral para encadernação
- Massinha
- Bolas de isopor
- Palitos de madeira

Procedimentos:

1. Utilizando o mesmo material para a representação do modelo da cromatina, construa um modelo que represente um cromossomo simples.

*Descreva abaixo como você definiria esse cromossomo.*

2. Agora, com o mesmo material e de mesma cor, construa um modelo de cromossomo igual ao primeiro e una-os na região do centrômero.

*Esses dois cromossomos que agora você possui, eles são: cromossomos homólogos, dois cromossomos simples ou cromossomo duplicado? Justifique.*

---

<sup>47</sup> Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=ENJWh50sJRo> (tempo a ser visualizado, 00:01m à 01:48m). Acesso em: 18 de mar. 2021.

3. Agora, construa um cromossomo igual ao anterior, porém com outra cor do material para o par. Identifique um par de cromossomo sendo paterno e outro sendo materno.  
*Esses dois pares formados são: cromossomo homólogo, dois cromossomos simples ou cromossomo duplicado? Justifique.*
4. Agora, construa um cromossomo igual ao anterior, porém com outra cor do material para o par. Identifique um par de cromossomo sendo paterno e outro sendo materno.  
*Esses dois pares formados são: um cromossomo homólogo, dois cromossomos simples ou cromossomo duplicado? Justifique.*

Na literatura do Ensino de Ciências, trabalhos que abordam conhecimentos prévios dos estudantes podem ser úteis na orientação do trabalho. Estudos como os de Lima e colaboradores (2007) e Cirne (2013) indicam que os estudantes têm dificuldades de compreender a relação entre cromossomo e material genético. Alguns estudantes entendem que o cromossomo está presente no DNA (como sua parte integrante), outros entendem que se trata de uma organela citoplasmática, ou afirmam que algumas células eucariontes possuem cromossomos e outras não.

Essas concepções, em muitos casos, provêm da falta de integração entre conteúdos. Assim, ao estudar DNA, cromatina e cromossomo, é necessário relacionar essas estruturas e compará-las. Sendo assim, nessa atividade, esperamos que os estudantes compreendem e reflitam na esfera epistêmica sobre esses conceitos. A seguir explicamos a intenção da atividade oferecendo subsídios para o professor mediar as discussões com a turma:

1. O DNA fica organizado no núcleo da célula associado a proteínas que dão estrutura ao DNA, além de regular a expressão do material genético. Essa estrutura é denominada de cromatina. A partir da discussão realizada em sala sobre a organização do DNA, utilize os materiais disponíveis para construir um modelo de cromatina.  
*O objetivo dessa atividade é o estudante compreender que a cromatina e o cromossomo são a organização do material genético. Nessa atividade sugere-se ao professor algumas questões:*

- *Por que vocês escolheram esses materiais?*
- *Quais estruturas vocês irão construir e porquê?*

O professor pode solicitar que os estudantes expliquem em voz alta o modelo que elaboraram, justificando suas escolhas. E assim, o professor pode gerar uma discussão entre grupos solicitando que eles digam se concordam ou não com o modelo elaborado pelo o outro grupo e justifiquem sua resposta. Nessa atividade, a proposta é que os estudantes utilizem os modelos para justificarem suas explicações.

2. Utilizando o mesmo material que você fez a cromatina, construa um modelo que represente um cromossomo simples.  
*Descreva abaixo como você definiria esse cromossomo.*
3. Agora, o mesmo material e de mesma cor, construa um modelo de cromossomo igual ao primeiro e una-os na região do centrômero.  
*Esses dois cromossomos que agora você possui, são: cromossomos homólogos, dois cromossomos simples ou cromossomo duplicado? Justifique.*
4. Agora, construa um par de cromossomos igual ao anterior, porém com outra cor do material. Identifique um par de cromossomo sendo paterno e outro sendo materno.  
*Esses dois pares formados constituem um cromossomo homólogo, dois cromossomos simples ou cromossomo duplicado? Justifique.*

O intuito das três últimas questões (2, 3, 4) é de os estudantes construam o seu modelo e mobilizem explicações que os justifiquem de modo coerente com a concepções científicas.

#### ***Atividade 4: Construindo e analisando um modelo do ciclo celular***

Nessa atividade propomos a elaboração de modelos concretos para o ciclo celular para que os estudantes possam utilizá-los para construírem suas próprias explicações. Desse modo, esperamos que eles compreendam como essa prática (modelagem) é importante para a visualização e compreensão de conteúdos

abstratos. Propomos, a seguir, questões problema que serão orientadoras da atividade escrita posterior.

A proposta é que o professor realize uma discussão oral questionando: O que uma célula recém-formada precisa fazer para se dividir novamente? Todas as células se dividem a todo momento?

*O processo em que uma célula cresce e se divide é chamado de ciclo celular.*

*Esse ciclo processo possui quatro fases:*

- *Fase G1: Durante a fase G1, também chamada de primeira fase de intervalo, a célula cresce e torna-se fisicamente maior, copia organelas e fabrica os componentes moleculares que precisará nas etapas posteriores.*
- *Fase S. Na fase S, a célula sintetiza uma cópia completa do DNA em seu núcleo. Ela também duplica uma estrutura organizadora de microtúbulos chamada de centríolo. Os centríolos ajudam a separar o DNA durante a fase M.*
- *Fase G2. Durante a segunda fase de intervalo, ou fase G2 a célula cresce mais, produz proteínas e organelas, e começa a reorganizar seu conteúdo em preparação para a mitose. A fase G2 termina com o início da fase M.*
- *Fase M. Na fase M ocorre a Mitose e a Citocinese, na mitose ocorre a divisão do DNA duplicado e na citocinese o citoplasma é dividido em dois, formando duas novas células.*

O que acontece às duas células-filhas produzidas numa rodada do ciclo celular?

*Isto depende de que tipo de células elas são. Alguns tipos de células dividem-se rapidamente, e nestes casos, as células-filhas podem entrar imediatamente em um novo ciclo de divisão celular. Por exemplo, muitos tipos de células em um embrião jovem dividem-se rapidamente, ou então como as células em um tumor.*

*Outros tipos de células dividem-se lentamente ou não se dividem. Estas células podem deixar a fase G1 e entrar em um estado de repouso chamado Fase G0. Em G0 a célula não está ativamente se preparando para dividir, está apenas desempenhando suas funções. Por exemplo, pode conduzir sinais como um neurônio ou armazenar carboidratos como uma célula do fígado. G0 é um estado permanente para algumas células, enquanto outras podem reiniciar a divisão caso recebam os sinais corretos.*

A partir dessa discussão inicial, propomos a construção de um modelo, conforme orientações a seguir:

1. É possível associar os processos do ciclo celular a um relógio biológico da célula. Sendo assim, utilize os materiais disponíveis e construa um

modelo para representar o ciclo celular, não esqueça de identificar as fases nesse modelo.

2. Agora baseado em seu modelo do ciclo celular, faça desenhos representando as células, de modo que explique o que ocorre com elas na fase G1, S e G2.

A Fase M, é a última do ciclo celular, sendo a fase que ocorre a separação da célula. A figura a seguir é uma micrografia ótica de fluorescência mostrando o processo da mitose e da citocinese. Os cromossomos estão corados de laranja e os microtúbulos de verde:

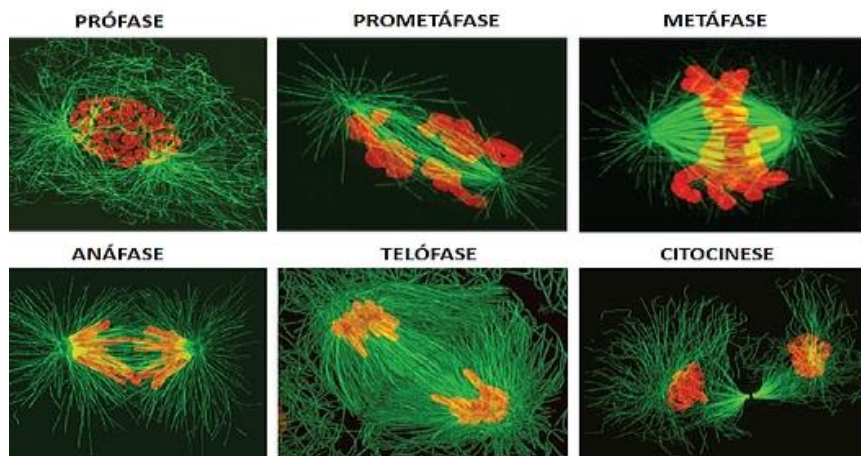


Figura 10.2: Microscopia ótica de fluorescência dos principais estágios da fase M em uma célula animal. **Fonte:** Página da Universidade Federal Fluminense – UFF- Nova Friburgo<sup>48</sup>

3. Elabore um modelo concreto **que seja possível você utilizá-lo para conseguir explicar os processos que ocorrem na fase M, conforme a**

---

<sup>48</sup> A imagem é um compilado das etapas da mitose apresentadas no livro do Alberts et al. (2011) disponível em: <https://biocelbiomoluff.wixsite.com/punf/ciclo-diviso-celular-e-mitose-e-meiose-c1uvb>. Acesso em: 17 de mar. 2021.



**figura anterior**, caso seja necessário utilize os modelos que você elaborou para os cromossomos e para o ciclo celular.

4. Utilize o seu modelo para analisar as seguintes afirmativas:

Quadro 10.2: Utilizando o seu modelo de mitose. Fonte: Elaboração própria.

Afirmativa	Concorda ou Discorda?	Razão/Justificativa
<i>I. No processo de mitose as células filhas são idênticas as células mãe.</i>		
<i>II. Os cromossomos sexuais estão presentes em todas as células.</i>		
<i>III. Cada célula do corpo humano apresenta 92 cromossomos.</i>		
<i>IV. Os cromossomos se estruturam formando um X quando são duplicados.</i>		
<i>VI. O envoltório nuclear é uma estrutura que permanece intacta em todo o processo da mitose.</i>		
<i>VI. Na citocinese somente o núcleo da célula é dividido em dois.</i>		

5. Através do seu modelo é possível explicar essa mutação? Se sim, utilize-o. Caso não seja possível, que alterações você teria que realizar em seu modelo para explicar o mosaicismo? Justifique.
6. Através do seu modelo é possível explicar a Síndrome de Down? Se sim, utilize-o. Caso não seja possível, que alterações você teria que realizar em seu modelo para explicar essa doença? Justifique.

A proposta dessa atividade é proporcionar a aprendizagem do ciclo celular de modo mais integrado. É comum os livros didáticos abordarem o ciclo celular

centrando-se na divisão celular mitótica, ou seja, na divisão do núcleo. No livro didático para o Ensino Médio de Linhares e Gewandszajder (2007), por exemplo, a explicação dos eventos que ocorrem no ciclo celular pertence ao tópico de mitose. Uma das possíveis explicações para essa contextualização é porque a mitose e a citocinese (fase M) são os eventos visíveis ao microscópio. Apesar disso, essa abordagem dificulta a aprendizagem desse conteúdo, pois, em muitos casos, os estudantes associam a divisão celular somente no núcleo, sendo que toda a célula passa por processos antes da divisão mitótica.

Além disso, esperamos que a vivência da prática da modelagem auxilie os estudantes a construir o conhecimento científico, de forma que eles utilizem conhecimentos prévios ao propor modelos, elaborem perguntas críticas, explicações e analisem se o modelo proposto atende ao objetivo solicitado (Justi, 2006). O uso dos modelos favorece a argumentação, pois durante esse processo torna-se necessário que os estudantes expressem suas opiniões, defendam seus pontos de vista e os justifiquem com base em conhecimentos e evidências (Blanco-Anaya *et al.*, 2019). Nesse sentido, oferecemos algumas indicações para que o professor possa fomentar a construção de tais práticas ao longo da atividade:

1. É possível associar os processos do ciclo celular a um relógio biológico da célula. Sendo assim, utilize os materiais disponíveis e construa um modelo para representar o ciclo celular, não esqueça de identificar as fases nesse modelo.

*O objetivo dessa atividade é fazer com que os estudantes criem o seu próprio modelo do ciclo celular, de modo que eles entendam que as etapas estão interligadas e que para que a mitose ocorra devem anteceder alguns eventos na célula. O intuito com essa atividade é o estudante elaborar um modelo que seja coerente com o científico revendo suas concepções anterior e atuais. Ao invés do professor somente apresentar o ciclo, esperamos que a elaboração proporcione uma reflexão sobre o processo de aprendizagem. Um exemplo do modelo do ciclo celular é esse apresentado na figura a seguir:*

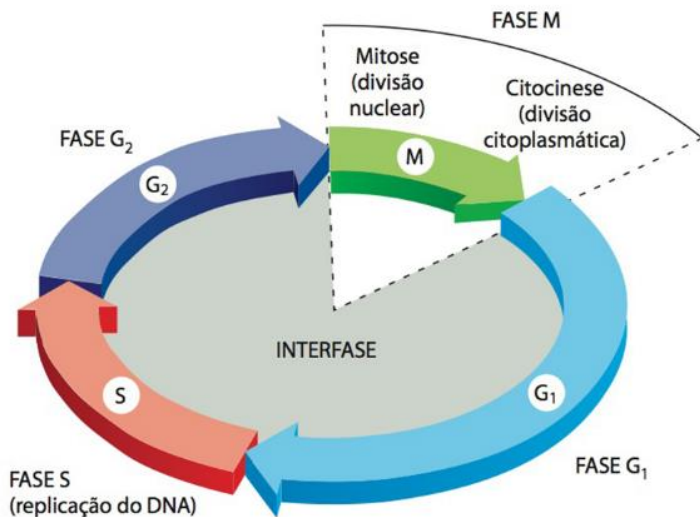


Figura 10.3: Ciclo celular. Fonte: Adaptado de Alberts et al. (2011).

*Como sugestão, os estudantes podem construir o modelo como se fosse um relógio<sup>49</sup>; ou podem fazer um desenho. A criação é livre por parte dos estudantes, essa é apenas uma sugestão para que o professor compreenda o que se espera da atividade. Durante essa atividade o professor pode fazer alguns questionamentos como:*

- *Como você escolheu representar o ciclo celular?*
- *Você irá utilizar quais materiais?*
- *Esse modelo que você está construindo é parecido com os utilizados no livro didático? Justifique.*

*Após a elaboração do modelo o professor pode solicitar que cada grupo explique para os demais sobre o modelo que elaboraram, de modo que justifiquem suas escolhas e digam o motivo desse modelo ser satisfatório para explicar o ciclo celular. Em seguida, os outros grupos devem fazer o mesmo, e ao final discutirem se todos os modelos podem ser utilizados de acordo com o objetivo proposto.*

<sup>49</sup> Conforme o vídeo disponível neste link: <https://www.youtube.com/watch?v=a8XkYXidD1g>.

Acesso em: 18 de mar. 2021.

2. Agora baseado em seu modelo do ciclo celular, faça desenhos que explique o que ocorre na célula na fase G1, S e G2.

*Com essa atividade, espera-se que os estudantes tentem explicar as mudanças que ocorrem nas células. Com os desenhos, esperamos que proporcione uma visualização das mudanças. Além disso, essa atividade conecta-se com a próxima, em que os estudantes deverão criar um modelo para a mitose. Sendo assim, é importante que eles reconheçam as mudanças celulares necessárias para que ocorra a divisão celular, como por exemplo: a duplicação das organelas e dos cromossomos, assim como o crescimento da célula. Sugere-se ao professor questionar:*

- *Quais estruturas celulares você considerou pertinente representar? Porque?*
- *O que diferencia G2 e G1 em seus desenhos?*

3. **Elabore um modelo concreto que seja possível você utilizá-lo para conseguir explicar os processos que ocorrem na fase M, conforme a fig. 2, caso seja necessário utilize os modelos que você elaborou para os cromossomos e para o ciclo celular.**

*A imagem que consta na instrução da questão da atividade é uma evidência científica das fases da mitose, pois foi realizada uma micrografia do fenômeno. A fase M corresponde a divisão do núcleo e do citoplasma. Nessa questão é proposto que os estudantes construam suas próprias explicações para os eventos da mitose e da citocinese. Observando as imagens é possível compreender como elas ocorrem, mas devido a quantidade de nomes e processos nas fases, os estudantes consideram esses processos difíceis de serem compreendidos. Esperamos que construção de modelos para os eventos favoreça a compreensão do conteúdo, uma vez que os estudantes serão solicitados a justificarem o modelo.*

*No momento da elaboração do modelo o professor pode questionar os estudantes:*

- *O motivo de escolherem tais materiais.*
- *Quais foram as discussões entre os integrantes do grupo para decidirem pela forma final da elaboração do modelo.*
- *Quais estruturas que irão representar? E porquê? Nesse momento o professor pode ressaltar que não é necessário representar tudo que possui nas células, mas aquilo que os estudantes consideram que seja o mais importante e seja coerente com as suas explicações.*
- *O modelo que está sendo elaborado é consenso no grupo? Justifiquem.*

*Após a elaboração do modelo o professor pode solicitar aos membros do grupo que expliquem para os demais, de modo que justifiquem suas escolhas e digam o motivo desse modelo ser eficaz para explicar a divisão celular. Em seguida,*

os outros grupos devem fazer o mesmo. No final, o professor pode solicitar que os estudantes discutam se todos os modelos podem ser utilizados de acordo com o objetivo proposto. Caso algum modelo tenha alguma incoerência, o professor pode questionar sobre essas incoerências de modo que o grupo reelabore o modelo.

- Agora que você possui um modelo para auxiliar na compreensão da Divisão Celular, utilize-o para analisar e responder as questões abaixo. Essas questões da atividade visam a avaliação dos modelos, conforme a modelagem proposta por Gilbert e Justi (2016), além disso o trabalho com a argumentação a partir da análise das afirmativas de conhecimento e suas relações com o modelo.

Quadro 10.3: Utilizando o seu modelo de mitose. Fonte: Elaboração própria

Afirmativa	Concorda ou Discorda?	Razão/Justificativa
I. No processo de mitose as células filhas são idênticas as células mãe.		A afirmativa “As células filhas são idênticas as células mãe” é frequentemente utilizada por professores e estudantes, mas ela pode levar a alguns equívocos conceituais, tais como os estudantes acharem que somente a célula filha passará pelo ciclo celular, assim é comum desconsiderarem eventuais mutações. Sendo assim é importante considerar que: (i) as células são idênticas umas às outras geneticamente, caso não haja uma mutação; (ii) a célula mãe no final do processo se divide em duas células recém-formadas.
II. Os cromossomos sexuais estão presentes em todas as células.		É comum os estudantes não considerarem que os cromossomos sexuais estão presentes em todas as nossas células. Por mais que os estudantes não representem os cromossomos sexuais no modelo, é importante eles serem questionados sobre isso, e não pensarem que cromossomos sexuais estão apenas nos gametas. O ser humano saudável possui 46 cromossomos nas células, sendo um par o sexual.
III. Cada célula do corpo humano apresenta 92		Cada célula saudável do corpo humano apresenta 46 cromossomos, mas na mitose do ciclo celular

<p><i>cromossomos.</i></p>		<p><i>a célula possui todos cromossomos duplicados, essa duplicação ocorre na fase S de síntese. Dessa forma, apresenta 92 cromossomos. É importante questionar aos estudantes quantos cromossomos eles estão representando, pois não será viável representar os 92, mas é importante que os estudantes compreendam que existe essa quantidade e que para ocorrer a segregação dos cromossomos, dividindo-os de forma igual nas células filhas, a duplicação é algo muito importante.</i></p>
<p><i>IV. Os cromossomos se estruturam formando um X quando são duplicados.</i></p>		<p><i>Os materiais instrucionais, entre outros, costumam representar o cromossomo em formato de X. Conforme consta no material do estudante no texto 2, o que mantém os cromossomos condensados e ligados são respectivamente as condensinas e as coesinas. Dessa forma, o formato mais adequado de acordo com a realidade é os cromossomos serem representados com as cromátides-irmãs pareadas.</i></p>
<p><i>VI. O envoltório nuclear é uma estrutura que permanece intacta em todo o processo da mitose.</i></p>		<p><i>O envoltório nuclear é uma estrutura importante que deve ser representada no ciclo celular, ele determina fases como a metáfase e a telófase. Sendo assim, questionar os estudantes sobre essa estrutura é importante para eles refletirem sobre as fases que representaram.</i></p>
<p><i>VI. O ciclo celular termina na divisão mitótica.</i></p>		<p><i>A divisão celular não acaba com a mitose, a mitose é apenas a divisão do núcleo, para a célula ser dividida em duas deve ocorrer a citocinese.</i></p>

5. Através do seu modelo é possível explicar essa mutação? Se sim, utilize-o. Caso não seja possível, que alterações você teria que realizar em seu modelo para explicar o mosaicismo? Justifique.
  6. Através do seu modelo é possível explicar a Síndrome de Down? Se sim, utilize-o. Caso não seja possível, que alterações você teria que realizar em seu modelo para explicar essa doença? Justifique.
- Essas duas questões possuem como objetivo a utilização dos modelos propostos em outros contextos, ou seja, com outros propósitos além dos objetivos iniciais. Caso o grupo perceba que o modelo não pode ser usado nesse contexto, não significa que ele está errado, mas sim que possui algumas limitações de uso. E caso ele consiga utilizar o modelo significa que o modelo possui a abrangência*

*de uso para além dos objetivos propostos (Gilbert & Justi, 2016).  
Acrescenta-se ainda que caso o grupo perceba alguma incoerência no modelo  
analisado, este pode e deve ser reelaborado. Ou seja, caso a situação problema  
faça com que o grupo reflita sobre os conceitos e perceba que algo não está claro,  
este é um bom momento para reformular os modelos (Gilbert & Justi, 2016).*

## Referências Bibliográficas

- Alberts, B. et al. (2011). *Fundamentos da Biologia Celular*. 3ª edição. Porto Alegre.
- Araújo, L. C. R. (2019). Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas e argumentação: Análise da construção de significados no contexto de desenvolvimento de uma sequência didática sobre fotossíntese. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Ouro Preto.
- Barbosa, N. F. M. V., et al. (2016) Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de citologia dos discentes da 1º série do ensino médio da escola estadual de ensino médio osvaldo pessoa – joão pessoa – pb. *Anais I CONAPESC...* Campina Grande: Realize Editora.
- Blanco-Anaya, P., Díaz de Bustamante, J., & Mendonça, P. C. C. (2019). Las destrezas argumentativas en la evolución de modelos en una actividad de geología. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 16(3), 3105. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i3.3105](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3105)
- Boutler, C. J., & Gilbert, J. K. (2000). Challenges and Opportunities of Developing Models in Science Education. In: Gilbert, J. K. & Boutler, C. J. (Ed.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, p.343-362.
- Cirne, A. D. P. P. (2013). *Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental*. 269 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education*, 32(1), 268-291.
- Gentile, F. et al. (2012). Direct imaging of DNA fibers: the visage of double helix. *Nano letters*, 12(12), 6453-6458.

- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. <https://doi.org/10.1080/095006900416884>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 200.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. *Science Education*. p.69-80, New York: Springer.
- Justi, R. (2006). La Enseñanza de Ciencias Baseada en La Elaboración de Modelos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 24(2), 173-194.
- Justi, R. (2015). Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(n. especial), 31-48.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*. 24(4), 369-387.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity, and epistemic practice. In R. Duschl & R. Grandy (Eds.) *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99–117; 288–291). Rotterdam: Sense Publishers.
- Lima, A. D. C., Pinton, M., & Cahves, A. C. L. (2007). O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC.
- Linhares, s., & Gewandsznajder, F. (2005). *Biologia*. São Paulo: Ática.
- Longino, H. E. (2002). *The fate of knowledge*. New Jersey: Princeton University Press.
- Lopes, D. S. A. et al. (2012). A produção de insulina artificial através da tecnologia do DNA recombinante para o tratamento de diabetes mellitus. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 10(1), 234-245.
- Mendonça, P. C. C. & Ibraim, S. S. (2019). Argumentação no ensino de química. In: Maldaner, O. A et al. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. 2(1). Ijuí: Unijuí, 217-



- Nascimento, L. A., & Sasseron, L. H. (2019). A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.* (21), e10548. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210104>.
- National Research Council. (2012). *A Framework for k12 Science Education: Practices, Crosscutting concepts and Core Ideas*. New York, National Academy Press.
- Osborne, J. (2016). *Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge*. New York: Routledge.
- Osborne, J et al. (2012). *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and design*. New York: Springer.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.). *Handbook of Research on Science Education, v II*: Routledge. p. 593-613.
- Perez, N. B. (2008). Multiplicação vegetativa de plantas forrageiras: recomendações para plantio. *Embrapa Pecuária Sul-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Sasseron, L. H. (2018). 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*. 1061-1085
- Silveira, M. L. D. (2013). Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Stroupe, D. (2014). Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. *Science Education*, 98(3), 487-516.

LUAN HENRIQUE ALVES  
PAULA CRISTINA CARDOSO MENDONÇA  
LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

# 11. (RE)PENSANDO O CONCEITO DE VIDA HUMANA POR MEIO DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE A EUTANÁSIA E O SUICÍDIO ASSISTIDO

---



## **Objetivos da sequência**

A presente sequência de atividades tem como objetivo fomentar o ensino de Biologia por meio da adoção de questões sociocientíficas a partir da exploração de dilemas socialmente relevantes. Especificamente, buscamos gerar oportunidades para que estudantes do Ensino Médio possam: i) compreender princípios da bioética e sua relevância para a condução de procedimentos que envolvem seres vivos; ii) compreender as implicações bioéticas na regulação da eutanásia e suicídio assistido; iii) refletir a respeito da moralidade que permeia os procedimentos de abreviação da vida e iv) promover a aprendizagem do conceito de vida humana. A sequência possui 6 atividades articuladas que podem ser desenvolvidas usando em torno de duas aulas de 50 minutos por atividade, totalizando entre 12 aulas. Especificamente, na atividade 3, caso o filme proposto seja assistido extraclasse, sugerimos 11 aulas para a sequência. Essa organização deverá ser analisada pelo professor, tendo em vista cada contexto de inserção de suas turmas.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Argumentativa

## **Fundamentação teórico-metodológica**

A sequência de atividades aqui apresentada baseia-se na proposta educacional fundamentada no movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), especificamente propõe o desenvolvimento cognitivo e moral dos estudantes (Pedretti & Nazir, 2011; Conrado & Nunes-Neto, 2018) por meio da abordagem de conceitos científicos do campo da Biologia e explicitação dos aspectos éticos e morais relacionados à temática abordada – conceito de vida e eutanásia/suicídio assistido. Dentre as formas de promover a Educação CTSA no

ensino de Ciências, destacamos, nessa sequência de atividades, a adoção de Questões Sociocientíficas (QSC), como defendido por Conrado e Nunes-Neto (2018), em função de sua potencialidade para discussão da esfera atitudinal do conhecimento (foco em valores e normas), além da dimensão conceitual.

As QSC são formuladas para discussão no ensino a partir de controvérsias sociais relacionadas ao conhecimento científico e tecnológico e que impactam diretamente a sociedade e o ambiente (Pedretti & Nazir, 2011; Conrado & Nunes-neto, 2018). As controvérsias podem ter abrangência local, nacional e/ou global, portanto, habitualmente, são veiculadas na mídia e nas redes sociais. Envolvem dilemas em aberto, de natureza polêmica e conflituosa, cujas soluções plausíveis envolvem diferentes campos disciplinares, não admitindo respostas simples ou memorizadas. Dessa forma, para uma solução plausível requerem à mobilização de argumentos que perpassam as diversas áreas do conhecimento, incluindo reflexões ético-morais para a tomada de decisão acerca dos problemas em discussão. Uma das especificidades da argumentação na discussão de QSC relaciona-se à fundamentação dos argumentos a partir de diferentes linhas de raciocínio envolvidas na resolução da controvérsia, como dimensões políticas, ambientais e científicas. Entre os exemplos mais comuns de QSC, temos: o aquecimento global, a poluição hídrica, a clonagem, a transgenia, o uso de produtos químicos (Ratcliffe & Grace, 2003; Zeidler *et al.*, 2005; Sadler, 2011; Conrado & Nunes-Neto, 2018), e a eutanásia e o suicídio assistido.

Nessa sequência nos filiamos à proposta de Conrado e Nunes-Neto (2018) para a abordagem de QSC. Tais autores indicam três elementos balizadores do trabalho pedagógico com QSC, quais sejam: i) a abordagem das QSC na forma de *casos* ou *histórias* que se relacionem, preferencialmente, com o contexto dos estudantes; ii) a utilização de *questões norteadoras*, isto é, perguntas que abranjam aspectos inerentes ao caso, de modo a propiciar elementos para sua compreensão

mais aprofundada e alcançar os objetivos de aprendizagem definidos; e, por fim, iii) os *objetivos de aprendizagem* que são definidos tridimensionalmente, sendo os conteúdos Conceituais, os Procedimentais e os Atitudinais (CPA).

De acordo com esses autores, a *Dimensão Conceitual* está ligada à compreensão de conceitos e de princípios, bem como a memorização de fatos, informações ou acontecimentos. A *Dimensão Procedimental* tem a finalidade de delinear estratégias (como as técnicas, os procedimentos e os métodos) que possibilitem a resolução dos problemas apresentados e o alcance das metas definidas. Por fim, a *Dimensão Atitudinal* corresponde às normas, aos valores e às atitudes. Para que haja aprendizagem nessa dimensão, os autores recomendam seu estudo a partir da vivência de situações concretas, ainda que de forma simulada, oportunizando aos estudantes um espaço profícuo para reflexão sobre suas ações e as de outros atores sociais no enfrentamento do objeto proposto, observando seus aspectos éticos, morais e políticos. Considerando tal referencial teórico, na sequência de atividades aqui apresentada, os objetivos específicos de cada atividade serão delimitados em função dos conteúdos conceituais (C), procedimentais (P) e atitudinais (A).

Como QSC, tanto a eutanásia quanto o suicídio assistido são práticas: (i) controversas e polêmicas, visto que, de um lado há aqueles que consideram tais atos benevolentes e misericordiosos, e de outro, há a parcela mais conservadora da sociedade que enxerga esses procedimentos como pecaminosos e deploráveis; (ii) multidisciplinares, pois evocam conhecimentos de áreas distintas (como a jurídica, médica, religiosa, cultural e científica) para a tomada de decisão, envolvendo, principalmente, reflexões morais e éticas (ou, particularmente, a bioética); (iii) veiculadas midiaticamente, sejam em obras cinematográficas, sejam em portais informativos. No ano de 2020, ambas práticas ganharam destaque na imprensa internacional após terem sua legalização decretada em Portugal e na Nova Zelândia. E, recentemente, em 18 de março de 2021, o parlamento espanhol também aprovou

uma lei regulamentando a realização dos referidos procedimentos.

À guisa de conceituação, a eutanásia (etimologicamente do grego *eu* – boa – e *thanatos* – morte –) é uma ação médica com a deliberada intenção de provocar a morte de um paciente que padece com sofrimentos físicos e psíquicos cuja morte é inevitável e iminente. Por sua vez, o suicídio assistido (ou morte assistida) consiste na abreviação da vida realizada pela própria pessoa que está acometida de uma doença grave, incurável e que lhe inflige fortes padecimentos. Ambos procedimentos visam antecipar a morte de uma determinada pessoa, o que os diferencia é o agente que comete o ato causador da morte. Nesse caso, na eutanásia, via de regra, o agente é um médico; quanto ao suicídio assistido, o autor do ato é aquele que dá cabo à própria vida (Barroso & Martel, 2010; Dadalto, 2019).

No tocante à bioética, ressaltamos, inicialmente, a polissemia que circunda esse termo. Muitas foram as definições criadas para aprimorar e delimitar com precisão o campo e sua atuação. Contudo, tendo em vista os temas controversos em que a bioética se debruça, a definição mais adotada nos dias de hoje, segundo Oliveira (2013, p. 3), refere-se à bioética como “a ética das ciências da vida, tomadas particularmente no tocante à vida humana.” É uma área interdisciplinar que se ocupa em examinar as dimensões morais que conduzem as decisões, as políticas e as condutas na administração responsável da pessoa humana no contexto das ciências da vida e de atenção à saúde (Goldim, 2002). Em outras palavras, seria a aplicação da ética às ações humanas que podem resultar em conseqüências prejudiciais e irreversíveis, principalmente à vida humana, como é o caso da eutanásia e do suicídio assistido.

Também é oportuno refletirmos, ainda que em linhas gerais, sobre as concepções de moral e ética. A moral é entendida como um conjunto de valores, normas, preceitos e noções de certo ou errado, de proibido ou permitido, que compõem um sistema sancionado socialmente no intento de organizar a vida em

sociedade deixando-a mais coesa. Por esse motivo, podemos dizer que a moral tem um caráter normativo e representa os anseios e valores de uma determinada sociedade ou grupo social historicamente situados. Dessa forma, tendo em vista os rearranjos sociais, a moral é mutável e variável no tempo. Em outras palavras, é um sistema de conteúdos que representa uma forma de vida, um determinado jeito de agir para viver uma vida boa e justa (Cortina & Martinez, 2005).

Etimologicamente, ética e moral apresentam confluências quando entendidas como ‘um modo de viver’ decorrente da vivência dos costumes que foram moralmente naturalizados. Dessa forma, entrelaçam-se, em alguma medida, chegando a adquirir proporções sinonímias. Por exemplo, comumente dizemos que uma pessoa adotou uma postura antiética quando feriu algum comportamento regido pela moral vigente, ao invés de designá-la como alguém imoral.

Para Cortina e Martinez (2005), enquanto a moral preocupa-se em delimitar os comportamentos e condutas socialmente aceitas, a ética destina-se à reflexão racional sobre a melhor forma de agir na sociedade, respeitando a individualidade de cada pessoa. A ética não se limita à moral estabelecida pela sociedade, mas à reflexão acerca da moralidade que sustenta as ações. Fraseado de outra forma, ainda que determinados códigos morais tenham sido naturalizados, a ética, por meio de seus métodos e objetivos, pode classificá-los como desumanos, incorretos ou inviáveis.

Vejamos o caso do infanticídio indígena no Brasil apresentado por Jesus e Pereira (2017): as mães, pertencentes a algumas etnias específicas, matam os filhos recém-nascidos que apresentaram algum tipo de deficiência física, aqueles que são gêmeos, os que são fruto de relações extraconjugais e as crianças maiores que possuem alguma deficiência mental. Do ponto de vista moral desta tribo em particular, elas têm a chancela para proceder dessa forma, uma vez que o infanticídio é justificado para garantir a sobrevivência da tribo, além de ser um gesto de amor e

misericórdia para com essas crianças. Caso uma pessoa alheia à tribo interfira nessa situação e salve a criança, seu ato, mesmo sendo considerado moralmente incorreto, é eticamente aceitável. Por fim, para Cortina e Martinez (2005), podemos entender a moral e a ética a partir de duas questões centrais, sendo elas: a moral procura responder “o que devemos fazer?” e a ética “por que devemos fazer?” Ou seja, por meio da racionalidade, a ética objetiva delimitar uma fundamentação crítica que sustente os padrões morais.

Outro ponto contemplado nessa proposta de ensino refere-se à (in)definição da vida. No campo da biologia, existem duas zonas conceituais cientificamente aceitas para definir a vida, são elas: internalista – entende a vida como um conjunto de propriedades e processos que compõem o ser vivente, tais como as funções moleculares e estruturas relacionadas à genética, biologia molecular e bioquímica; e a relacional – ligada mais aos campos da ecologia e evolução, no qual a vida consiste nas relações que os organismos/entidades estabelecem entre si e com o meio físico-químico em que vivem (Coutinho, Martins & Vieira, 2012).

Note que essas discussões se referem ao conceito de vida na esfera biológica. Se somente essa esfera fosse necessária para delimitar a nossa compreensão do ‘que é a vida’, a polêmica que circunda as práticas de sua interrupção (como a eutanásia e o suicídio assistido) não existiria, pois, na dimensão epistemológica da biologia, a vida seria, nas palavras de Coutinho, Martins e Vieira (2012, p. 61), “um conceito que diz respeito a processos ocorrentes de células a ecossistemas”. Esses processos são entendidos, continuam os autores, como o “desenvolvimento (ontogenético e filogenético) e as relações ecológicas e evolutivas que os seres vivos mantêm entre si e seu ambiente”.

A nossa intenção não é refutar essas definições, uma vez que ambas são coerentes com o conhecimento científico atual e com as zonas conceituais que definem a vida biológica. O que propomos nessa proposta de ensino é que a vida, de



modo específico a vida humana, possui dimensões não contempladas na zona internalista e relacional, pois, como dito, se assim o fosse, as pessoas teriam resguardado o direito de abster-se de sua vida, caso ela se resumisse, exclusivamente, a processos ecológico-evolutivos e biomoleculares. Por fim, essa tentativa de pensar o conceito de vida humana para além da esfera biológica, apresenta uma possibilidade de compreender melhor os fatores que levam a sociedade brasileira, especialmente, a valorizar a vida de tal forma que se opõe veementemente à sua abreviação. Em contrapartida, hipotetizar sobre esse termo pode possibilitar a sua compreensão a partir de uma visão global (envolvendo valores como liberdade, dignidade, além de propriedades biológicas), no sentido de deliberar até que ponto a vida é digna e vale a pena ser vivida.

### **Sequência de atividades**

Os assuntos abordados pelo campo da bioética apresentam relações diretas com a filosofia, haja vista que demandam reflexões éticas e morais para a tomada de decisão. Tendo por base o referencial de trabalho com QSC proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018), é característico dessa estratégia de ensino envolver diversas áreas do conhecimento em seus processos argumentativos. Dessa forma, professor(a) de ciências, caso julgue oportuno, a condução dessa sequência de atividades pode ocorrer de forma articulada com o professor de filosofia, haja vista que entre as competências e habilidades dessa disciplina encontram-se aquelas voltadas à compreensão da ética e da moral e suas relações com as especificidades culturais de cada sociedade, e como elas se relacionam com temas controversos que demandam um posicionamento do indivíduo.

#### ***Atividade 1 – Conceitos e princípios da Bioética***

**Objetivos:** discutir os fundamentos básicos e princípios da bioética (C – conteúdo conceitual); refletir sobre a importância da bioética tanto na regulação das

pesquisas científicas que envolvem os seres vivos e o meio ambiente quanto na medicina no que tange os tratamentos médicos, ressaltando a primordialidade do consentimento livre e informado (A – conteúdo atitudinal); discutir controvérsias históricas que culminaram com a gênese da bioética, de modo que os estudantes possam refletir sobre os dilemas éticos e morais envolvidos (A).

Nesta primeira atividade, de caráter expositivo e dialogado, o docente realizará a leitura, explicação e reflexão do texto “Bioética”<sup>50</sup> em conjunto com os estudantes. É importante delimitar cada um dos princípios que compõem a bioética, bem como os objetivos desse campo de atuação, visto que tais definições subsidiarão as discussões ao longo da sequência didática. As discussões devem conduzir os estudantes a reconhecerem a importância dos valores éticos e morais nas pesquisas científicas e na medicina.

A partir do estudo das bases teóricas da bioética, sugerimos que os estudantes, organizados em grupos (a formação desses grupos deverá ser mantida durante toda a sequência), analisem o “Caso Tuskegee”, dramatizado no vídeo “Experimento Ilegal”<sup>51</sup>. A ideia é que a discussão desse caso permita que eles apliquem os conhecimentos construídos sobre os princípios da bioética, em especial, o consentimento esclarecido e a autonomia.

Algumas questões norteadoras para a discussão:

---

<sup>50</sup> <https://drive.google.com/file/d/1b7HJmqWgmLP8omVw1-4haeUqDLvmPeoM/view?usp=sharing>

<sup>51</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=LnewLcXn5c8&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=LnewLcXn5c8&feature=emb_logo)

- i) em prol do progresso científico, foi ético negar tratamento aos participantes do estudo quando o medicamento para tal fim foi produzido? Por quê?
- ii) É eticamente justificável a realização de pesquisas científicas dessa natureza tendo em vista que muitas pessoas poderão se beneficiar dos seus resultados? Por quê?
- iii) Mesmo que os participantes tivessem sido devidamente esclarecidos sobre a pesquisa e suas consequências, é eticamente aceitável sua participação? Por quê?
- iv) Em sua opinião, a conduta profissional dos pesquisadores de Tuskegee é válida?
- v) Pensando na medicina, é ético submeter pacientes a tratamentos experimentais que não apresentam resultados satisfatórios? Por quê?

Sugerimos que os grupos registrem suas respostas e as debatam em sala de aula de modo a promover a argumentação sobre a relação entre as pesquisas científicas e os princípios éticos e morais que as regem.

O docente poderá explorar outros casos que promovam reflexões sobre a necessidade de observação das regras bioéticas na condução de pesquisas científicas e/ou tratamentos médicos para ilustrar e enriquecer as discussões em sala de aula. Como exemplos: a retirada e uso das células cancerígenas de Henrietta Lacks para pesquisa sem o seu conhecimento; a coleta de amostras de sangue do povo Yanomani, Brasil, sem o devido esclarecimento dos voluntários; a deliberada inoculação do vírus da hepatite em crianças com problemas mentais internadas na Escola de Willowbrook para investigações a respeito da doença, entre outros casos que o docente sentir-se mais à vontade para trabalhar e/ou que pareiem-se com as particularidades da turma.

## *Atividade 2 – Introdução da QSC e de bases conceituais para sua reflexão*

**Objetivos:** diferenciar o procedimento da eutanásia e do suicídio assistido compreendo as respectivas implicações bioéticas (C); discutir as raízes históricas e culturais da eutanásia, percebendo que a permissividade quanto a sua realização apresenta relações com os valores morais e culturais da sociedade (C); discutir a legislação que regulamenta os procedimentos de eutanásia e suicídio assistido (P – conteúdo procedimental); refletir sobre a moralidade da eutanásia e do suicídio assistido (A).

Em um primeiro momento, o docente retomará alguns pontos principais de discussão da atividade anterior (como o conceito de bioética, seus princípios) e exemplificará alguns temas que esse campo atua, como, o aborto, a clonagem, as células-tronco, a eutanásia e o suicídio assistido (ou morte assistida). De modo a conduzir as discussões para o tema principal desta sequência didática, os estudantes agrupar-se-ão (obedecendo a mesma formação dos grupos da aula anterior) para a leitura do caso (QSC) abaixo:

### O CASO DE SOFIA: VIVER DEPENDENTE OU TER UMA MORTE BOA?

Sofia, uma promissora bailarina, vê seus sonhos interrompidos pelo diagnóstico de uma doença degenerativa grave que acomete o sistema nervoso central. Nos últimos meses, devido à debilidade motora característica da doença, a jovem de 27 anos se viu obrigada a trocar os palcos pela cama, onde passa seus dias totalmente dependente dos cuidados de seus familiares e de uma equipe médica. Cansada de tratamentos médicos invasivos e ineficazes que prolongam e acentuam seu sofrimento, e certa da irreversibilidade e progressão dos sintomas, recorreu ao poder judiciário solicitando autorização para submeter-se à eutanásia

ou ao suicídio assistido, práticas legalmente proibidas no Brasil. Em um dos trechos de sua petição, ela relatou estar exausta em meio a tanta luta e que seu último desejo é que sua autonomia seja respeitada e lhe seja concedida a chance de uma morte digna e sem sofrimento! Terminou dizendo: “a vida não tem sentido ser vivida em cima de uma cama, refém de uma doença e incapaz de fazer o que mais amo, dançar!”.

O caso ganhou forte repercussão na mídia, gerando comoção em alguns e repulsa em outros. Por esse motivo, o programa de TV “Você Opina” realizou uma edição sobre a eutanásia/suicídio assistido em que participou os seguintes debatedores: Eduardo (advogado), Gabriel (médico) e Rita (representante cristã). Iniciando o debate, a apresentadora Joana fez um apanhado geral do ‘Caso de Sofia’ e passou a palavra para Eduardo.

Eduardo esclareceu que, de acordo com Código Penal Brasileiro, a eutanásia é um crime caracterizado como homicídio, sendo que a pena para o agente causador da morte de um doente pode variar de dois a seis anos (caso o motivo seja comprovadamente a piedade), a até 20 anos de prisão. Ele destacou que tanto a eutanásia quanto o suicídio assistido são autorizados em alguns países europeus e estados norte-americanos, e considera que a discussão, no Brasil, a respeito da sua descriminalização demorará ter um desfecho, visto que o tema esbarra em convicções religiosas enraizadas na sociedade. Neste momento, Rita argumenta:

– Gostaria de lembrá-los que, mesmo o Estado sendo laico, o povo não é. A população brasileira é majoritariamente cristã, assim, qualquer decisão contrária à manutenção da vida representa um ataque direto ao povo, e, até mesmo, a Constituição Federal, pois ela prevê que o direito à vida é inviolável, além de ser uma prática imoral. A vida é sagrada, um dom dado por Deus e só a ele destina-

se o poder de retirá-la. Além disso, ninguém é proprietário exclusivo da vida, pois ela tem uma dimensão social que se expressa na interdependência entre as pessoas, ou seja, ninguém vive ou morre para si. Ao reconhecermos sua sacralidade e inviolabilidade, entendemos que ela deve ser preservada a qualquer preço.

– A questão, Rita, é respeitar o direito que Sofia e qualquer um de nós tem a uma morte sem sofrimentos, com dignidade. A decisão do indivíduo deve vir a frente das convicções de outras pessoas. Sem mencionar, que essa é uma discussão humanitária, de compaixão, de tentar se colocar no lugar do outro que sofre e padece, comenta Eduardo.

Gabriel interrompe o diálogo e expõe:

– Para além dos impedimentos jurídicos e de crenças religiosas, há de se considerar a ética médica, ou seja, é dever do médico sempre assistir o seu paciente, fornecendo todos os meios disponíveis para seu tratamento. A eutanásia e o auxílio ao suicídio assistido apresentam-se contrários à missão da medicina que é de curar quando possível, sempre aliviar o sofrimento do paciente e promover sua saúde. Entretanto, é importante ressaltar que a vida não pode ser preservada a todo e a qualquer custo, como defendido por Rita. Os avanços científicos e tecnológicos garantem à medicina diversas formas de se prolongar a vida do paciente, porém, como diz Van Potter “nem tudo que é cientificamente possível é eticamente aceitável”. Não se salva vidas a qualquer custo.

Após as colocações, Joana propõe que os telespectadores participem da discussão. E você, juntamente com seus colegas, de posse da situação enfrentada por Sofia e do diálogo do programa “Você Opina” são convidados a expor se consideram que a prática da eutanásia e do suicídio assistido devem ser descriminalizadas, tornando-se, assim, um direito.

Na sequência, o docente promoverá uma discussão a respeito das impressões iniciais dos estudantes acerca do caso, se já ouviram falar sobre eutanásia/suicídio assistido, se são a favor ou contra a prática desses procedimentos, enfim, mediar os diálogos suscitados pelo caso e garantir que todos estudantes participem e que respeitem as opiniões divergentes. As percepções dos estudantes podem ser registradas no quadro. Após esse processo dialógico, os estudantes responderão as seguintes questões norteadoras, e suas respostas serão discutidas com a turma sob a mediação do docente.

- Ao argumentar contra a eutanásia, Rita afirma que essa prática é imoral. Na sua opinião, o que ela quis dizer com isso? Como a moral se aplicaria nesse caso?

*Esperamos que os estudantes explorem a discussão da moral como algo inato e definido por grupos sociais com base em sua concepção sobre o que é certo ou errado, aceitável ou não. No caso da Rita, uma líder religiosa, entendemos que os valores morais que ela defende (com base na discussão da eutanásia) referem-se à inviolabilidade e sacralidade da vida. É interessante que os estudantes percebam que o que é certo para um determinado grupo social, pode não ser certo para outro. Aliás, os valores morais (as concepções de certo e errado) sofrem interferência do contexto político, cultural, econômico e religioso.*

- Como podemos relacionar os princípios da bioética com a prática da eutanásia?

*Esperamos que os estudantes consigam relacionar a prevalência da autonomia do paciente que decidirá se submeter ou não a tratamentos médicos, e, dessa forma,*

*ainda pensando na autonomia, possam refletir a respeito da possibilidade de uma pessoa deliberar sobre a continuidade ou abreviação de sua vida.*

Em um segundo momento, o docente introduzirá os conceitos de eutanásia e suicídio assistido, discutindo com os estudantes as bases históricas e legais dessas práticas por meio do texto “Aspectos gerais sobre a eutanásia e o suicídio assistido”<sup>52</sup>. Esse texto possibilitará um olhar global sobre a temática, visto que, além de dialogar sobre a visão brasileira a respeito dessas duas práticas, apresenta os países em que elas são legalizadas, bem como os critérios para sua execução. Nesse momento, a fim de fomentar a discussão, o docente pode questionar aos estudantes sobre *quais são os motivos que, em suas perspectivas, tornam a prática tanto da eutanásia quanto do suicídio assistido proibidas no Brasil.*

Nessa parte da atividade, os estudantes também refletirão sobre dois temas correlatos à eutanásia, sendo eles, a ortotanásia e a distanásia. O foco deverá ser na prática da distanásia (procedimento contrário à eutanásia). Para tal, sugerimos a exibição da imagem abaixo<sup>53</sup> como recurso disparador do debate. No material de apoio há uma síntese desses dois termos<sup>54</sup>.

---

<sup>52</sup> <https://drive.google.com/file/d/1EigliTRIEtDxoYfw1JnGvZRZiaGgx0w/view?usp=sharing>

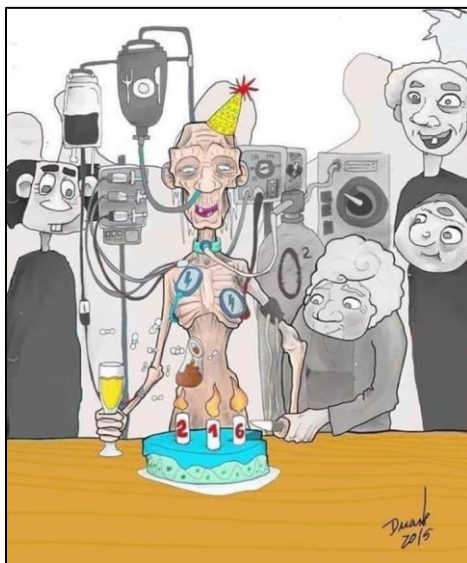
<sup>53</sup> <https://pbs.twimg.com/media/D4oo2rGX4AIkpnS?format=jpg&name=900x900>

<sup>54</sup>

<https://drive.google.com/file/d/1EjRy3vQ8NB55KuAYzamEzZ6NsGQ0yE1f/view?usp=sharing>



A leitura dessa imagem deve conduzir os estudantes a pensarem, primeiro, a respeito dos limites dos avanços tecnológicos sobre a vida humana e seu prolongamento, por vezes, desnecessário; em segundo lugar, promover um debate sobre o princípio bioético da ‘não maleficência’ (estudado na primeira aula), entendendo que qualquer intervenção na vida humana deve sempre levar em consideração o grau



mínimo de dano a pessoa (nesse caso, partindo da premissa que a distanásia, ao gerar a postergação do processo de morte por meio de diversos recursos tecnológicos, pode minimizar a qualidade de vida do paciente); e, por fim, os estudantes, em seus respectivos grupos, responderão a seguinte questão norteadora:

- Esboce sua opinião acerca da seguinte questão: uma vida boa é necessariamente uma vida longa?

*O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem sobre qualidade de vida versus anos de vida, pensando que muitas pessoas se posicionam contrárias à eutanásia e ao suicídio assistido por serem práticas que representam a abreviação da vida, e, nesse sentido, pode ser que essas pessoas entendam que quanto mais tempo, melhor seria a vida. É interessante pensar que uma vida longa pode ser acompanhada de fragilidades em decorrência da velhice que podem impor limitações tanto intelectuais quanto motoras. Além disso, pensando na abreviação da vida por motivo de dores incessantes e doenças graves e incuráveis, valeria a pena continuar*

*vivendo? Aqui, os estudantes terão que definir o que entendem por vida boa para justificar o desejo ou não pela longevidade.*

### **Atividade 3 – Debatendo a eutanásia e o suicídio assistido**

**Objetivos:** Levantar argumentos favoráveis e contrários à eutanásia e ao suicídio assistido na visão de diferentes atores sociais (P); comparar o contexto sociocultural ao qual os sujeitos se vinculam com a posição assumida frente a realização de tais práticas (P); discutir os valores éticos e morais que sustentam os argumentos a favor ou contra a eutanásia e o suicídio assistido (A).

Como atividade extraclasse, os estudantes, em seus respectivos grupos, entrevistarão representantes dos diversos setores da sociedade, como os exemplificados abaixo, com o intuito de identificar a compreensão sobre eutanásia/suicídio assistido e a posição a respeito da realização de tais práticas.

- Um(a) médico(a);
- Um(a) advogado(a);
- Um(a) político(a);
- Um(a) líder religioso(a) – preferencialmente um representante de cada denominação religiosa existente na localidade, caso não seja possível, selecione o(a) mais acessível;
- Um(a) cidadão – vinculado a um setor diferente dos listados acima.

Podem ser selecionados outros profissionais que apresentem relação com a temática da entrevista e que não foram contemplados nesta lista. As entrevistas devem ser gravadas em áudio para que os estudantes consigam elencar os principais argumentos verbalizados pelo entrevistado para debate em aula específica.

Sugerimos que o roteiro da entrevista aborde as seguintes questões:

- Você já ouviu falar sobre eutanásia? E sobre o suicídio assistido?

- O que você sabe sobre essas práticas? Como são realizadas? Quem as conduz? Quem poderá se submeter a tais procedimentos?
- Na sua opinião, o que leva uma pessoa a solicitar a eutanásia/suicídio assistido?
- Você concorda com a proibição/criminalização dessas práticas no Brasil? Por quê?
- Caso você fosse acometido por uma doença grave, incurável, que lhe causasse fortes dores deixando-o(a) dependente de cuidados de terceiros, você optaria pela eutanásia/suicídio assistido? Por quê?

Em sala, os estudantes, em seus respectivos grupos, farão uma plenária apresentando os dados obtidos nas entrevistas. As perspectivas de cada entrevistado poderão ser registradas no quadro pelo docente, de modo que, ao final das apresentações, os estudantes tenham um compilado dos principais argumentos sobre o assunto sob a ótica de diferentes atores sociais. Também é ideal que cada grupo produza um pequeno texto sistematizando os argumentos do entrevistado e o distribua à turma, pois esse material poderá subsidiar a discussão de outras questões dessa sequência didática.

Essa plenária e as discussões que nela surgirem, demonstrarão a polêmica envolta no debate sobre eutanásia/suicídio assistido e os diferentes olhares entorno da temática, nesse caso, a medicina, o jurídico, o político, o religioso e o senso comum. Assim, caberá ao docente arguir os estudantes no intuito de evidenciarem os argumentos prós e contras a essas práticas e que foram obtidos na entrevista. Professor(a), no material de apoio há dois textos que discorrem mais profundamente sobre os argumentos favoráveis e contrários à eutanásia, e poderão lhe auxiliar na mediação dessa aula. Os textos são: “Eutanásia: a favor ou contra?” (Scarlett

Marton)<sup>55</sup> e “A incorreção da eutanásia” (J. Gay-Williams)<sup>56</sup>.

Em um segundo momento, sugerimos a exibição do filme “A festa de despedida” para sensibilizar os estudantes e ampliar as discussões sobre a eutanásia/suicídio assistido.

Título original: Mita Tova

**Direção:** Sharon Maymon, Tal Granit

**País de origem:** Alemanha/Israel

Lançamento (Brasil): 2015

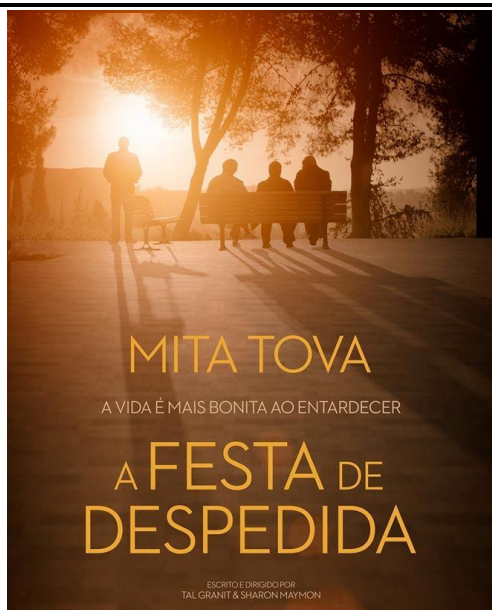
**Gênero:** drama, comédia

**Duração:** 1h 30min

Classificação etária: 14 anos

**Enredo:** O filme se passa em uma casa de cuidados para idosos, na cidade de Jerusalém. Um dos moradores, o técnico em mecânica Yehezkel, constrói uma máquina de auto eutanásia com o objetivo de ajudar um de

seus amigos a pôr termo em sua vida e livrar-se da agonia e do sofrimento impostos pela fase terminal de uma doença incurável. O dispositivo é acionado pela própria pessoa e libera uma droga letal na corrente sanguínea, por esse motivo, o procedimento pode ser configurado como suicídio assistido (embora o filme não faça uso dessa terminologia). A criação é um sucesso e sua fama atrai outras pessoas dispostas a submeter-se ao procedimento. O filme explora outras questões em paralelo ao processo de envelhecimento e morte, como a progressão do Mal de Alzheimer que acomete Levana, a esposa de Yehezkel. A todo instante,



<sup>55</sup> <https://drive.google.com/file/d/1RzinCal3Bdyenx0Zfj8onk-WVscgi5Of/view?usp=sharing>

<sup>56</sup> <https://drive.google.com/file/d/15-OIFLfWhiAgxsyTe4794jpu8F4jRHob/view?usp=sharing>

ela advoga contra a utilização da máquina de suicídio assistido até que, em decorrência dos lapsos de memória e de comportamentos característicos do seu quadro clínico, somados a sensação de estar perdendo a si mesma, ela opta por realizar o procedimento, e encerra a sua vida.

Sugerimos ao docente que oriente os estudantes a analisarem os personagens, as situações vivenciadas por cada um e a postura frente a prática da eutanásia. É interessante que eles prestem especial atenção a Levana. O caso dela abre margem ao diálogo sobre a prática da eutanásia em pacientes que não sofrem de dores físicas, mas que correm o risco de perder as memórias, a consciência e a personalidade (em decorrência do Mal de Alzheimer), e, assim, dentro da sua concepção de vida, não desejam mais continuar vivendo. Essas reflexões poderão fundamentar as discussões sobre o conceito de vida das aulas seguintes.

É ideal que o filme seja exibido na íntegra para que os estudantes consigam perceber a evolução dos personagens e a mudança de concepção sobre a prática da eutanásia/suicídio assistido. Na existência de impossibilidades quanto a sua exibição nas dependências da escola, os estudantes poderão assisti-lo extraclasse. Nesse caso, professor(a), as perguntas abaixo comportar-se-ão como roteiro de análise do filme e deverão ser respondidas pelos estudantes. Caso o filme seja reproduzido no horário escolar, essas perguntas nortearão o debate em sala. Em ambos os casos, é ideal que haja um momento para que os estudantes socializem e discutam suas impressões sobre o filme. As questões sugeridas, são:

- Como vocês avaliam a conduta de Yana, a esposa de Max, ao solicitar ajuda dos amigos para que seu marido colocasse termo à vida?
- Em relação a Yehezkel, vocês acham certo que ele tenha construído a máquina de suicídio assistido? Justifique.
- Considerando que em Israel (palco do filme) assim como no Brasil tanto a eutanásia quanto o suicídio assistido são tipificados como crime, e

observando nos depoimentos dos pacientes a sensação de alívio e decisão quanto a realização do procedimento, vocês consideram que o grupo de pessoas liderados por Yehezkel deva ser penalizado por auxílio ao suicídio? Por quê?

- Vocês consideram que a prática da eutanásia e do suicídio assistido devem ser estendidas às pessoas cujo sofrimento seja psíquico ou somente para aquelas que sofrem dores físicas? Justifique.

É ideal que nesses momentos de debate o docente constantemente questione os estudantes a respeito de suas respostas, de modo que eles construam argumentos claros e contundentes para fundamentar suas respostas.

O docente também perguntará aos estudantes se, fora do contexto cinematográfico, a construção de uma máquina de auxílio ao suicídio assistido já aconteceu ou pode acontecer. Este questionamento foi pensado para que o docente apresente aos estudantes a Thanatron e a Sarco, duas máquinas de suicídio assistido construídas, respectivamente, em 1988 e em 2018, sendo que a primeira serviu de inspiração para Yehezkel criar a máquina do filme. No material de apoio, há um pequeno texto sobre esses equipamentos com imagens que podem ser exibidas aos estudantes.<sup>57</sup>

#### ***Atividade 4: Conceituando a vida humana***

**Objetivos:** discutir as propriedades que classificam um ser como vivo (C); elaborar uma definição para o termo Vida (P); refletir a respeito do que é a vida humana (A).

---

<sup>57</sup> <https://drive.google.com/file/d/1stZkx2mnVOM-Is3MUJ3BCdqhZRvB0Az/view?usp=sharing>

Até esse momento, as discussões trouxeram em seu escopo temas sobre a ‘qualidade de vida’ e de ‘vida boa’, então, a partir de agora os estudantes serão conduzidos a pensar sobre o que, de fato, é a vida, especialmente o que é a vida humana.

Inicialmente, o docente questionará os estudantes sobre “*o que é a vida?*”. Provavelmente, eles se pautarão em exemplos de seres vivos (como espécies de animais, de vegetais, de fungos, entre outros) ou, até mesmo, elencarão características, como, o crescimento, o movimento, a evolução, a nutrição, o material genético, entre outras, para responder à pergunta. Isto, pois, no passar dos anos, segundo Emmeche e El-Hani (2000), muitos biólogos, adotando uma visão essencialista<sup>58</sup>, definiram listas com propriedades essenciais para que algo ou uma coisa seja considerada viva sem atentarem-se para a concepção e definição do que é a vida, propriamente dita. E, conforme Monteiro, Santos e Fonseca (2015), a partir de uma análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD, a abordagem dessas listas de propriedades ainda é predominante nos estudos sobre o que é a vida na educação básica.

À medida que os estudantes expõem sua opinião sobre a pergunta (o que é a vida?), o docente pode relacionar as respostas no quadro para posterior análise, visto que, nesse momento, é importante que eles tenham liberdade para debater a questão. Pensando nas propriedades consensuais da lista que classifica um ser como vivo (que acreditamos ser possível que algum estudante mencione), o docente pode refutar algumas delas, tais como, o movimento e a reprodução. Pois, se ambas propriedades

---

<sup>58</sup> Para Emmeche e El-Hani (2000, p. 17, grifos dos autores), a visão essencialista defende que algo só pode ser considerado como “membro de uma classe (no caso, ‘coisas vivas’) *se e somente se* compartilhar com os outros membros um conjunto permanente de propriedades essenciais, que podem ser listadas e [classificadas](#) e verificadas.”

são essenciais para a vida, é possível afirmar, respectivamente, que as plantas não são vivas, haja vista que elas não se movimentam (no sentido de locomover-se deliberadamente de um local para o outro), e, igualmente, que as mulas não são vivas, pois, por serem animais híbridos<sup>59</sup>, não são capazes de reproduzir.

Em todo caso, se os alunos não mencionarem essa lista de propriedades, caberá ao docente fazê-lo. Não há necessidade de explicar detalhadamente cada uma dessas propriedades, apenas relembra-las, pois, tendo em vista o currículo de Biologia, os estudantes já tiveram acesso a esse conteúdo em níveis de ensino anteriores ao ensino médio. Salientamos que essa lista, geralmente, abarca as seguintes propriedades: composição química, organização celular, nutrição, respiração, metabolismo, hereditariedade, excitabilidade, evolução e adaptação. No material de apoio há um slide relacionando esses conceitos e que poderá ser exibido aos estudantes<sup>60</sup>. Essa discussão é importante para que os estudantes compreendam que os biólogos ainda não chegaram a um consenso sobre a definição de Vida, ainda que esse seja o principal objeto de estudo da Biologia.

Após essa discussão e em seus respectivos grupos, os estudantes serão solicitados a responderem as seguintes questões norteadoras:

- Leia as respectivas falas de Sofia e Levana (personagem do filme): “a vida não tem sentido ser vivida em cima de uma cama, refém de uma doença e incapaz de fazer o que mais amo, dançar!” e “Logo vou

---

<sup>59</sup> Conforme Sadava et al. (2009), animais híbridos são a prole cujos progenitores são geneticamente diferentes, por isso, tendem a ser estéreis.

<sup>60</sup>

[https://drive.google.com/file/d/1cPKC\\_Iz46AGy8DWjHXCdZuA9UNBXuekk/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1cPKC_Iz46AGy8DWjHXCdZuA9UNBXuekk/view?usp=sharing)



esquecer meu nome. Você sabe que não há cura. Tivemos uma vida boa. Estou desaparecendo, Yehezkel! Eu vou me perder, vou virar apenas uma casca.”. Sabendo que a vida é um conceito polissêmico, na opinião de vocês, qual seria o entendimento de vida dessas duas mulheres?

*Esperamos que os estudantes, por meio das falas das personagens, consigam relacionar os elementos que elas consideram necessários para se ter vida, tais como, não ser dependente de terceiros, ter a possibilidade de ir e vir a todo tempo, de realizar ações que consideram importantes, de ter consciência de quem é, de conseguir dialogar, se divertir, ser quem é, entre outros que eles perceberem nessas falas e na história de cada uma como um todo. Acreditamos que essa questão subsidiará as reflexões para a resolução da próxima.*

- Para vocês, as propriedades que caracterizam um ser como vivo são suficientes para definir a Vida? Caso não, redijam um texto esboçando uma proposta de definição para o termo pensando, principalmente, na vida humana.

*Essa questão permitirá aos estudantes perceberem que as listas de propriedades consensuais não contemplam as vicissitudes do que é a Vida humana e, assim, mobilizá-los a explorar outras dimensões que considerem relevantes para delimitar tal termo.*

#### **Atividade 5 – Parecer dos estudantes sobre a QSC**

**Objetivos:** Exercitar a expressão e a capacidade de posicionar em assuntos controversos (P); reconhecer a importância do engajamento em discussões que impactam a sociedade (A); explorar os valores éticos e morais na tomada de decisão sobre questões controversas e polêmicas (A).

Na última atividade dessa sequência didática, os estudantes realizarão a releitura do ‘caso de Sofia: viver dependente ou ter uma morte boa?’, e expressarão

*se as impressões iniciais sobre o caso se mantiveram ou se eles têm uma nova perspectiva.*

Na sequência, em seus respectivos grupos, eles elaborarão um texto dissertativo-argumentativo expondo seu parecer a respeito da questão problema da QSC, transcrita abaixo:

- Após as colocações, Joana propõe que os telespectadores participem da discussão. E você, juntamente com seus colegas, de posse da situação enfrentada por Sofia e do diálogo do programa “Você Opina” são convidados a expor se consideram que a prática da eutanásia e do suicídio assistido devem ser descriminalizadas tornando-as, assim, um direito.

Professor(a), é importante orientar os estudantes que nesse tipo textual é necessário que eles lancem mão de argumentos consistentes e bem elaborados, isto é, fundamentados em justificativas de diferentes linhas de raciocínio, para defender e justificar seu ponto de vista.

É interessante que os estudantes que se posicionarem contra a descriminalização da eutanásia ou do suicídio assistido sejam estimulados a pensar para além do ordenamento jurídico, que os seus argumentos não se resumam puramente na aplicação instrumental da legislação vigente. Para isso, professor (a), deixe claro que as leis são um reflexo da realidade sociocultural do momento de sua elaboração, dessa forma, elas podem ser (e são) reinterpretadas a qualquer momento, caso assim se faça necessário para atender a um novo sujeito ou a um novo direito que não eram considerados no dado recorte histórico de sua sanção. De igual modo, oriente aos estudantes favoráveis à descriminalização dessas práticas que explorem outros argumentos diferentes daqueles que abordem somente o seu caráter piedoso.

Pode ser que alguns estudantes sejam favoráveis à descriminalização ou da eutanásia ou do suicídio assistido e não das duas práticas. Não há problemas nessa

postura. O importante é que eles manifestem sua opinião com bons argumentos e explicitem o porquê são a favor de uma ação e não da outra.

## Referências Bibliográficas

- Barroso, L. R. & Martel, L. C. V. (2010). A morte como ela é: dignidade e autonomia individual no final da vida. *Revista da Faculdade de Direito de Uberlândia*, 38(1), 235-274.
- Conrado, D. M. & Nunes-Neto, N. (Orgs.). (2018). *Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: Edufba.
- Cortina, A. & Martinez, E. (2005). *Ética*. São Paulo: Loyola.
- Coutinho, F. A., Martins, R. P. & Vieira, M. C. (2012). Contribuição da filosofia da microbiologia para fundamentar a zona relacional do perfil conceitual de vida. *Revista Ensaio*, 14(3), 51-64.
- Dadalto, L. (2019). Morte digna para quem? O direito fundamental de escolha do próprio fim. *Pensar*, 24(3), 1-11.
- Emmeche, C. & El-Hani, C. N. (2000). Definindo vida. In C. N. El-Hani & A. A. P. Videira. *O Que é Vida? Para Entender a Biologia do Século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- Goldim, J. R. (2002). *Bioética e interdisciplinaridade*. Porto Alegre. Recuperado em 21 março, 2021, de <https://www.ufrgs.br/bioetica/biosubj.htm>
- Jesus, M. M. G. & Pereira, E. W. (2017). Infanticídio indígena no Brasil: o conflito entre o direito à vida e à liberdade cultural e religiosa dos povos indígenas. *Pensar: Revista de Ciências Jurídicas*, 22(1), 353-380.
- Monteiro, I. M., Santos, H. L. C & Fonseca, L. C. S. (2015, agosto). Afinal, o que é a vida? (In)definições em livros didáticos de Biologia do PNLD 2015. *Anais do Encontro Regional de Ensino de Biologia*, Rio de Janeiro, Brasil, 7.
- Oliveira, R. J. (2013). A Bioética na Educação Escolar: uma discussão importante. *Educação Unisinos*, 17(1), 2-10.

- Pedretti, E. & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626.
- Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In T. D. Sadler (Ed.). *Socio-scientific issues in classrooms*. Dordrecht: Springer.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-377.

LETÍCIA DE CÁSSIA RODRIGUES ARAÚJO  
PAULA CRISTINA CARDOSO MENDONÇA

---

# 12. DESVENDANDO A FOTOSSÍNTESE: UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES BASEADAS EM ARGUMENTAÇÃO

---



## **Objetivos da sequência**

A presente sequência de atividades visa auxiliar estudantes do Ensino Médio no processo de construção e negociação de significados sobre o tema fotossíntese a partir de processos argumentativos gerados pelas atividades propostas. De forma mais específica, esperamos que os seguintes objetivos de aprendizagem sejam contemplados: i) propiciar a compreensão sobre o processo de fotossíntese, elucidando suas etapas (fotoquímica e química) e evidenciando seus reagentes e produtos e ii) desenvolver capacidades argumentativas dos estudantes a partir de suas vivências em atividades investigativas e com uso da história da ciência. A sequência é constituída por um conjunto de 6 atividades, cada uma delas organizadas em determinadas partes (experimentos, discussões, etc). Desse modo, cada atividade poderá demandar entre duas e três aulas de 50 minutos. Recomendamos que o professor avalie a adequação dessa organização, dependendo de sua realidade.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Científica

**Natureza das atividades:** Investigativa e Argumentativa

## **Fundamentação Teórico-metodológica**

O estudo sobre o processo de fotossíntese pode auxiliar o estudante da educação básica a compreender conhecimentos de carácter conceitual como, os tipos de gases presentes na atmosfera, a respiração dos animais, a transpiração das plantas, o ciclo da água, do oxigênio e do carbono e suas relações com o desmatamento. Nesta sequência de atividades, tais conhecimentos do domínio conceitual da ciência são trabalhados de modo articulado a práticas dos domínios epistêmico e social (Duschl, 2008; Franco & Munford, 2020). Para isso, propomos práticas argumentativas em sala

de aula, a partir de atividades investigativas e uso da história da ciência<sup>61</sup>.

Em geral, o estudo de fotossíntese em ciências inicia-se nas primeiras séries do ensino fundamental, no 6º ano com o conteúdo ecologia, em seguida, no 7º ano, visando relacioná-lo a temática botânica. Posteriormente, seu estudo é contemplado no 1º ano do ensino médio de forma mais aprofundada, o que requer a compreensão química do fenômeno.

Contudo, pesquisas (por exemplo, Macedo et. al, 2012, Almeida, 2005, Souza & Almeida, 2002) apontam que os estudantes chegam ao ensino médio sem uma compreensão satisfatória dos conceitos básicos sobre o tema. Tais autores indicam a persistência, ao longo do processo de escolarização, de explicações vagas e superficiais sobre a temática por parte dos estudantes. Isso pode ser justificado pela abordagem superficial sobre fotossíntese no ensino fundamental, restringindo-se apenas ao que as plantas e algas absorvem e liberam.

Por sua vez, no ensino médio, a abordagem química do processo, relacionada a equação química da fotossíntese, é utilizada para descrevê-lo, sem com que os estudantes o compreendam como um todo. O enfoque recai na memorização, ao invés de uma compreensão em termos macroscópicos e microscópicos do processo (Almeida, 2005).

Considerando-se tais apontamentos, apresentamos uma sequência de atividades destinadas a estudantes de 1º ano do ensino médio com a intencionalidade

---

<sup>61</sup>Este trabalho é um recorte da dissertação de mestrado da primeira autora, intitulado: Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas e argumentação: Análise da construção de significados no contexto de desenvolvimento de uma sequência didática sobre fotossíntese. Disponível em:

[https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf)

de negociar e construir significados sobre fotossíntese em salas de aula de Biologia. Na elaboração da sequência, nos fundamentamos na argumentação em função da sua centralidade no discurso para a aprendizagem de e sobre ciências (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008; Driver, et al., 2000).

A argumentação científica pode ser compreendida como um processo social de justificativas de afirmativas (hipotéticas ou conclusivas), que ocorre a partir da conjugação entre dados e teorias científicas (Jiménez-Aleixandre, 2010; Mendonça & Justi, 2013).

Argumentar consiste em avaliar as afirmativas com base em evidências. Uma evidência pode ser compreendida como observação, fato ou experimento a que se apela para sustentar ou refutar uma afirmativa (Jiménez-Aleixandre, 2010).

No processo de ensino-aprendizagem de ciências é importante que os estudantes analisem dados para elaborar evidências e conclusões, de maneira a dar sentido às explicações científicas, indo em direção contrária ao ensino baseado em retórica de conclusões científicas, nos quais as explicações são fornecidas prontas aos estudantes ao invés deles terem oportunidade de pensarem nas evidências que as fundamentam (Mendonça & Ibraim, 2019).

A argumentação acontece em sala de aula quando são gerados diferentes pontos de vista e dúvidas sobre as explicações relativas aos fenômenos sob investigação. Nesse processo, estudantes elaboram argumentos para sustentar suas ideias e objetivam persuadir os outros que não dividem a mesma opinião a partir da negociação do que conta como conhecimento (Mendonça & Ibraim, 2019). Portanto, a argumentação é um processo de construção e avaliação de argumentos, enquanto argumentos são produtos que consistem em afirmações acompanhadas das justificativas para alegação (Zohar & Nemet, 2002). Nesse sentido, o termo se afasta do significado de senso comum, de que argumentação é uma disputa entre duas ou



mais pessoas (como uma guerra que tende a obter um vencedor), pois essa concepção nem sempre considera que argumentos devem ser afirmativas justificadas.

No ensino de Ciências a prática de argumentar favorece a externalização das crenças que estudantes possuem sobre o papel de justificativas e evidências na ciência (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008). Além disto, pesquisas demonstram que os estudantes apresentam maior disposição no aprendizado de conceitos científicos quando estão envolvidos em atividades argumentativas (Zohar & Nemet, 2002; Von Aufschnaiter et. al., 2008). Isto porque os estudantes compreendem a lógica de explicações alternativas de assuntos científicos quando participam de processos argumentativos, porque podem discutir sobre as evidências que fundamentam uma teoria em relação à concorrente (Jímenez-Aleixandre, 2010).

Outra importância da argumentação na sala de aula diz respeito à interação social que as atividades argumentativas permitem, ou seja, uma socialização entre estudantes e a democratização da sala de aula. Nesse sentido, a discussão propiciada pela argumentação em sala de aula favorece a construção, negociação e transformação de significados pelos estudantes (Leitão, 1999).

A partir de atividades bem delineadas para a promoção da argumentação, esperamos que estudantes exponham suas ideias e pontos de vista em um ambiente propício para trocas e debates. Especificamente nesta sequência, propomos o uso de atividades investigativas e história da ciência como potenciais estratégias na promoção da prática argumentativa em sala de aula.

As atividades investigativas têm potencial na promoção da argumentação no ensino de Ciências (Sasseron & Carvalho, 2011). Isso porque, as atividades investigativas têm como pilar a problematização de uma questão a ser investigada, ou seja, são formuladas a partir de um problema que envolve a ciência, o qual possibilita que os estudantes raciocinem, elaborem hipóteses, formulem ou

reformulem ideias a partir da análise dos dados, de modo a construírem seus argumentos sobre a problemática investigada (Motokane, 2015).

Uma atividade investigativa não necessariamente precisa ser feita em laboratório ou precisa ser experimental, no sentido de trabalho de bancada (Hodson, 1992). As atividades investigativas promovem formas para uma investigação mais autêntica, porque distanciam-se de práticas tradicionais no ensino de Ciências, fundamentadas na perspectiva verificacional e empírico-induvista da ciência, isto é, baseadas em roteiros focados somente em resultados segundo os objetivos definidos a priori, não permitindo a discussão de posições alternativas, tendo como intuito provar na prática conceitos já trabalhados anteriormente na teoria (Motokane, 2015).

Atividades investigativas que levam em consideração a história da ciência possibilitam que os estudantes formulem pensamentos e questionamentos relacionados aqueles que cientistas tiveram no passado (Martins, 1999). Nesta mesma direção, Monteiro e Martins (2015) argumentam que o uso adequado da história da ciência pode possibilitar ao professor lidar com presumíveis concepções alternativas dos estudantes, visto que muitas delas possuem relação com concepções científicas do passado. Tais concepções podem ser debatidas à luz das evidências de acordo com o contexto histórico da época. Além disto, a história da ciência permite a compreensão da ciência como um processo colaborativo e isto contribui para o entendimento de como o conhecimento científico é produzido, auxiliando a lidar com possíveis visões deformadas da ciência.

## **Sequência de atividades**

### *Atividade 1: Estudo e Caracterização dos Gases*

Objetivos específicos:

- Discutir as concepções dos estudantes sobre os gases a partir de experimentos históricos;

- Caracterizar o gás CO<sub>2</sub> e desenvolver o conhecimento do estudante sobre a absorção deste no processo de fotossíntese.

## PARTE A

### EXPERIMENTO 1

#### Materiais

- Garrafa de água gaseificada;
- Garrafa de água sem gás;
- Tampas de garrafa mineral com um orifício central, previamente feito;
- Mangueira de pequeno calibre;
- Solução de água com cal virgem (hidróxido de cálcio), Ca(OH)<sub>2</sub>.

#### Procedimento:

Em dois recipientes adicione a solução saturada de hidróxido de cálcio inicialmente preparada. Troque as tampas das águas minerais, tanto a gaseificada quanto a sem gás, por tampas com um furo na sua superfície e adicione uma mangueira em cada garrafa. Coloque uma das pontas das mangueiras de cada garrafa nas soluções.

Observe os dois sistemas.

Anote suas observações no quadro 1:

Quadro 12.1: Comparação de Sistemas

Sistema 1: Água Gaseificada	Sistema 2: Água sem Gás

*Professor, espera-se que os estudantes percebam que para no sistema 1 (água gaseificada) será possível observar um borbulhamento de gás (CO<sub>2</sub>) e formação de precipitado*

(CaCO<sub>3</sub>). No sistema 2 (água sem gás) não ocorrerá borbulhamento de gás e nem formação de precipitado.

*Durante o desenvolvimento do experimento, sugere-se que os estudantes se organizem em grupos. Sugerimos você faça algumas questões aos grupos com o objetivo instigar os estudantes a elaborar hipóteses e relacionar as observações com alguma perspectiva teórica.*

*Possibilidades de questões:*

- *Qual a diferença entre estes sistemas?*
- *O que pode conter na água que diferenciou os dois sistemas?*

## **EXPERIMENTO 2**

**Materiais:**

- Solução de água com cal virgem (hidróxido de cálcio);
- tubos de ensaio;

**Procedimento:**

Acrescente a solução saturada de hidróxido de cálcio inicialmente preparada até a metade de tubo de ensaio. Sobre na solução contida no tubo de ensaio por aproximadamente 20 segundos. Observe. Após, prossiga o borbulhamento por um período de cerca de 30 segundos. Observe o experimento e anote suas observações.

*Professor, o borbulhamento do ar pulmonar implica a introdução de gás carbônico nas soluções de água de cal (soluções de hidróxido de cálcio), formando o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Continuando o borbulhamento do gás carbônico, ocorre a dissolução desse precipitado, devido à formação do íon bicarbonato.*

**Discussão dos experimentos:**

- 1) Qual o comportamento dos sistemas 1 e 2 do experimento 1 quando em contato com a solução de água com cal?

*A diferença entre os dois sistemas é explicada pela presença de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na água gaseificada, que em contato com a solução de água com cal reage formando carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), que se precipita (isto é, não é solúvel em água). O mesmo não pode ser observado na água sem gás, justamente por não conter gás carbônico para reagir com Ca(OH)<sub>2</sub>.*

- 2) Qual relação podemos estabelecer entre o experimento 1 e o experimento 2?

*Sabendo que na água gaseificada há a presença de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) e na respiração pulmonar também há emissão deste gás, podemos concluir que os dois sistemas estão relacionados formando o mesmo precipitado a partir do mesmo gás, o que não se forma a partir da água natural, garantindo a necessidade deste gás para a formação do precipitado.*

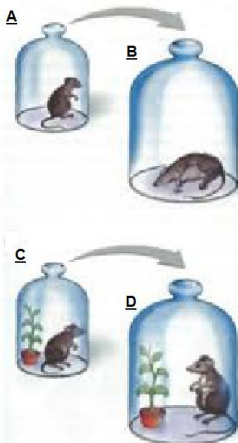
- 3) Qual o gás envolvido nos experimentos?

*O gás envolvido nos experimentos é o CO<sub>2</sub> (gás carbônico).*

- 4) Proponha uma explicação para o que ocorreu entre o gás envolvido nos experimentos e a solução diluída de cal virgem.

*O borbulhamento do ar pulmonar implica a introdução de gás carbônico nas soluções de água de cal (soluções de hidróxido de cálcio), formando o íon carbonato, de acordo com a equação química: CO<sub>2</sub> (g) + 2OH<sup>-</sup> (aq) → CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (aq) + H<sub>2</sub>O(l). Na presença de íons Ca<sup>2+</sup>, o íon carbonato leva à formação de um precipitado de carbonato de cálcio, de acordo com a equação: Ca<sup>2+</sup> (aq) + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (aq) → CaCO<sub>3</sub>(s). Continuando o borbulhamento do gás carbônico, ocorre a dissolução desse precipitado, devido à formação do íon bicarbonato: CaCO<sub>3</sub>(s) + CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>O → Ca<sup>2+</sup>(aq) + 2HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (aq). O borbulhamento contínuo de gás carbônico é suficiente para consumir toda a base.*

## PARTE B



Observe os experimentos<sup>62</sup>: Na primeira situação um rato foi colocado num recipiente de vidro fechado contendo ar atmosférico (A) e foi deixado no local sem possibilidade de entrada de ar. Após o tempo X, o rato foi encontrado morto (B). Na segunda situação (C) um outro rato foi colocado em um recipiente fechado contendo ar atmosférico e uma planta e foi deixado neste local sem possibilidade de entrada de ar. Após o mesmo tempo X do experimento anterior, o rato permaneceu vivo (D).

Figura 12.1: Representação do experimento a ser analisado. Fonte: Portal Ponto Biologia<sup>63</sup>

Discussão dos experimentos:

- 1) Por que o rato morreu em B e não morreu em D? Que fator você atribuiria as diferenças observadas?

*Porque em B o rato está em ambiente fechado e permanece lá por um tempo, inevitavelmente, neste tempo ele não para de liberar CO<sub>2</sub> de seus pulmões, como o ambiente é fechado, chegará um momento que este gás prevalecerá no ar, intoxicando o rato. Já em D, este evento não é observado, pois enquanto o rato expira CO<sub>2</sub> a planta consegue retirar este gás para os processos de transpiração e fotossíntese, em uma espécie de “neutralização do ar”.*

---

<sup>62</sup> Os experimentos com animais não são eticamente válidos se houver métodos alternativos fidedignos para o conhecimento que se procura. Fonte: ANDRADE, A., PINTO, SC., and OLIVEIRA, RS., orgs. Animais de Laboratório: criação e experimentação [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 388 p. ISBN: 85-7541-015-6. Available from SciELO Books.

<sup>63</sup> Imagem disponível em: <https://pontobiologia.com.br/descobriram-plantas-fazem-fotossintese/>. Acesso em: 20/03/2021.

2) Proponha uma explicação para o que possa ter ocorrido em D.

*Em D, há presença da planta no ambiente fechado com o rato, e diferentemente do processo representado anteriormente, neste ambiente o rato sobrevive. Isso se justifica pela presença da planta neste local, pois enquanto o rato emite CO<sub>2</sub> para atmosfera pela sua respiração pulmonar, a planta o retira nos processos de transpiração e fotossíntese, equivalendo a neutralidade deste gás, que em grandes concentrações seria tóxico para o rato.*

*O objetivo da parte B é o entendimento do estudante de que a planta consegue capturar o gás emitido pelo camundongo, considerado tóxico para o mesmo. É importante que o professor retome este aspecto para que o estudante não associe a planta somente à liberação de oxigênio. Antes de prosseguir e passar para a parte C da atividade é interessante retomar com os estudantes toda a trajetória da atividade até aqui, para que eles possam associá-la com a parte C, que se refere a um texto sobre dois pesquisadores e a caracterização do gás carbônico em processos bem parecidos como os que fizemos em sala de aula.*

## **PARTE C<sup>64</sup>**

### **JOSEPH BLACK, JOSEPH PRIESTLEY E O “AR FIXO”<sup>65</sup>**

*Professor, o texto deve ser lido de forma pausada, para que os estudantes, a partir dele, associem a investigação que fizeram aquela realizada pelos pesquisadores. Serão feitas apreciações ao longo do texto justamente para remetê-los a ideia de que estes questionamentos, que surgiram na aula, já foram questionamentos no passado e, que assim como fizemos, os pesquisadores também tiveram que pesquisar para chegar às conclusões.*

---

<sup>64</sup> Recorte e adaptação do Texto: *Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos*. Roberto de Andrade Martins, *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, p. 167-208, 2009.

<sup>65</sup> Todas as figuras presentes no texto estão contidas no artigo original. Disponível em: <http://www.gradadm.ifsc.usp.br/dados/20142/SLC0647-1/178.pdf>. Acesso em: 17/03/2021.

Quando o calcário ( $\text{CaCO}_3$ , na notação atual) é aquecido fortemente, desprende-se uma grande quantidade de “ar” e ele se transforma em cal viva ( $\text{CaO}$ , na notação atual), que é uma substância alcalina cáustica, ou seja, que “queima” em contato com a pele. No século XVII, acreditava-se que a cal viva era um composto de calcário com flogisto<sup>66</sup>.



Joseph Black (1728-1799) notou que, quando a cal viva é dissolvida em água e esse “ar” que saiu do calcário borbulha através dessa solução, forma-se uma substância branca que se separa do líquido, e que tem as mesmas propriedades do calcário inicial. Secando-a e aquecendo-a fortemente, ela se torna novamente cal viva, e desprende mesmo “ar”, que ele denominou de “ar fixo”. Concluiu que a cal era o resultado do calcário menos o “ar fixo”, e não calcário mais flogisto, como se acreditava na época.

A descoberta e o estudo do “ar fixo” foram muito importantes, porque foi o primeiro caso em que se reconheceu claramente a existência de uma substância semelhante ao ar, mas com propriedades químicas características. Isso abriu as portas

---

<sup>66</sup> A teoria do flogisto foi utilizada durante muito tempo na interpretação dos fenômenos químicos conhecidos, nomeadamente da combustão. Desde o princípio da combustão, quando o homem descobriu que poderia inflamar materiais para produzir calor, ele vem se perguntando como ocorria tal fato, e o que estava presente na atmosfera para que ocorresse este fenômeno. No início destes estudos foram formuladas várias teorias, as quais eram aceitáveis para a época. Proposta inicialmente por Johann Joachim Becher e desenvolvida posteriormente por Georg Ernst Stahl, que afirmava que todas as substâncias inflamáveis continham uma substância fundamental e etérea, denominada flogisto ou flogístico, que se desprendia desses elementos no decorrer da combustão ou era absorvida por eles durante o processo de calcinação.



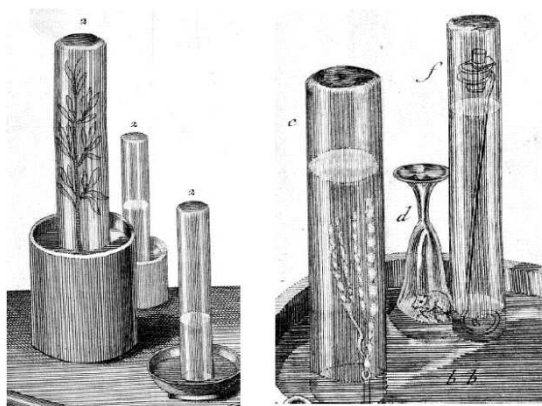
para a descoberta e o estudo de outros gases.

Joseph Priestley (1733 – 1804) foi uma das pessoas que contribuiu para a nossa compreensão atual do que chamavam de “ar fixo”. Começou a se interessar pelos estudos dos gases por acaso, morava ao lado de uma cervejaria e começou a observar o gás que se desprendia durante a fermentação da cerveja. Como não sabia a composição deste ar, o chamava de “ar fixo”, tinha esse nome por se parecer com o ar, porém era mais denso.

Como vimos, este ar já havia sido estudado anteriormente por Joseph Black, mas Priestley se interessou muito por ele e começou a fazer experimentos. Com seus experimentos pode-se perceber que ao adicionar “ar fixo” à água ele era absorvido por esta, passou então a adicionar água e “ar fixo” em um vidro, desenvolvendo um método para produzir água mineral gaseificada artificialmente. Mais de um século depois, seria esse o ponto de partida para a invenção dos refrigerantes.

Com a realização de mais experimentos, Priestley pode perceber que a vela na presença deste gás apagava-se rapidamente, assim também como animais mantidos aprisionados nesta atmosfera.

Como nem a natureza desse gás nem o próprio processo de respiração eram compreendidos, ele não podia chegar à explicação que aceitamos hoje.



Priestley concluiu então, que tanto a respiração quanto a queima da vela podiam ser mantidas por pouco tempo em um ambiente fechado, e ambas produzem

“ar fixo”, imaginando então que um animal não poderia viver no ar onde tivessem sido queimadas velas até se apagarem. Para sua surpresa, viu que eles sobreviviam, quase tanto tempo quanto se não tivesse ocorrido à queima antes, intrigando Priestley ainda mais.

Com esta observação em animais, Priestley teve a curiosidade de fazer experimentações com vegetais, mais precisamente com um ramo de hortelã, que é capaz de crescer diretamente na água, sem nenhum tipo de solo, cobriu este ramo com um jarro de vidro, pensando que a planta também morreria, como os animais. No entanto, o ramo não morreu, e cresceu durante vários meses. Desta forma, colocou uma vela neste ambiente e percebeu que ela permanecia acesa, colocou, posteriormente, um camundongo, o qual sobrevivia.

Priestley inicialmente não pensou que uma planta pudesse restaurar o ar onde um animal tivesse morrido, pelo contrário, ele pensou que a respiração dos animais enchia o ar de alguma substância nociva, como ocorre quando uma matéria orgânica apodrece. Essa idéia inicial de Priestley estava associada a uma crença da época, a teoria dos miasmas, que supunha que as coisas em decomposição desprendiam substâncias malignas.

Continuando com seus experimentos com animais e plantas em ambientes fechados, Priestley pode supor que talvez as plantas produzissem uma recuperação do ar contaminado pela respiração. A conclusão de Priestley foi que as plantas extraíam do ar o “efluvo podre”, tornando o restante do ar mais adequado para a respiração.

*Professor, é importante que no fechamento desta atividade o gás carbônico esteja caracterizado para os estudantes, assim como no processo histórico aqui descrito. Podem surgir em vários momentos questionamentos sobre o oxigênio, porém este gás será caracterizado posteriormente na SD.*

Neste momento é importante que os estudantes saiam com interrogações do tipo: Para que a planta captura o gás carbônico?

## Atividade 2: Estudo e caracterização dos gases

Objetivos específicos:

- Caracterizar a liberação do oxigênio e a absorção de gás carbônico no processo de fotossíntese;
- Identificar a importância da luz para que o fenômeno ocorra.

## PARTE A: As plantas e os gases

### EXPERIMENTO

#### Materiais

- ✓ 01 béquer plástico de 150mL;
- ✓ 01 funil;
- ✓ 01 tubo de ensaio;
- ✓ Planta *Elodea sp.*
- ✓ Solução de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ );
- ✓ Água natural;
- ✓ Luminárias com lâmpadas.

#### Procedimento

A sala deverá ser dividida em 4 grupos. Serão utilizados tratamentos diferentes:

- Sistema 1: um grupo deverá colocar água, *Elodea sp* e solução de bicarbonato de sódio no béquer (identificá-la) em contato com a luminária.
- Sistema 2: um grupo deverá colocar água, *Elodea sp* e solução de bicarbonato de sódio no béquer (identificá-la) sem contato com a

luminária.

- Sistema 3: um grupo deverá colocar água, *Elodea sp* sem a solução de bicarbonato e sódio no béquer (identificá-la) em contato com a luminária.
- Sistema 4: um grupo deverá colocar água, *Elodea sp* sem a solução de bicarbonato de sódio no béquer (identificá-la) sem contato com a luminária.

Montagem do Experimento

- Colocar um ramo de *Elodea sp* dentro do béquer e cobrir com o funil emborcado (de cabeça para baixo), tomando cuidado para não deixar nenhuma folha para fora;
- Preencher o béquer de modo a cobrir também a haste do funil sem formar bolhas, com a solução de bicarbonato ou água, dependendo do tratamento que o seu grupo irá utilizar;
- Preencher o tubo de ensaio até a boca com a mesma solução ou água que foi colocada no béquer;
- Tampando a boca do tubo de ensaio com o dedo indicador, colocá-lo dentro do béquer e encaixá-lo à haste do funil, tomando o cuidado para não formar bolhas dentro do tubo.
- Colocar o experimento com radiação direta da luminária sofrendo pouca interferência da luz natural (dependendo do tratamento que seu grupo irá utilizar).
- Aguardar aproximadamente 20 minutos (passar para o pré-experimento) e observar.

PRÉ-EXPERIMENTO (após o procedimento descrito)

- 1) O que você acha que acontecerá nos diferentes tratamentos? Por quê?

*Espera-se que os estudantes possam identificar que os sistemas que possuem bicarbonato de cálcio ( $\text{NaHCO}_3$ ) liberam gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), visto que eles podem associar o experimento ao contexto da aula passada. Possivelmente, nesse momento, eles ainda não atribuirão funções para a luminária e para a *Elodea sp.**

a) Anote suas observações sobre o experimento:

## PÓS-EXPERIMENTO

- 1) Discuta entre os grupos e diferencie as observações que considera relevantes nos diferentes sistemas.
  - a) Sistema 1:
  - b) Sistema 2:
  - c) Sistema 3:
  - d) Sistema 4:
- 2) Você tem alguma ideia porque usamos bicarbonato de sódio?
- 3) Como o bicarbonato de sódio influencia na planta?
- 4) Qual a diferença entre os sistemas com a luminária e com luz natural?  
Você sabe o que pode ter ocasionado a diferença?
- 5) Foi liberado algum gás nos sistemas? Qual?
- 6) Qual evidencia você utilizou para sugerir a liberação deste gás nos sistemas?
- 7) Existe alguma possibilidade de relação entre as plantas e os gases? Como podemos explicá-la através das evidências do sistema?

*É esperado que no sistema em presença de luminária e bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) (sistema 1) seja visível um maior borbulhamento em relação aos demais sistemas, principalmente aquele sistema que não está em presença da luminária e nem do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) (sistema 4). Isso acontece devido a liberação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) da*

*solução de bicarbonato de sódio e água (NaHCO<sub>3</sub>), da consequente absorção desse gás pela Elodea sp (planta) e pela liberação de gás oxigênio (O<sub>2</sub>) proveniente da mesma. Torna-se importante questionar os estudantes sobre como e porque isso acontece para ocorrência da argumentação.*

*Apesar do sistema 1 ser aquele no qual podemos visualizar o processo, é importante deixar claro para os estudantes que isso não acontece naturalmente no ambiente, ou seja, não há necessidade da presença de bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) nos ambientes aquáticos e terrestres para que ocorra liberação de CO<sub>2</sub>. Nesse sentido, é possível questioná-los sobre a aula anterior, para que eles possam identificar que uma das fontes de liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é a respiração dos animais.*

*A seguir são apresentados dois textos cujos objetivos consistem em discutir historicamente a descoberta do oxigênio e desmistificar o papel da terra e do solo no crescimento das plantas. Sugere-se a discussão deles com os estudantes para finalizar a Atividade 2.*

## **PARTE B: A descoberta do oxigênio<sup>67</sup>**

Da antiguidade até o início do século XVIII, acreditava-se que o ar era uma substância simples, não existindo sequer o conceito de gases diferentes. Não conheciam o oxigênio, o nitrogênio, o hidrogênio ou o gás carbônico. Não sabiam o que ocorria na queima de substâncias, nem por qual motivo uma vela se apagava quando era mantida em um recipiente fechado. Não existia o conhecimento sobre a química da respiração, então, como chegamos nos conceitos e definições que temos hoje?

---

<sup>67</sup> Texto adaptado do artigo Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos – Roberto de Andrade Martins - Filosofia e História da Biologia, v. 4, p. 167-208, 2009.

Não sabiam que as plantas contribuíam para a transformação do gás carbônico e liberação do oxigênio. Foi durante a segunda metade do século XVIII que ocorreu um grande desenvolvimento do conhecimento sobre os gases, suas diferenças e propriedades químicas, e suas relações com os seres vivos.

Um dos personagens importantes dessa história foi Joseph Priestley, que não era químico nem biólogo, era um pastor protestante inglês, com amplos interesses culturais, educacionais e científicos. No entanto, não foi Priestley sozinho quem descobriu tudo sobre o assunto. Antes dele, outros pesquisadores iniciaram o estudo dos diversos gases e também tentaram esclarecer a natureza da combustão e da respiração. Na sua época e depois dele, outros investigadores deram também importantes contribuições para a compreensão dos gases e das suas relações com os seres vivos.

Além disso, muitas das ideias aceitas por Priestley foram depois rejeitadas pela ciência. Isso é o que geralmente ocorre no desenvolvimento científico: ninguém consegue contribuir, sozinho, de forma grandiosa. Concorda?

Foi em agosto de 1774, numa época em que Priestley era bibliotecário de Lord Shelburne, que ele focalizou sua grande lente sobre “cal vermelha de mercúrio”, ou “mercúrio calcinado” – um pó vermelho obtido aquecendo mercúrio líquido no ar (Neville, 1974) – e notou que se desprendia dessa substância uma grande quantidade de “ar” (que atualmente chamamos de oxigênio). Testando suas propriedades, notou que uma vela queimava muito bem na presença dele, com uma chama mais brilhante do que normalmente; e que um camundongo podia viver nesse ar durante o dobro de tempo que sobrevivia em igual quantidade de ar. Posteriormente ele concluiu que esse “ar” era cinco ou seis vezes menos composto do que o ar comum.

Contudo, anterior a Priestley, foi Carl Wilhelm Scheele (um sueco) o primeiro a isolar o “oxigênio” (1772). No entanto, ele não viu a importância da descoberta que

atingira, por ainda estar muito ligado à teoria do flogisto. Além disso, pode ser que devido à sua condição econômica e por morar num local menos desenvolvido cientificamente, Scheele não publicou a descoberta do novo gás no devido período, sendo o crédito dado posteriormente a Priestley.

Em outubro de 1774, Priestley visitou Paris na companhia de Lord Shelburne, e encontrou-se com Lavoisier (um importante pesquisador francês) e outros pesquisadores, comentando sobre sua recente descoberta do novo “ar”.

Foi esse um dos fatores que levou Lavoisier a realizar experimentos semelhantes e a estudar essa substância, a qual deu o nome de “oxigênio” (1777). Muitas vezes se considera que a descoberta do oxigênio e do seu papel em inúmeras reações químicas marcou o início da Revolução Química (uma nova forma de estruturar o pensamento químico).

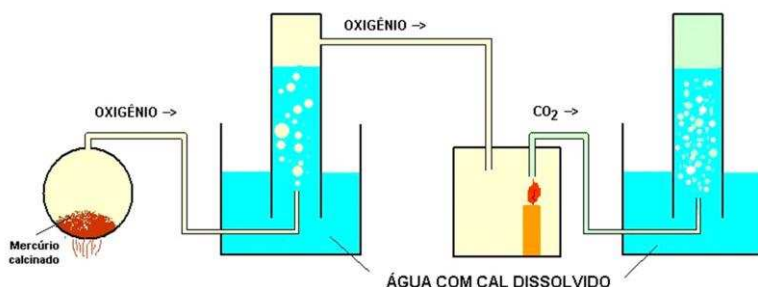


Figura 12.2: Experimento de Lavoisier. Fonte: Página da Universidade Federal do Ceará (UFC), sessão ‘Seara da Ciência’

Por Lavoisier ter interpretado e mostrado a função do oxigênio na combustão, muitos consideram que ele descobriu o oxigênio. Por estes e outros estudos, ele também é considerado o “pai da química moderna”.



## PARTE C: Do oxigênio às plantas<sup>68</sup>

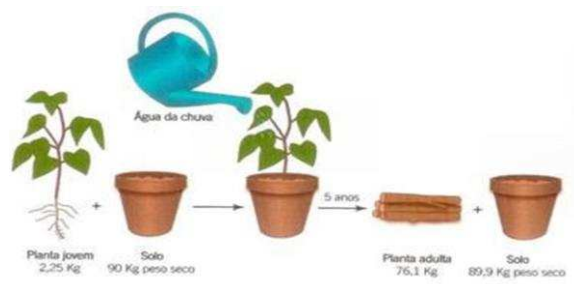


Figura 12.3: Experimento de van Helmont. Fonte: Portal do Professor – BRASIL (2009).<sup>69</sup>

O médico belga Jan Baptista van Helmont (1577-1644), habituado a estudar os gases, teve a curiosidade de saber como as plantas cresciam.

Ele plantou um salgueiro num pote de argila e adicionava apenas água ao pote. Ao fim de cinco anos, o salgueiro tinha ganhado 82 quilos, enquanto a terra perdera somente 3 gramas.

Com base nesse resultado, van Helmont concluiu que a matéria da planta provinha da água e não do solo. Essa experiência, em sua simplicidade constituiu-se em uma referência necessária e suficiente para legitimar a teoria de que a matéria da planta provinha da água, produzindo a primeira evidência experimental de que o solo não é a fonte de alimentação direta das plantas, portanto elas não necessitavam basicamente dele para o seu crescimento.

Não que o solo não seja importante, ele constitui a base de nutrientes

---

<sup>68</sup> Texto adaptado do Artigo Noções de Fotossíntese - Rosiléia Oliveira de Almeida - Candombá - Revista Virtual, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, jan – jun 2005.

<sup>69</sup> Imagem disponível em:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=8930> Acesso em: 20/03/2021.

essenciais à planta, porém a partir do longo experimento de van Helmont pode-se constatar que não é o solo que determina o crescimento da planta e sim a quantidade de água.

### *Atividade 3: Os gases no processo de fotossíntese*

Objetivos específicos:

- Aprender sobre estruturas presentes nas plantas, as quais liberaram e absorvem os gases;
- Entender a participação da água no processo de fotossíntese.

#### **Parte A – Abre-te Sésamo!**<sup>70</sup>

*Professor, perceba que diferente das demais atividades, essa inicia-se com a leitura de um texto, pois, consideramos que este fornece base para que os estudantes entendam a funcionalidade de estruturas fisiológicas das plantas chamadas de estômatos.*



Figura 1: Superfície de uma folha vista ao microscópio.

Figura 12.4: Superfície de uma folha vista ao microscópio. Fonte: Revista Pesquisa FAPESP.

Estômatos são estruturas microscópicas encontradas na epiderme das folhas. Possuem a capacidade de abrir e fechar, sendo considerados como a “porta de entrada” das plantas.

Por meio deles, as plantas transpiram e realizam a fundamental troca gasosa

---

<sup>70</sup> Matéria retirada e adaptada da Revista Pesquisa FAPESP, escrita por Maria Guimarães – Dezembro de 2006.

com a atmosfera. Em épocas de seca, os estômatos são fechados para conservar água. Um novo estudo acaba de fazer uma descoberta surpreendente, ao mostrar que os estômatos são essenciais para a sobrevivência das plantas não apenas pelo que já se sabia, mas também como defesa fundamental contra invasões de bactérias. Diferente de fungos, que conseguem atravessar a superfície foliar facilmente, as bactérias precisam encontrar caminhos abertos – naturais ou provocados por ferimentos – para colonizar tecidos internos. Aqui entram os estômatos, mas até agora se achava que esses poros tivessem um papel passivo e deixassem bactérias entrarem livremente no interior das plantas.

## **Parte B - Por onde as plantas capturam e liberam gases?**

### EXPERIMENTO

#### Materiais

- ✓ Planta *Alocasia sandieriana* (popularmente conhecida como Cara-de-cavalo);
- ✓ Sacos plásticos transparentes;
- ✓ Água natural;
- ✓ Barbantes;
- ✓ Luminárias com lâmpadas.

#### Procedimento

A sala deverá ser dividida em 4 grupos. Serão utilizados tratamentos diferentes:

- Sistema 1: um grupo deverá regar a planta com água, envolver parte das suas folhagens em um saco plástico transparente, vedar a entrada e saída de ar com um barbante (identificá-la) em contato com a luminária.
- Sistema 2: um grupo deverá regar a planta com água, envolver parte das suas folhagens em um saco plástico transparente, vedar a entrada e saída

de ar com um barbante(identificá-la) sem contato com a luminária.

- Sistema 3: um grupo não deve regar a planta com água, mas, envolver parte das suas folhagens em um saco plástico transparente, vedar a entrada e saída de ar com um barbante(identificá-la) em contato com a luminária.
- Sistema 4: um grupo não deve regar a planta com água, mas, envolver parte das suas folhagens em um saco plástico transparente, vedar a entrada e saída de ar com um barbante(identificá-la) sem contato com a luminária.

Aguardar aproximadamente 20 minutos e observar. Analise os experimentos em sua bancada e anote suas observações.

Pós Experimento:

- 1) O que estava presente no interior dos sacos com a planta? Por quê?
  - a) Sistema 1:
  - b) Sistema 2:
  - c) Sistema 3:
  - d) Sistema 4:
- 2) Houve alguma diferença entre os sistemas? Explícite.
- 3) Como você explica a diferença das observações nos sistemas do item anterior (em termos da função dos estômatos na folha da planta)?
- 4) De onde você acha que provém a formação das gotículas no saco plástico?
- 5) Com base nos nossos estudos anteriores, você falaria que há presença de algum gás no interior do saco com o ramo de planta? Se sim, qual?

6) Como você acha que houve formação de gases no interior do saco plástico?

*Esperamos que os diferentes dados que o experimento fornece possibilitem que os estudantes questionem sobre o porquê e como acontece a liberação de água (fenômeno visível) e gases (fenômeno não visível). Com isso, tanto o experimento quanto os questionamentos são importantes para a formação do conhecimento sobre as estruturas que atuam na liberação e absorção de gases pelas plantas.*

#### **Atividade 4: Um modelo para a clorofila**

Objetivos específicos:

- Visualizar a função de um modelo na ciência como forma de representação de uma realidade;
- Caracterizar a função dos pigmentos de clorofila e sua relação com a absorção de energia em forma de luz.

#### **Parte A: Pigmentos verdes**

*Nesse momento serão expostos aos estudantes esferas com diferentes tonalidades de verde para eles escolherem o modelo que eles consideram que melhor representa o pigmento de clorofila, posteriormente, eles deverão explicar o motivo da escolha de forma livre. É importante que dentre as tonalidades verdes, haja modelos pintados em verde fluorescente, pois, somente esses serão visíveis.*

Observe os modelos<sup>71</sup>.

---

<sup>71</sup>Um modelo pode ser compreendido como uma representação de uma ideia, objetivo, evento, processo ou fenômeno para um dado sistema que apresenta uma finalidade específica (Gilbert, 2004).



Figura 12.5: Modelos de cloroplastos. Fonte: Dados da pesquisa de mestrado<sup>72</sup>

Estes modelos são representações de pigmentos de clorofila.

1) Selecione o modelo mais adequado e justifique, de forma livre, o motivo da escolha por este modelo.

2) Você pode deduzir por que usamos esferas no modelo do cloroplasto?

3) Você considera a coloração dos pigmentos de clorofila representados no modelo importante? Se sim, por quê?

### Parte B: Teste do Modelo

Material:

- Luz negra

Procedimento:

*Após os estudantes terem escolhido os materiais e proposto os modelos concretos, o*

---

<sup>72</sup>Imagens contidas nos dados da pesquisa de mestrado da 1ª autora. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf)

*professor deverá acender a luz negra na sala, sendo que este ambiente deve estar previamente vedado de qualquer outro tipo de luz.*

*Professor, quando a luz negra for acesa somente os modelos pintados em verde fluorescente serão visíveis aos estudantes. A partir das respostas da parte A um processo argumentativo em torno do experimento poderá ocorrer considerando divergências de posicionamentos.*

Anote as observações:

1) O modelo proposto inicialmente é adequado para explicar a função da clorofila na planta? Justifique.

2) Caso contrário, reformule o modelo. Apresente o novo modelo e explique as modificações.

*Professor, é importante que nesse momento, a partir de discussões, os estudantes consigam compreender que os pigmentos de clorofila são estruturas sensíveis a luz visível e que, assim como no modelo, eles conseguem absorver a luz em um comprimento de onda específico.*

*Para finalizar a Atividade 4 sugerimos ao professor a leitura e discussão do texto parte C de modo a aprofundar o entendimento sobre a relação da luz com a cor.*

### **Parte C: Luz e pigmentos fotossintéticos**

As plantas são especialistas em capturar energia luminosa. Neste processo a planta começa com a absorção da luz por moléculas orgânicas especializadas, chamadas **pigmentos de clorofila**, que são encontradas nos cloroplastos de células vegetais. A luz é uma forma de energia, e pode ser absorvida pela planta a partir desses pigmentos.

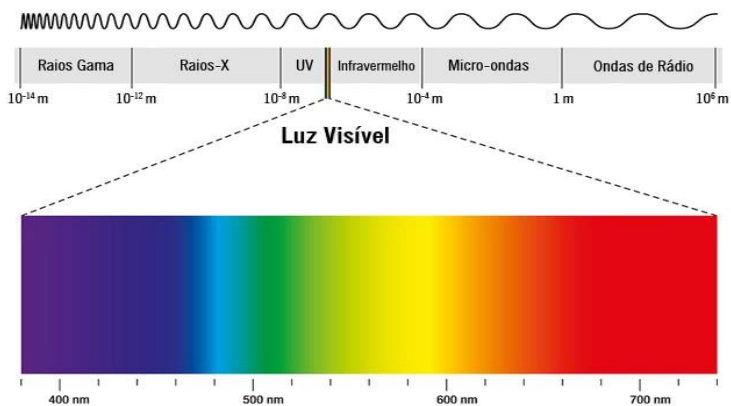


Figura 1 - Espectro eletromagnético

Figura 12.6: Espectro Eletromagnético. Fonte: Página da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)<sup>73</sup>

A luz é uma forma de radiação eletromagnética, um tipo de energia que viaja em ondas. Outros tipos de radiação eletromagnética que encontramos no nosso dia-a-dia incluem ondas de rádio, micro-ondas e raios-X. Juntos, todos os tipos de radiação eletromagnética formam o **espectro eletromagnético**.

Cada onda eletromagnética tem um **comprimento de onda** específico, ou a distância de uma crista até a outra, e diferentes tipos de radiação têm diferentes faixas características de comprimentos de onda. As radiações que têm comprimento de onda longo, como as ondas de rádio, carregam menos energia do que as radiações com um comprimento de onda curto, como os raios-X.

---

<sup>73</sup>Imagem disponível em <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Marco/espectro.htm>. Acesso em: 20/03/2021.



O **espectro visível** é a única parte do espectro eletromagnético que pode ser vista pelo olho humano. Isso inclui a radiação eletromagnética cujo comprimento de onda está entre 400 nm e 700 nm (nm equivalente a  $10^{-9}\text{m}$ ).

A luz visível do sol aparenta ser branca, mas na verdade é composta por múltiplos comprimentos de onda, cada um correspondendo a uma cor específica.

Em um processo, na planta, a energia do sol é convertida em energia química por organismos sensíveis à luz. No espectro pode-se perceber vários comprimentos de onda, contudo, estes não são usados igualmente pela planta. Os cloroplastos, que são sensíveis à luz, e nele estão presentes os **pigmentos de clorofila, ou simplesmente clorofila**, que absorvem apenas comprimentos de onda específicos de luz visível, enquanto refletem os demais comprimentos de onda. Mas, qual comprimento de onda eles conseguem absorver?

Apesar da luz e outras formas de radiação eletromagnética agirem como ondas sob muitas condições, elas podem agir como partícula sob outras. Cada partícula de radiação eletromagnética, chamada de **fóton**, tem uma certa quantidade de energia. Radiações com comprimentos de onda curtos tem fótons de alta energia, enquanto tipos de radiações com comprimentos de onda longos tem fótons de baixa energia.

Quando um pigmento absorve um fóton de luz, ele se torna **excitado**, ou seja, ele possui energia extra e não está mais no seu estado normal, ou **padrão**.

Apenas fótons com uma quantidade exata de energia para levar um elétron para outro nível de energia podem excitar um pigmento. Na verdade, é por esse motivo que diferentes pigmentos absorvem diferentes comprimentos de onda da luz: as "lacunas de energia" entre os orbitais são diferentes para cada pigmento, o que significa que fótons de diferentes comprimentos de onda são necessários em cada caso para fornecer a energia que corresponda à "lacuna de energia".

Um pigmento excitado é instável, e ele tem várias "opções" disponíveis para se tornar mais estável. Por exemplo, ele pode transferir sua energia extra ou seu elétron excitado para uma molécula vizinha. Mas como será que isso acontece?

### **Atividade 5: Investigando o papel da clorofila**

Objetivos específicos:

- Entender, por meio de um experimento, a ação dos pigmentos de clorofila nas plantas;
- Caracterizar a molécula de água e o seu processo de fotólise, associado a ação dos pigmentos de clorofila na consequente produção de gás oxigênio.

#### **Parte A: Teste de chama<sup>74</sup>**



Figura 12.7: Diferentes cores observadas em um teste de chama. Fonte: Canal Ponto Ciência

---

<sup>74</sup> Teste disponibilizado em:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/21706/Teste%20atomico.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20/03/2021.

1) Como é possível explicar as diferentes cores das chamas emitidas pelos metais?

*Este experimento é conhecido como “teste de chama”. Esta prática é muito usada em análises químicas por ser um método rápido e barato para detecção de alguns metais. Este teste baseia-se em uma das mais importantes propriedades dos elétrons, enunciada pela primeira vez por Niels Bohr.*

*Quando fornecemos a energia necessária para um elétron, ele pode “saltar” para um nível de maior energia. Quando o elétron é promovido a um nível de maior energia, dizemos que ele se encontra no estado excitado. Porém, neste estado ele se torna menos estável e retorna quase imediatamente ao seu estado de menor energia ou estado fundamental, liberando aquela energia, no caso deste experimento em forma de luz visível.*

*Professor, este experimento pode ser comparado com o processo realizado pelos pigmentos de clorofila no interior do cloroplasto. A partir deste vídeo os estudantes poderão lançar explicações visando correlacionar o experimento à ação da clorofila nas plantas.*

## **Parte B – Estudando as moléculas de água**

É possível fazer as seguintes afirmativas sobre a composição da molécula de água:

- ✓ A água é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio;
- ✓ Estes átomos são unidos por ligações, chamadas covalentes, havendo compartilhamento de elétrons por eles;
- ✓ Apesar de ser uma ligação considerada forte, estes átomos podem se separar, dependendo da energia fornecida à molécula;
- ✓ Quando os átomos se separam, podem formar outras ligações com outros átomos, entre si ou simplesmente reconstituírem a ligação rompida, voltando a formar a água.

*Professor, após essa leitura apresente aos estudantes esferas de isopor e palitos, os quais eles possam classificar como átomos de hidrogênio e de oxigênio e demonstrar, a partir de modelos concretos, a molécula de água.*

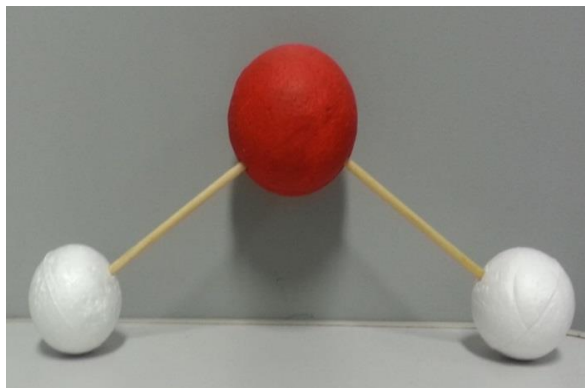


Figura 12.8: Modelo da molécula de água. Fonte: Dados da pesquisa de mestrado<sup>75</sup>.

1) Como você faria para representar a molécula de água e a substância água. Utilize os materiais disponíveis que julgar necessários.

a) Molécula água:

b) Substância água:

2) Suponha que a água recebeu uma energia na forma de luz que foi responsável pela “quebra” das suas ligações (processo denominado fotólise da água). Represente como essa quebra poderia ocorrer. Utilize os materiais disponíveis que julgar necessário.

3) Você acha que a partir da fotólise da água pode haver formação de outras moléculas? Se sim, tente representá-las. Utilize os materiais disponíveis que julgar

---

<sup>75</sup>Imagens contidas nos dados da pesquisa de mestrado da 1ª autora. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MovimentosEpist%C3%AAmicosPr%C3%A1ticas.pdf)

necessário.

É importante que os estudantes, a partir do modelo, possam demonstrar onde ocorre o rompimento das ligações covalentes da molécula da água a partir de fótons de luz, processo caracterizado como fotólise da água. Para finalização da Atividade 5 sugere-se a leitura e discussão de um texto que irá relacionar todos conceitos discutidos até o presente momento com a constituição das plantas.

## Parte B – A vida das plantas<sup>76</sup>

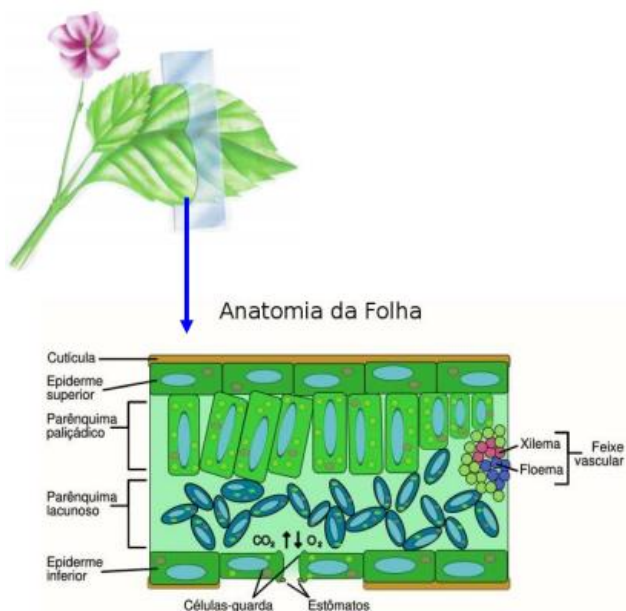


Figura 12.9: Representação interna de uma folha em corte transversal. Fonte: Página da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)77.

<sup>76</sup> Texto adaptado de R. O. Almeida. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. Candombá-Revista Virtual, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, 2005.

<sup>77</sup> Imagem disponível em: [http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo\\_site/Biblioteca/Livro\\_4/7-Anatomia\\_Vegetal.pdf](http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/Livro_4/7-Anatomia_Vegetal.pdf) Acesso em: 20/03/2021.

As plantas passam por um processo de formação de substâncias como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , realizado pelos pigmentos de clorofila na presença de luz (energia). Esse fenômeno fotobiológico pode ser considerado o mais importante dentre os que ocorrem no mundo vivo, pois os compostos produzidos são aproveitados como fonte de energia tanto para as próprias plantas como para os animais. Portanto, as plantas constituem as “fábricas de alimentos do mundo”.

A folha é o principal órgão da fotossíntese. Nas folhas existe um tecido chamado parênquima clorofiliano, podendo ser classificado como parênquima lacunoso, constituído por células ricas em cloroplastos. A maioria das plantas que realizam fotossíntese são verdes, mas não podemos nos deixar enganar pela coloração externa do vegetal, pois estudos, em uma grande variedade de plantas, caracterizaram que os pigmentos clorofilianos são os mesmos em plantas verdes e em plantas com outra coloração, por exemplo a planta característica do Canadá (*Acer sp.*), as diferenças aparentes na cor do vegetal são devidas à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados.

Água e sais minerais são absorvidos do solo através dos pelos absorventes e encaminhados às porções superiores (as folhas) através dos vasos lenhosos (xilema e floema).

O gás carbônico, componente natural da atmosfera, penetra na planta pelos *estômatos*, (o que são estômatos, mesmo?), por um processo de difusão, que consiste no procedimento de passagem de substâncias do local de maior concentração para o de menor concentração. Os estômatos geralmente estão localizados na parte abaxial, parte inferior da folha, da planta, sofrendo menor radiação solar. Eles funcionam como “portas” de entrada e saída da planta, e para se manterem abertos suas células-guarda ficam túrgidas (cheias de água).

A energia luminosa tem como fonte natural o sol. Contudo, isso não significa

que o fenômeno não se realize na presença da luz artificial.

A luz utilizada na fotossíntese é absorvida por uma série de pigmentos denominados pigmentos de clorofila, fotossintéticos ou fotossintetizantes. Cada pigmento absorve determinados comprimentos de onda, refletindo os comprimentos que não absorvem. O principal pigmento fotossintético é a clorofila, pigmento verde que absorve a luz com maior eficiência no azul e no vermelho, refletindo o verde. Existem vários tipos de clorofila que diferem ligeiramente entre si, em pequenas porções de suas moléculas e que, em função disso, absorvem a luz de modo mais eficiente.

Os cloroplastos das células de plantas, quando vistos ao microscópio eletrônico, se mostram formados por três componentes principais:

ENVELOPE – delimita o cloroplasto formado por uma membrana externa e outra interna.

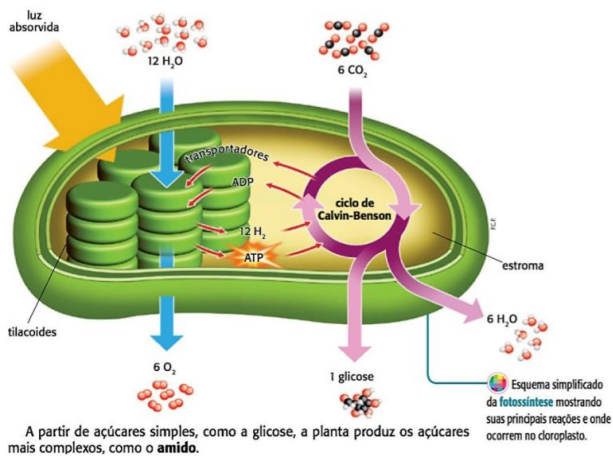


Figura 12.10:  
Representação da estrutura interna de um cloroplasto e processos relacionados à fotossíntese.

Fonte:  
[http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo\\_site/Biblioteca/Livro\\_4/7-Anatomia\\_Vegetal.pdf](http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/Livro_4/7-Anatomia_Vegetal.pdf)  
Acesso em: 20/03/2021.

TILACOIDE – vesícula membranosa, em forma de discos achatados que contém as moléculas de clorofila. Estão arrumados em pilhas, cada pilha recebe o nome de GRANUM, e o conjunto de “pilhas” recebe o nome GRANA. As diversas “pilhas” podem comunicar-se entre si através das LAMELAS (estrutura submicroscópica).

ESTROMA – corresponde à matriz do cloroplasto, ou seja, a substância que envolve os GRANUMS, rico em RIBOSSOMOS, DNA e RNA. Em 1930, C. B. van Niel realizou experiências em que se forneciam comprovações que o oxigênio provinha da água no processo de fotossíntese. Ele estudava bactérias fotossintetizantes e percebeu que as mesmas não utilizavam água, mas também não liberavam gás oxigênio, portanto ele considerou esta relação e estudando mais a fundo descobriu a fotólise da água.

A maioria dos seres autótrofos, os quais produzem o seu próprio alimento, uni ou pluricelulares, liberam oxigênio na fotossíntese, mas também usam o oxigênio na respiração. Por isso, torna-se difícil traçar o seu caminho, uma vez que parte do oxigênio produzido na fotossíntese é consumido pelo próprio vegetal na respiração.

Felizmente, durante as horas do dia que há luz do sol, a produção do oxigênio na fotossíntese é muito maior que o consumo da respiração. O excesso é eliminado das células por difusão e lançado no meio externo através dos estômatos. Contudo, à noite, quando não há luz disponível e, portanto, cessa a fotossíntese, as células da planta necessitam de suprimento de oxigênio constante.

A planta absorve água do solo e subsolo pelas raízes e também das moléculas de água dispersas na atmosfera pelos estômatos. Desta forma, a água chega ao cloroplasto, mais precisamente na membrana dos tilacóides. Neste ambiente, recebendo energia advinda da luz e absorvida pelos pigmentos de clorofila, ocorre a fotólise da água, ou seja, a quebra da molécula de água. Esta quebra advém do alto estado de energia da clorofila e resulta em íons  $O^{2-}$  e  $H^{+}$ ; estes íons  $O^{-}$  se ligam por ligações covalentes e formam o gás oxigênio ( $O_2$ ), que será liberado para a atmosfera



pelos estômatos. Assim finaliza a fase clara da fotossíntese, também chamada de etapa fotoquímica, ou melhor dizendo, fase dependente de luz.

A etapa química, fase escura da fotossíntese, ocorre no estroma dos cloroplastos sem a necessidade de luz, por isso também chamada de fase escura da fotossíntese. É nessa fase que se forma a glicose, componente energético para a planta e demais seres na cadeia alimentar. É nesta fase também que há a participação do  $\text{CO}_2$  atmosférico, “doador de carbono”. Aqui também serão utilizadas estruturas como coenzimas e moléculas advindas da fase clara da fotossíntese, as quais são necessárias para atribuir energia ao sistema.

O  $\text{CO}_2$  irá se unir a uma proteína presente no estroma dos cloroplastos chamada rubisco e iniciará um ciclo chamado Ciclo de Calvin-Benson. Neste ciclo, após inúmeros processos será produzida a glicose, que será utilizada como reserva energética da planta. Há também a liberação de água neste ciclo.

Theodore de Saussure (1767-1845), aplicando os princípios de medidas quantitativas de Lavoisier, mostrou que a mesma quantidade de  $\text{CO}_2$  absorvido pela atmosfera é trocado, durante a fotossíntese, pelo  $\text{O}_2$  liberado para a mesma, corroborando a hipótese de que a planta retém o carbono. No entanto, demonstrou também que a planta ganhava mais peso do que poderia dar conta o carbono assimilado do dióxido de carbono, ou seja, a matéria seca das plantas apresenta, não só o carbono oriundo do dióxido de carbono, mas também outros componentes provenientes das moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ . Este estudo contribuiu para elucidar o processo de fotossíntese realizado pelas plantas.

## Atividade 6: Uma síntese do fenômeno investigado

Objetivos específicos:

- Caracterizar a equação química da fotossíntese, diferenciando reagentes de produtos, e os relacionar com os processos ocorridos no fenômeno;
- Evidenciar o produto da fotossíntese, relacionando-o a nutrição vegetal.

### Parte A: Trabalhando o modelo

Observe o modelo:

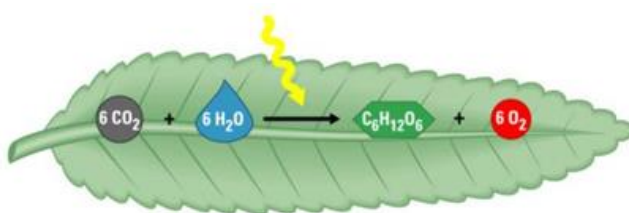


Figura 12.11: Representação geral do processo de fotossíntese.

Fonte: Blog PIBID e o Ensino de Química<sup>78</sup>

1) O modelo demonstra, de forma geral, o processo que ocorre naturalmente chamado de fotossíntese. Utilizando seus conhecimentos:

- a) Represente as moléculas dos reagentes.
- b) Represente o que você acha que ocorre com as moléculas dos reagentes quando é inserida energia no sistema na forma de luz.
- c) Represente como ocorre a formação do gás oxigênio no processo a partir da fotólise da água.

---

<sup>78</sup>Imagem disponível em: <http://quibid.blogspot.com/2017/05/a-fotossintese.html>. Acesso em: 20/03/2021

- d) Represente como as moléculas de glicose são formadas no processo a partir dos reagentes.

### **Parte B - Experimento: Detectando a presença de glicose**

*Professor, neste experimento o estudante deve evidenciar o produto da fotossíntese, a glicose, relacionando o processo de fotossíntese com a nutrição vegetal. Sugere-se, a seguir, a leitura da parte C para finalização da discussão da SD.*

#### **Materiais**

- Tintura de Iodo (I<sub>2</sub>, iodo, dissolvido em álcool)
- Placas de Petri
- Conta-gotas
- Sal de cozinha
- Amido de milho
- Alimentos como:
  - Farinha de trigo,
  - Banana madura,
  - Banana verde.

#### **Procedimento**

Em cada recipiente colocar uma pequena quantidade de alimento, amido de milho e sal, separadamente. Após, adicione cinco gotas da tintura de iodo no amido de milho, ele será o padrão.

- a) Anote as observações:

Após, coloque a mesma medida da tintura de iodo em cada recipiente.

- b) Anote as observações:

- 1) O que você pode concluir a partir dos experimentos em relação a presença de glicose?
- 2) Você identificaria alguma relação com a fotossíntese? Justifique.
- 3) Com base em seus conhecimentos anteriores e a partir destes, você consegue pensar em mais evidências para afirmar que há produção de glicose pela planta?

### **Parte C – Diferenciações na fotossíntese e o alimento das plantas<sup>79</sup>**

O milho, a cana-de-açúcar e outras gramíneas tropicais apresentam uma rota bioquímica que otimiza a fotossíntese em condições de alta temperatura e baixo nível de gás carbônico, ou seja, apresentam uma rota diferente da convencional. Em tais condições, a fotossíntese é inibida em outras plantas, como trigo e arroz. Além disso, muitas plantas armazenadoras de água (cactos, ananás, etc.) utilizam uma rota bioquímica para minimizar a perda de água por transpiração. Elas abrem os estômatos apenas à noite, quando absorvem o gás carbônico, o qual é fixado numa substância (ácido málico). Quando chega a luz do dia, ocorre a descarboxilação do ácido málico e o CO<sub>2</sub> é incorporado às reações de escuro da fotossíntese, que também ocorrem durante o dia, mas que são independentes de luz, ou seja, acontecem sem excitações a partir de fótons.

A glicose, um dos produtos no processo de fotossíntese, é o monossacarídeo mais utilizado como fonte de energia pelos seres vivos. Ela é produzida pelos vegetais, seres intitulados autótrofos, por produzirem seu próprio alimento, no processo de fotossíntese. Assim, ela é consumida pelos vegetais como fonte de energia, e é passada para os demais organismos heterótrofos, os quais não produzem

---

<sup>79</sup> Texto adaptado do material didático Áreas da Ciência da Natureza – Biologia – Colégio Mendel Vilas – Mod. I.

o seu próprio alimento e, por isso, necessitam se alimentar participando de uma cadeia alimentar.

Nos seres vivos heterótrofos a glicose também é utilizada como energia e o seu excesso pode ser armazenado em forma de glicogênio, um polissacarídeo (formado por várias unidades de glicose), que pode ser encontrado em todas as células animais, porém em maior concentração no fígado e no músculo.

Os alimentos ricos em glicose são chamados de energéticos e, com exceção do mel, todos são de origem vegetal, como arroz, trigo, aveia, batata, mandioca, cenoura, beterraba, feijão, ervilha, soja, frutas, entre tantos outros.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, R. O. (2005). Noção de Fotossíntese: Obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciências. *Revista Virtual*, 1(1), 16 -32.
- Driver, R. et al. (2000). Establishing the norms of scientific: Argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals: *Review of Research in Education*, 32, 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in Science Education: Perspectivas from classroom-based research. Dordrecht: Springer Science.
- Franco, L. G., & Munford, D. (2020). O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 687–719. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 115-130.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some

issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-562.

- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.
- Leitão, S. (1999). Contribuições dos estudos contemporâneos da argumentação a uma análise psicológica de processos de conhecimento em sala de aula. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 1(1), 91-109.
- Macedo, M. K. et al. (2012). Concepções de professores de Biologia do ensino médio sobre o ensino-aprendizagem de botânica. In: *Encontro Ibero-Americano sobre Investigação em Ensino de Ciências*, 4, Porto Alegre.
- Martins, R. A. (2009). Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos. *Filosofia e História da Biologia*, 4(1), 167-208.
- Martins, R. A. (1999). O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia?. *Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa*, 1(9): 5-20.
- Mendonça, P. C. C. & Ibraim, S. S. (2019). Argumentação no ensino de química. In: Maldaner, O. A et al. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. 2(1). Ijuí: Unijuí, 217-235.
- Mendonça, P. C. C. & Justi, R. (2013a) Ensino-Aprendizagem de Ciências e argumentação: Discussões e questões atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(1), 187-216.
- Motokane, M. T. (2005). Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 115-138.
- Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Uma análise dos referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 243-262.
- Souza, S. C. & Almeida, M. J. P. M. (2002). A fotossíntese no ensino fundamental: Compreendendo as interpretações dos alunos. *Revista Ciência & Educação*, 8(1), 97-111.
- Zohar, A. & Nemet, F. Fostering students Knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

DEBORAH COTTA  
ELAINE SOARES FRANÇA  
DANUSA MUNFORD

---

**13. O QUE FAZ UM  
CIENTISTA?  
UMA PROPOSTA DE  
ENSINO DE CIÊNCIAS POR  
INVESTIGAÇÃO  
E LITERATURA PARA OS  
ANOS INICIAIS DO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

---



## Objetivos da sequência

O objetivo central desta sequência de atividades é explorar aspectos do trabalho científico em uma perspectiva de Ensino de Ciências por Investigação (Munford & Lima, 2007; Carvalho, 2018; Cardoso & Scarpa, 2018; Scarpa & Campos, 2018). Para tal, organizamos as atividades a fim de apresentar e discutir sobre o trabalho do cientista, contextualizado a partir do uso de uma obra literária. Pretendemos ainda que sejam introduzidos conceitos do campo da Biologia, como aposematismo, camuflagem, cadeia alimentar e equilíbrio ecológico, e que as crianças sejam sensibilizadas para as temáticas da preservação e do cuidado com o meio ambiente.

Acreditamos que tais conhecimentos, habilidades e experiências irão contribuir com a formação cidadã para uma atuação social crítica e consciente. Que estes sujeitos, em contato com conteúdos científicos em espaços escolares e não escolares, possam se posicionar, selecionar, avaliar, questionar e compreender as informações, de modo a agirem em favor da vida e de uma sociedade justa. As cinco atividades que compõem a sequência foram pensadas para estudantes no início do Ensino Fundamental (1º ao 3º ano). Esta sequência pode ser desenvolvida em 5 aulas de 50 minutos cada, mas é possível expandir algumas das atividades propostas. A Atividade 3, por exemplo, sugere o desenvolvimento de uma observação e registro em caderno de campo, com dois formatos para sua realização. Caso a professora opte por realizar a observação e o registro na sala de aula, ela deve programar algumas aulas a mais neste momento. Da mesma forma, a produção de um artefato sugerida na Atividade 5 exige a organização de um número de aulas que seja adequado a todo o processo de produção e disponibilização de tal artefato.



## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Cotidiana, Científica e Sociocientífico

**Natureza das atividades:** Investigativa

### **Fundamentação teórico-metodológica**

Neste capítulo, apresentaremos uma sequência de atividades que pretende promover aprendizagens sobre o trabalho de construção do conhecimento científico, a partir da leitura da obra “A incrível história do Dr. Augusto Ruschi, o naturalista, e os sapos venenosos”, escrita por Paulo Tatit (2014). É comum vermos, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a concentração dos esforços na alfabetização e no letramento da língua materna e de matemática e a alegação de que as crianças pequenas não estão “preparadas” para aprender conceitos e teorias das ciências naturais. Sabemos, no entanto, que este argumento é inadequado e deve ser confrontado, uma vez que já foi desconstruído (Colinvaux, 2004). Compreendemos, portanto, que nossa proposta se contrapõe ao Ensino de Ciências fragmentado, reduzido e descontextualizado ao entrelaçar aspectos dos contextos cotidiano, científico e sociocientífico com conhecimentos conceituais, a fim de potencializar a participação, o engajamento e a aprendizagem das crianças sobre ciências. Esperamos assim, que estas atividades promovam o desenvolvimento de modos de pensar, falar e fazer próprios ao aprendizado de ciências, em conformidade com a ênfase na dimensão procedimental da atividade científica (Colinvaux, 2004).

Ao partirmos de um objeto literário próprio do contexto infantil, o livro ilustrado, garantimos a identificação da criança e o respeito à sua própria cultura, assim como fomentamos o engajamento e o interesse nas atividades. O livro conta a história de uma personalidade brasileira, Augusto Ruschi, que se dedicou principalmente ao estudo dos beija-flores e à defesa do meio ambiente e foi envenenado por um sapo em uma de suas visitas à Amazônia. A narrativa, assim

como o projeto gráfico, é envolvente e rica em elementos que podem desenvolver variadas discussões. Destacamos aqui o potencial de engajamento com alguns conceitos científicos, tais como aposematismo e cadeia alimentar, e com a própria ideia de trabalho do cientista. Nossas atividades têm como foco, portanto, o contexto científico, e compreendemos que as discussões sobre o meio ambiente – preservação, degradação e impactos na fauna – fazem parte também do contexto sociocientífico. Os livros literários do tipo informativos são relevantes para a popularização e divulgação científica e podem promover situações de aprendizagem e de discussão sobre assuntos diversos relacionados à ciência e à sociedade. Além disso, incrementam as atividades de leitura e a interação das crianças com obras diversas, estabelecendo relações entre saberes e experiências e promovendo diálogos entre cultura, literatura, arte, tecnologia e informação (Belmiro & Martins, 2019).

Acreditamos que, para que o sujeito aprenda e compreenda as ciências naturais, ele deve reconhecer o caráter sócio-histórico-cultural da construção dos conhecimentos científicos, o que perpassa a compreensão sobre o que faz um cientista. Entendemos, ainda, que mais importante do que formar especialistas ao longo do período de escolarização é formar cidadãos críticos e conscientes que saibam escolher, questionar, avaliar e compreender os conteúdos científicos que circulam na sociedade, ainda que não dominem todos os conceitos técnicos das ciências (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002). É preciso que eles saibam reconhecer a natureza investigativa, a centralidade dos dados empíricos, o trabalho com evidências, a elaboração de propostas de explicação e análises da validade dessas explicações e desenvolvimento de teorias, assim como a importância do diálogo entre cientistas e da tomada de consciência dos limites da pesquisa e do caráter contextualizado e em construção das ciências.

Neste sentido, compreendemos que o Ensino de Ciências por Investigação, em seu propósito de aproximar a ciência escolar das práticas das ciências e dos

cientistas, sem reproduzir as visões estereotipadas ou deturpadas do trabalho científico (Munford & Lima, 2007; Carvalho, 2018; Cardoso & Scarpa, 2018; Scarpa & Campos, 2018), se configura enquanto modalidade e estratégia adequada à nossa proposta. Combater e desconstruir tais visões deturpadas do cientista e das ciências é importante uma vez que a própria educação científica formal ou informal tende a reproduzir ideias deformadas da ciência e do cientista (Gil-Perez, Montoro, Alís, Cachapuz & Praia, 2001). Além dos ambientes e contextos de educação científica, percebemos representações inadequadas das ciências veiculadas em filmes, jornais, livros didáticos, desenhos animados, entre outros, que fazem parte do cotidiano dos sujeitos e exigem determinadas habilidades para avaliar, questionar e compreender o que está adequado e o que não está, do ponto de vista científico.

Esperamos que, a partir desta sequência didática, as crianças possam vivenciar situações de aprendizagem sobre o trabalho científico engajadas em ações que as aproximem dele, por meio do Ensino de Ciências por Investigação, e que possam, ainda, discutir sobre o meio ambiente e a sociedade e se envolver com alguns conceitos científicos.

## **Sequência de atividades**

### *Atividade 1: O naturalista e os sapos venenosos*

A primeira atividade tem início com a leitura da obra de Paulo Tatit “A incrível história do Dr. Augusto Ruschi, o naturalista, e os sapos venenosos” (Figura 13.1). Pretendemos contextualizar o trabalho científico a partir do uso da literatura nas aulas de ciências, aproximando o contexto científico ao contexto cotidiano da criança. Sugerimos que a fruição e o deleite da leitura de um livro literário sejam respeitados, e os aspectos específicos da obra, como a narrativa, as ilustrações, os conteúdos informativos e os ficcionais, sejam explorados em um segundo momento. Consideramos a prática da leitura de livros literários essencial em toda a vida escolar

dos sujeitos, e, apesar de indicarmos esta obra como fio condutor da nossa sequência de atividades, não desejamos que ela seja deslocada dos contextos literário e infantil aos quais ela pertence, tampouco seja tratada como um instrumento didático.

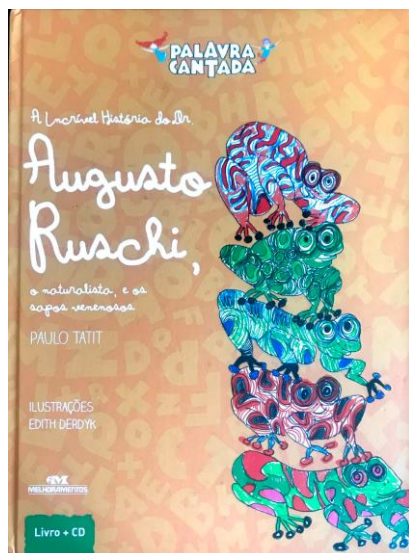


Figura 13.1: Capa do livro. Fonte: Tatit, 2014. Acervo pessoal.

É interessante que a professora esteja preparada para contar algumas curiosidades sobre a biologia e o comportamento dos sapos da família *Dendrobatidae*. As crianças nessa idade costumam se interessar pelo tema e levantar perguntas diversas. Neste sentido, é importante que a professora apresente algumas informações, para que as crianças sintam que o seu interesse inicial foi correspondido e estimulado. Levar dados, neste primeiro momento, contribui para o engajamento das crianças com o tema. A professora deve provocá-las a pensar e a comunicar suas ideias sobre como elas podem construir suas próprias respostas para as perguntas ou identificar como outras pessoas constroem suas respostas, e em que se baseiam para construí-las. Caso as crianças não se interessem espontaneamente, a professora pode motivá-las com perguntas, contextualizando o tema com outras histórias, experiências ou notícias.

Após a leitura e primeiras interações com o livro e com a história, sugere-se que a professora conduza uma conversa estruturada, dando voz às crianças para saber o que foi mais significativo para elas, e, ao mesmo tempo, dando destaque aos aspectos da história que serão trabalhados na sequência. Perguntar às crianças: *O que é ser um naturalista? É a mesma coisa do que ser cientista? Como eles trabalham? Com o que eles trabalham? Existe diferença entre suas ações? Se sim, quais?* Anotar as primeiras hipóteses das crianças sobre o trabalho científico. As respostas devem ser registradas no quadro e a professora deve guardar este registro, pois ele servirá como ponto de partida para a atividade seguinte.

### **Sugestões:**

- Augusto Ruschi, o fundador. Instituto Nacional da Mata Atlântica. Disponível em: <http://inma.gov.br/augusto-ruschi-o-fundador/> Acesso em 25 abr. 2021.
- Augusto Ruschi, por André Ruschi. Estação Biológica Marinha Augusto Ruschi. Disponível em: <https://www.augustoruschi.com.br/augustoruschi.html> Acesso em 25 abr. 2021.
- Lei federal nº 8.917, de 13 de julho de 1994, concede o título de Patrono da Ecologia do Brasil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1989\\_1994/l8917.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1989_1994/l8917.htm) Acesso em 25 abr. 2021.
- Vídeo: 100 anos de Augusto Ruschi. Publicado no canal TV Brasil, em 16 de dezembro de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GecCYaq0L1w> Acesso em 25 abr. 2021.
- Vídeo: Augusto Ruschi. Publicado no canal Capixaba, em 12 de dezembro de 2006. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=OmQV\\_YIo46k](https://www.youtube.com/watch?v=OmQV_YIo46k) Acesso em 25 abr. 2021.
- Vídeo: Reportagem Augusto Ruschi, por Fernando Gabeira. Publicado no canal Douglas, em 25 de fevereiro de 2016. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=PO6bo5P-Tqw> Acesso em 25 abr. 2021.

## **Atividade 2: O trabalho do cientista**

A segunda atividade tem como objetivo apresentar aspectos do trabalho científico e discutir sobre eles, tendo em vista o compromisso de desconstruir ideias estereotipadas ou deturpadas dos processos de construção do conhecimento e das visões sobre ser cientista. Cabe destacar que estamos cientes de que o livro apresenta algumas questões que podem reforçar a concepção empírico-indutiva e atórica da ciência, que desconsidera o papel das teorias e das hipóteses como orientadoras da observação e dá importância ao método que culmina na “descoberta científica” (Gil-Perez et al., 2001). Ao mesmo tempo, observamos que outras representações, que contribuem com a desconstrução da ideia de ciência ahistórica e socialmente neutra (Gil-Perez et al., 2001), são oferecidas para as crianças pela obra ao distanciar o cientista do laboratório e representá-lo em uma atividade social ligada ao seu trabalho científico, contextualizada local e historicamente.

Sugerimos começar a atividade com a retomada do registro das hipóteses das crianças sobre o que faz um cientista/naturalista. Após a leitura, levantar uma discussão sobre quais ações seriam necessárias para estudar os sapos venenosos. Algumas perguntas que podem ajudar a conduzir este momento são: *Como saber sobre o comportamento do sapo (se é diurno ou noturno, de que se alimenta, etc)? Como saber como ele se reproduz? Como saber de onde vem o veneno?* Neste momento, o texto literário pode ser um recurso para auxiliar as crianças a pensarem sobre o trabalho científico que era realizado por Augusto Ruschi. *O que Augusto Ruschi fazia na floresta Amazônica quando encontrou os sapos venenosos? Qual era o motivo para ele estar lá? Qual era a razão para Ruschi observar os beija-flores? Será que ele tinha hipóteses sobre o que ia observar no comportamento deste animal? Quais eram as perguntas de Augusto Ruschi sobre os beija-flores? Como ele realizava as observações?*

As ilustrações e trechos da narrativa também podem contribuir com a conversa sobre a identificação e problematização do trabalho científico realizado por Ruschi. As ilustrações das páginas 11 e 20, por exemplo, indicam alguns instrumentos que podem ser utilizados e os locais onde parte dos estudos aconteceram. É importante que a professora, caso opte por trazer os elementos da obra, não se prenda a atividades de descrição do que já está escrito ou representado nas imagens, mas sim conduza as crianças a pensarem *que outros instrumentos e que outros espaços podem ser utilizados e ocupados pelos cientistas. Os instrumentos e espaços são sempre os mesmos ou dependem dos objetivos do trabalho, do que o pesquisador quer observar e compreender? Como os instrumentos podem ser utilizados?*



Figura 13.2: Ruschi e os animais. Fonte: Tatit, 2014, p.11. Acervo pessoal.



Figura 13.3: Ruschi investiga o sapo. Fonte: Tatit, 2014, p.20. Acervo pessoal.

Além do livro, para esta atividade, a professora pode utilizar outros textos de biografias de cientistas. Sugerimos que a história e o trabalho de cientistas mulheres sejam apresentados neste momento para contribuir com a desconstrução da imagem estereotipada do cientista do sexo masculino que trabalha em laboratório e vive distante ou isolado da sociedade. Estas representações prevaleceram nas mídias por certo tempo, e ainda são muito comuns, inclusive em produtos e produções voltadas para as crianças. Encontramos alguns exemplos destes personagens caricatos nas animações “Tá Chovendo Hambúrguer”, “Jimmy Nêutron, O Menino Gênio” e “O Laboratório de Dexter”. Apresentar outras referências de cientista e do trabalho científico contribui com uma compreensão mais adequada e aproximada da realidade desta profissão, além de contrapor ideias reducionistas e descontextualizadas sobre o conhecimento científico que reforçam dicotomias entre natureza e sociedade, conhecimento e crença, e favorecem a proliferação de cenários



de pós-verdade e de negacionismo (Lima, Vazata, Ostermann, Cavalcanti & Guerra, 2019).

Ao final desta atividade, espera-se que as crianças tenham vivenciado interações que possibilitem o reconhecimento das ações de proposição de perguntas, levantamento de hipóteses, observações diretas e indiretas e registro presentes no trabalho de cientistas. A professora deve anotar o que as crianças falaram no quadro e guardar o registro para a atividade seguinte.

### **Sugestões:**

- Cientistas mulheres brasileiras: Graziela Maciel Barroso, Bertha Lutz, Jaqueline Goes de Jesus, Nanuza Menezes, Ana Maria Giulietti Harley.
- Livro: *50 brasileiras incríveis para conhecer antes de crescer*, de Débora Thomé. Editora Galera, 1ª edição, 2017.
- Livro: *Extraordinárias: mulheres que revolucionaram o Brasil*, de Duda Porto de Souza e Aryane Cararo. Editora Seguinte; 1ª edição, 2017.
- Notícia: Somente 14% de membros da Academia Brasileira de Ciências são mulheres, de 21 de agosto de 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/08/somente-14-de-membros-da-academia-brasileira-de-ciencias-sao-mulheres.html> Acesso em 25 abr. 2021.

### Redes sociais:

- <https://www.instagram.com/mulheresnacienciaabr/>
- <https://www.instagram.com/meninacienciaufabc/>
- <https://www.instagram.com/meninasnaciencia/>
- <https://www.instagram.com/cientistasfeministas/>

### **Atividade 3: E se nós fossemos cientistas?**

Esta atividade tem o objetivo de gerar oportunidades para que as crianças participem de práticas da ciência escolar que possibilitam uma melhor compreensão das práticas dos cientistas. Após retomar o registro das ações levantadas pelas crianças sobre o trabalho científico relacionado à zoologia, a professora irá organizar quais destas ações são possíveis de serem realizadas pelas crianças. A partir da lista

de atividades que o cientista faria para conhecer os sapos, as crianças são motivadas a pensar: *Como fariam se elas mesmas fossem cientistas? O que desejam compreender sobre determinado animal? O que justifica a escolha de tal animal? Quais das ações que Augusto Ruschi fez que elas poderiam realizar?*

Sugerimos dois caminhos para esta atividade. Em um primeiro cenário, as crianças e professora organizam o roteiro de um diário de campo que será preenchido pela criança ao observar o animal escolhido em sua casa. Neste roteiro, é importante que as crianças sinalizem o que desejam observar e quais as hipóteses que elas têm sobre tais questões.

Sabemos que a observação em habitats não naturais é comprometida, assim como certos comportamentos dos animais domésticos seriam adaptados aos ambientes em que vivem. Considerando tais limitações, esta atividade tem como principal interesse possibilitar que a criança perceba a importância de levantar hipóteses e compreenda que elas podem orientar a observação, os registros e as análises. Além das observações guiadas por hipóteses, cabe destacar que também é possível fazer observações mais exploratórias, guiadas por questões mais amplas.

Quadro 13.1: Sugestão de organização do roteiro para a casa

<b>Perguntas</b>	<b>Hipóteses</b>
Em que hora do dia o gato é mais ativo?	O gato é mais ativo de dia.
O que o gato faz depois de comer?	O gato dorme depois de comer.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

No segundo cenário possível para esta atividade, a observação e o registro são realizados pelas crianças no ambiente escolar. Para isso, animais não domesticados e de fácil cuidado como, por exemplo, insetos, devem ser escolhidos. A professora pode confeccionar um terrário e construir um roteiro com hipóteses próprias a este

contexto de observação. Neste caso, outras estratégias para investigar as hipóteses, por exemplo, sobre os hábitos noturnos, deverão ser propostas, uma vez que não será possível observar o animal fora do horário das aulas. Para saber se um inseto se alimenta durante a noite, uma alternativa seria registrar como os alimentos foram deixados ao final da aula e comparar com os alimentos que as crianças encontraram ao chegar na escola no dia seguinte. Assim, seria possível discutir, por exemplo, as diferenças entre a observação direta e a observação indireta e as implicações de cada uma delas para a construção do conhecimento científico.

Quadro 13.2: Sugestão de organização do roteiro para sala de aula

<b>Perguntas</b>	<b>Hipóteses</b>
Quais folhas as formigas comem?	As formigas comem qualquer folha.
As formigas comem apenas folhas?	As formigas comem restos de comida.
O que acontece quando uma formiga morre?	Outras formigas vão comer a formiga morta.
Como podemos saber se as formigas passaram por aqui?	Se as folhas estiverem com marcas de mordidas.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os registros realizados pelas crianças podem ser produções de texto ou de desenhos, de acordo com as habilidades já adquiridas pela turma e com o ano escolar. Existe também a possibilidade de, no contexto das observações em sala de aula, serem produzidos textos coletivos ou individuais. Estes cadernos de campo podem ser compartilhados com a comunidade escolar ao final desta atividade ou armazenados para compor uma mostra depois de encerrada a sequência didática.

#### **Atividade 4: Os sapos venenosos**

Depois de refletir sobre aspectos do trabalho científico e vivenciá-los, nesta atividade as crianças terão um contato mais sistematizado com dados da(s) espécie(s) de sapo(s) da ordem dos anfíbios anura, família *Dendrobatidae*. Apresentar os nomes científicos, de modo descontextualizado e irrefletido, não é o foco desta atividade. O tema da classificação dos seres vivos é interessante e pode ser explorado neste momento, com destaque à sua importância para a organização, o estudo e a comunicação científica. Aqui, o objetivo é introduzir conceitos do campo da Biologia como: aposematismo, camuflagem, cadeia alimentar e equilíbrio ecológico, dando destaque à comunicação dos conhecimentos científicos. O que já sabemos hoje sobre estes animais é resultado de pesquisas, observações e análises que se constituíram como teorias, foram comunicadas e validadas por especialistas. É interessante permitir que as crianças percebam que existem informações desconhecidas e que a construção da ciência está sempre em processo. Nesta atividade, a questão principal, portanto, não é transmitir uma grande quantidade de informações sobre algumas espécies destes animais (Figura 13.4).

Cabe destacar que os conceitos acima apontados devem ser compatíveis com o ano escolar em que as crianças estão, e a professora pode escolher os que mais correspondem aos interesses demonstrados pelas crianças ao longo da sequência, incluindo também outros conhecimentos não elencados que podem ser significativos. Além disso, é importante notar que os conceitos trabalhados são mais amplos e diretamente relacionados à teoria da evolução, que é central no campo da Biologia. Assim, para além de definições estáticas e relacionadas ao caso específico dos sapos, é frutífero para a aprendizagem das crianças que sejam estabelecidas relações com outros seres vivos, assim como com outros processos científicos (ver Franco, Cappelle, Meireles, Souto & Munford, 2021).

Seria também interessante apresentar e discutir brevemente sobre as fontes de

dados que a professora consultou para informar às crianças. Esta ação contribui com o reconhecimento da comunicação e da avaliação dos conhecimentos científicos. Além disso, é possível provocar uma discussão sobre a confiabilidade de fontes e informações, estimulando o pensamento crítico e potencializando o letramento científico dos sujeitos, os quais precisam saber escolher, avaliar, refletir, problematizar e responder às informações científicas com que têm contato. A educação científica deve promover a compreensão dos conteúdos científicos ao mesmo tempo em que os contextualiza social, histórica, cultural e politicamente (Santos, 2007).



Figura 13.4: *Adelphobates Galactonotus* (ponta-de-flecha). Foto de Yannick Vandenberghe, 2010. Disponível em: <https://flic.kr/p/z5tgAZ>. Acesso em 25 abr. 2021.

Depois de apresentar informações sobre a fisiologia, o aposematismo, os comportamentos, os modos de reprodução e a alimentação dos sapos (e/ou outros dados), sugere-se que a professora oriente as crianças a pensarem sobre questões ambientais relacionadas ao impacto das ações humanas. Inicialmente, as crianças podem ser motivadas a refletir sobre situações hipotéticas como, por exemplo, *O que aconteceria se estes sapos fossem extintos? Ou se os animais que servem como alimento a eles fossem extintos? E se fosse construída uma estrada próxima ao seu habitat? Ou uma fábrica?* A proposta é trabalhar com as ideias de superpopulação e extinção e o desequilíbrio

que isso pode causar no ecossistema em diferentes escalas. Em seguida, problematizar como o homem pode interferir no meio ambiente e provocar mudanças que gerem a extinção e/ou o desequilíbrio ecológico, com a poluição das águas e do solo, o desmatamento e as alterações climáticas, por exemplo. Essa conversa sobre meio ambiente será retomada na atividade seguinte.

#### Sugestões:

- Capítulo de livro: “Herpetofauna da Amazônia” de Teresa C. S. Avila-Pires, Marinus S. Hoogmoed e Laurie J. Vitt. Livro Herpetologia no Brasil, Sociedade Brasileira de Herpetologia, 1ª edição, volume 2, 2007.  
Disponível em:  
<http://public.sbherpetologia.org.br/assets/Documentos/2016/10/10-Herpetofauna-Amazonia-Mar%C3%A7o-1.pdf> Acesso em 25 abr. 2021.
- Trabalho científico: “Dieta e Micro-habitat de duas espécies de anuros *Rhinella ocellata* (Bufonidae) e *Ameerega picta* (Dendrobatidae), Nova Xavantina-MT, Brasil” de Dhego Ramon, Jéssica Fenker, Lenize Calvão, Oriales Pereira e Taiz Marestoni, 2010. Disponível em:  
[http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgec/docs/Producoes\\_Curso\\_de\\_Campo\\_2010/Relatorios\\_Grupos\\_2010/Ramon\\_et\\_al\\_Dieta\\_e\\_micro\\_habitat\\_de\\_anuros.pdf](http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgec/docs/Producoes_Curso_de_Campo_2010/Relatorios_Grupos_2010/Ramon_et_al_Dieta_e_micro_habitat_de_anuros.pdf) Acesso em 25 abr. 2021.
- Trabalho científico: “Aspectos da biologia reprodutiva de *Epipedobates hahneli* (Anura, Dendrobatidae)” de Maria Aparecida O. de Carvalho e Claudia Keller, 2007. Disponível em:  
[https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3939/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3939/1/pibic_inpa.pdf) Acesso em 25 abr. 2021.
- Trabalho científico: “Aspectos da biologia e do comportamento de uma nova espécie de *Colostethus* (Anura, Dendrobatidae) da margem direita do rio Amazonas” de Frankciberg Nunes Lima, Claudia Keller e Albertina P. Lima, 2002. Disponível em:  
[https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3740/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3740/1/pibic_inpa.pdf) Acesso em 25 abr. 2021.
- Página: Sapo-venenoso-Amazônico. Disponível em:  
<http://faunaeflora.terradagente.com.br/fauna/anfibios/NOT,0,0,1223202,Sapo-venenoso-amazonico.aspx> Acesso em 25 abr. 2021.

- Página: Revista Herpetologia Brasileira. Disponível em: <https://issuu.com/herpetologiabrasileirasbh> Acesso em 25 abr. 2021.
- Rede social: <https://www.instagram.com/herpetosegundoherpetologas/>

### **Atividade 5: Nós somos a natureza**

O objetivo desta atividade é sensibilizar as crianças para a temática da preservação e cuidado com o meio ambiente. A conversa que teve início na atividade anterior sobre o desequilíbrio ecológico e outros impactos negativos da intervenção humana na vida dos sapos venenos e na natureza de modo geral deve ser retomada. A professora pode, com a ajuda do livro literário e de outras fontes, dar destaque a aspectos da vida de Augusto Ruschi relacionados à luta pela preservação das matas e florestas. Nesse sentido, a leitura de uma notícia tem o potencial de provocar as crianças, oferecendo novas informações para suas reflexões e interações. A reportagem “Invasão de sapos venenosos desafia ecologistas em ilha africana” (ver Sugestões), por exemplo, é interessante porque demonstra como uma superpopulação de sapos – que, segundo se acredita, foram inseridos em Madagascar pela ação humana – está impactando toda a cadeia alimentar de uma região. O texto pode ser adaptado de acordo com o nível de leitura e compreensão das crianças.

Após o contato com essa notícia e com a retomada da trajetória de defesa da preservação do meio ambiente de Augusto Ruschi, a professora pode motivar as crianças a pensar: *o que cada um de nós pode fazer?* É interessante promover reflexões sobre a relação entre o trabalho do cientista e o meio ambiente preservado e saudável. A professora pode dar suporte para que as crianças compreendam como o trabalho científico contribui ao identificar espécies em risco, ao estudar e compreender os impactos da ação humana nos ecossistemas e ao lutar pela manutenção e preservação da vida. A construção de informações científicas pelos cientistas deve ser divulgada, assim como os aprendizados construídos pelas crianças ao longo destas atividades. Assim, sugerimos que as crianças sejam estimuladas a elaborar algo concreto, que

convide as pessoas a refletir sobre como somos parte da natureza e sobre a importância do cuidado com o meio ambiente e com o planeta Terra. Ao mesmo tempo, elas comunicam a trajetória que vivenciaram no processo de aprendizagem ao longo desta sequência.

Algumas ideias para esta produção são: a criação de uma página nas redes sociais, a elaboração de um manual digital para a preservação ambiental, a produção de uma obra literária, a organização de uma mostra para a comunidade escolar.

### Sugestões:

- Notícia: “Metade das espécies de anfíbios está em risco de extinção” por Jason Bittel. Publicada em 16 de maio de 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2019/05/metade-das-especies-de-anfibios-risco-de-extincao-iucn-sapo-perereca-ra-onu-perigo> Acesso em 25 abr. 2021.
- Notícia: “Projeto documenta anfíbios ameaçados de extinção no Brasil” por Carolina Lisboa. Publicada em 20 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/projeto-documenta-anfibios-ameacados-de-extincao-no-brasil/> Acesso em 25 abr. 2021.
- Notícia: “Invasão de sapos venenosos desafia ecologistas em ilha africana”, por Melissa Hogenboom, BBC Earth, 2016. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/revista/2016/03/160310\\_vert\\_sapos\\_veneno\\_ma\\_dagascar\\_fd](https://www.bbc.com/portuguese/revista/2016/03/160310_vert_sapos_veneno_ma_dagascar_fd) Acesso em 25 abr. 2021.
- Artigo: “Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais” de Vanessa K. Verdade, Marianna Dixo e Felipe F. Curcio. Revista Estudos Avançados, volume 24, número 68, de 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/14.pdf> Acesso em 25 abr. 2021.
- Projeto DOTS: Documenting threatened species. <https://pedropeloso.wixsite.com/dots> e [https://www.instagram.com/projeto\\_dots/](https://www.instagram.com/projeto_dots/)
- Instituto Boitatá. <http://institutoboitata.org/>

### Referências bibliográficas

Belmiro, C.A. & Martins, M.V.R. (2019). Em busca de fugas poéticas: informação e ficção em livros para infância. *Em aberto*, 32(105), 59-76.

Cardoso, M. J. C. & Scarpa, D. L. (2018). Diagnóstico de Elementos do Ensino de



- Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1025–1059. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831025>
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Colinvaux, D. (2004). Ciências e Crianças: Delineando caminhos de uma iniciação às ciências para crianças pequenas. *Contrapontos*, 4(1), 105-123.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Franco, L.G., Cappelle, V., Meireles, S.M., Souto, K.C.N. & Munford, D. (2021). Quando as crianças investigam: uma experiência com uma turma do 3º ano do Ensino Fundamental. In L. G. Franco (org) *Ensinando Biologia por investigação: Propostas para inovar a ciência na escola*. (Cap. 2, pp. 42-65). São Paulo: Na Raiz.
- Gil-Perez, D., Montoro, I.F., Alís, J.C., Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, 7(2), 125-153.
- Lima, N.W., Vazata, P.A.V., Ostermann, F., Cavalcanti, C.J.H. & Guerra, A. (2019). Educação em Ciências nos tempos de Pós-Verdade: Reflexões metafísicas a partir dos estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 155-189. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2019u155189
- Munford, D. & Lima, M.E.C. (2007). Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Revista Ensaio*, 9(1), 72-89. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>
- Santos, W.L.P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550.

Scarpa, D.L. & Campos, N.F. (2018). Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avançados*, 32(94), 25-41. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>

Tatit, P. (2014). *A incrível história do Dr. Augusto Ruschi, o naturalista e os sapos venenosos*. São Paulo: Editora Melhoramentos.

BRUNA PIRES RODRIGUES  
CRISTHIAN DIAS GOMES  
GABRIEL VICTOR ALVES DOS SANTOS  
JOYCE CRISTINA DE OLIVEIRA  
SARAH CRISTINA PEREIRA DO NASCIMENTO  
LUIZ GUSTAVO FRANCO

---

# 14. HÁBITOS COTIDIANOS E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIAIS: O CONSUMO DE CARNE COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA-AMBIENTAL EM SALA DE AULA

---



## Objetivos da sequência

A sequência de atividades aqui proposta tem como objetivo trabalhar com os alunos temas discutidos em ecologia, tais quais sustentabilidade, desmatamento e aquecimento global, além de questões relacionadas à nutrição humana. São conteúdos de natureza conceitual com importância social e acadêmica que devem ser explorados de modo reflexivo.

Esperamos ainda que, ao participar das atividades propostas, os alunos possam aprimorar sua capacidade argumentativa e desenvolver o senso crítico na leitura de notícias relacionadas ao tema da sequência. Além disso, tornar os alunos aptos a pesquisar e avaliar a qualidade de fontes de informações para um debate é mais um dos objetivos almejados.

Por fim, esperamos que os alunos, a partir das discussões sugeridas nas atividades, tornem-se conscientes das maneiras pelas quais seus hábitos alimentares e de sua comunidade podem refletir em diferentes setores da sociedade. Desse modo, terão elementos para ponderar sobre que padrões de consumo de carne são mais ou menos prejudiciais para si e para os seres à sua volta.

A sequência consta de um conjunto de quatro atividades, sendo que cada uma delas foi planejada para ser desenvolvida em duas aulas de cerca de 50 minutos. Recomendamos que o professor avalie a adequação dessa organização, dependendo de sua realidade. A proposta é que as aulas sejam desenvolvidas com turmas do ensino médio, podendo ser adaptadas para turmas dos anos finais do ensino fundamental.

## **Contexto e Natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Cotidiana e Sociocientífico

**Natureza das atividades:** Argumentativa

### **Fundamentação teórico-metodológica**

A carne é um dos alimentos mais comuns na mesa dos brasileiros e, ultimamente, tem-se percebido também que o nível de consumo deste alimento está intimamente relacionado à realidade econômica do país. Tendências internacionais revelam que quanto maior o nível econômico, maior o consumo de carne da população (BBC, 2021). De acordo com dados de 2020 da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil é o 6º país no ranking mundial de consumo de carne, sendo contabilizados o consumo de carne bovina, suína, aves e caprinos.

Nesse sentido, uma das questões que têm sido discutidas é que o consumo (excessivo) de carne pode estar relacionado a problemas de saúde e a questões ambientais. Segundo o Fundo Mundial de Pesquisa contra o Câncer (WCRF, na sigla em inglês), o consumo indicado de carne é de cerca de 71 a 74 gramas por dia, ao passo que acima deste valor é considerado consumo excessivo. Carvalho, César, Fisberg & Marchioni (2012) indicam que, em média, os homens brasileiros ingerem cerca de 138 g/dia, enquanto as mulheres ingerem 81 g/dia, valores acima do recomendado. Além disso, este estudo evidencia que uma alimentação que tem ênfase em consumo de carne está geralmente associada a uma dieta mais pobre, com açúcares adicionados e álcool.

Quanto às questões ambientais, a agropecuária causa impactos devido ao desmatamento para a abertura de pastagens para o gado. A emissão de gases do efeito estufa por animais, a poluição das águas e a perda de biodiversidade são

alguns desses impactos (Carvalho et al., 2012). A destruição de habitats é a principal causa de extinções e também abre brechas para o surgimento de novas doenças e até mesmo pandemias (UNEP, 2016).

Tendo em vista a relevância de tais questões para o mundo contemporâneo, propomos abordar essas discussões em sala de aula. Para isso, foi construída uma sequência de atividades, pautada em orientações da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) dos currículos, para trabalhar este conteúdo a partir de uma questão sociocientífica, com enfoque ambiental (Conrado & Nunes-Neto, 2018; Pedretti & Nazir, 2011).

De acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), no enfoque CTSA, o professor passa a ser o grande moderador que busca garantir a articulação dos saberes e a realização de projetos, por meio dos quais os alunos irão estabelecer relações entre seus repertórios e o conhecimento pretendido, visando soluções para situações-problema. A proposta, a partir desse tipo de enfoque curricular é que os alunos possam participar ativamente de tomadas de decisão em sociedade, despertando-lhes uma postura questionadora e crítica (Santos & Mortimer, 2000).

Nessa perspectiva, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) ainda apontam que, sob o enfoque CTS,

Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento. (p.77).

A partir dessas indicações, o resultado desta dinâmica de construção do conhecimento busca posicionar o aluno de forma ativa em seu processo de aprendizagem, por meio das pesquisas e discussões que serão propostas, bem como pelo exercício da análise de fontes pesquisadas, fomentando a criticidade e novos olhares sobre as informações que são recebidas.

## Sequência de Atividades

### *Atividade 1: “Você tem fome de quê?”*

A primeira atividade foi pensada para iniciar um diálogo sobre os hábitos alimentares dos alunos e a origem dos alimentos que consumimos. Sugerimos algumas questões que podem orientar este momento:

*Qual o prato preferido de vocês?*

*O que não pode faltar nesse prato?*

*Você sabe a origem de todos os ingredientes utilizados para fazer esse prato?*

*Onde e como são produzidos?*

*Vocês já ouviram falar em carne de laboratório ou em carne de planta (vegetal)?*

*Por que vocês acham que esse tipo de carne está sendo produzido?*

A partir dessa discussão, propomos um momento para levantar informações a respeito do consumo de carne dos estudantes e seus familiares, de forma que também possa ser feita uma comparação com os hábitos de consumo da população brasileira. Esse levantamento pode ser realizado por meio de um questionário online, como o *Google Forms*®, que permite visualizar gráficos gerados pelos resultados da pesquisa. Essa atividade pode contribuir para introduzir a problemática a ser trabalhada na atividade seguinte, bem como contextualizar a temática na realidade cotidiana do estudante.

Questionário sobre os hábitos dos alunos e de seus familiares:

1) Ordene os alimentos conforme a importância no seu prato.

Cenoura

Coxa de frango

Beterraba

Batata

Arroz

Feijão

Alface

Bife de boi

Tomate

Brócolis

2) Com que frequência você cozinha ou ajuda a cozinhar em sua casa?

Sempre

Às vezes

Nunca

3) Entre os pratos abaixo, qual mais te agradaria em um almoço?



Imagem 1: Prato com arroz, feijão, couve, ovo frito e bife de frango.<sup>80</sup>

Imagem 2: Prato com arroz, pimentão, alface, tomate, milho, agrião, queijo e molho de tomate.<sup>81</sup>

---

<sup>80</sup> Fonte: <https://pixabay.com/pt/photos/arroz-feij%C3%A3o-carne-de-porco-ovo-5412702/>

<sup>81</sup> Fonte: [https://pxhere.com/pt/photo/1430217?utm\\_content=shareClip&utm\\_medium=referral&utm\\_source=pxhere](https://pxhere.com/pt/photo/1430217?utm_content=shareClip&utm_medium=referral&utm_source=pxhere)



E agora?



( ) Imagem 3: Prato com cenoura, brócolis, abóbora, tomate, repolho, chuchu e salsinha.<sup>82</sup>

( ) Imagem 4: Prato com arroz, batata frita, carne de porco, alface e tomate.<sup>83</sup>

**4) Quantas vezes por semana você e sua família consomem carne?**

( ) Não consumimos carne

( ) 4-5 vezes por semana

( ) 1 vez por semana

( ) 5-6 vezes por semana

( ) 2-3 vezes por semana

( ) Todos os dias da semana

---

<sup>82</sup> Fonte: <https://pxhere.com/es/photo/1559939>

<sup>83</sup> Fonte: <https://pixnio.com/fr/nourriture-et-boisson/plat-assiette-diner-nourriture-frites-riz-viande-sauce-salade-decoration>

- 5)** Quantas pessoas vivem em sua casa?
- Apenas eu  4-5 pessoas
- 2-3 pessoas  5 ou mais pessoas
- 6)** Você tem o costume de fazer ou ajudar a fazer as compras para sua casa?
- Sempre vou  Nunca vou
- Às vezes consigo ir
- 7)** Como você avalia a importância da carne na alimentação da sua família?
- 8)** Com base em dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ([OCDE](#)), o consumo médio semanal de carne bovina do brasileiro em 2020 foi de aproximadamente 468 gramas. Tendo em vista esse número e considerando que o peso médio de um bife é de 100 g, você acredita consumir carne de boi:
- Acima da média nacional
- Próximo à média nacional
- Abaixo da média nacional
- 9)** Tendo em vista a sua resposta na pergunta anterior, quais fatores contribuem para determinar a quantidade de carne que você e sua família consomem semanalmente? Considere se aspectos como o preço da carne, o seu valor nutricional, os impactos gerados por seu consumo ou quaisquer outras razões influenciam no seu hábito alimentar.
- 10)** Caso a carne faça parte de sua dieta alimentar, quais dificuldades você acredita que enfrentaria se resolvesse reduzir o consumo desse alimento?

- 11)** Você considera que a escolha de uma dieta alimentar é também um ato político? Justifique.

Essas perguntas são apenas sugestões para que o docente oriente a atividade. É importante que alterações sejam realizadas conforme sua necessidade e o contexto no qual está inserido. Ainda assim, caso novas perguntas sejam adicionadas, é importante ter em mente quais os objetivos dessas perguntas e quais reflexões elas poderão despertar nos alunos.

A partir desse levantamento, que poderá ser realizado como tarefa em casa, o professor deve concluir as discussões do início da atividade, com base nos dados coletados. Cada uma das questões poderá ser objeto da análise com toda a turma. Uma alternativa é usar gráficos gerados pelo software para expor os resultados e discuti-los. Caso a escola não disponha deste recurso, uma alternativa é que o professor disponibilize esses gráficos de forma impressa ou para acesso em celulares, para que os estudantes (em duplas ou trios) possam abrir os gráficos no próprio aparelho celular.

Dentre os principais pontos a serem levantados neste momento, entendemos que deve ser dada maior ênfase àquelas questões que se referem ao consumo de carne das famílias e a comparação com a média nacional e internacional. Desse modo, a questão poderá ser situada como um fenômeno local, mais próxima da vida cotidiana, mas que também possui relações com diferentes níveis contextuais.

## *Atividade 2: É possível ter uma alimentação balanceada comendo menos carne?*

Um dos argumentos mais utilizados no meio social para defender o consumo de carne é o risco de deficiências nutricionais, especialmente em vitamina B12 e em proteínas. A atividade aqui proposta tem como objetivo apresentar aos estudantes fontes alternativas desses nutrientes, demonstrando outras formas de suprir essa necessidade nutricional do organismo, para além do consumo de carne. Além disso, com propósito de trabalhar as habilidades investigativas dos estudantes, será proposta uma tarefa em grupo na qual eles serão incentivados a elaborar hipóteses acerca das diferenças nutricionais de alguns alimentos e analisar dados para avaliar tais hipóteses.

Para a execução da atividade, será solicitado aos alunos que formem grupos e escolham um par de pratos culinários, um contendo carne e outro não. A escolha dos pratos será feita a partir de uma pré-seleção realizada pelo docente. Sugerimos que a comparação ocorra entre alimentos bem diversos. Os alunos, então, deverão fazer um levantamento de dados em relação aos nutrientes presentes nos alimentos de cada um dos pratos escolhidos e comparar os dados obtidos. A partir da pesquisa desenvolvida e da comparação feita, os estudantes deverão desenvolver hipóteses que possam explicar a diferença nutricional encontrada nos alimentos. Um exemplo seria comparar um pedaço de carne a uma folha de alface. A partir da comparação de suas informações nutricionais, os estudantes poderiam propor que o pedaço de carne possui maior quantidade de proteína em relação à alface porque nele há células musculares ricas em proteínas e que proteínas são importantes para a contração do músculo.

Para que todos os alunos tenham acesso aos dados obtidos e às hipóteses elaboradas, os grupos ficarão responsáveis por apresentar os resultados em aula. Será recomendado que os estudantes desenvolvam tabelas e gráficos para que a apresentação fique mais visual e de mais fácil compreensão. Após a apresentação

coletiva, o docente mediará uma discussão cujo objetivo é refletir sobre possibilidades de adquirir os nutrientes necessários a uma vida saudável por meio de uma alimentação baseada em vegetais, ou com menor aporte de carne.

Para essa discussão, os estudantes serão orientados a trazerem alimentos de origem vegetal e receitas preparadas por eles, que serão degustados pela turma em sala. Os alimentos sugeridos pelo professor serão escolhidos pela sua riqueza nutricional e capacidade de compensar alguma deficiência causada pela não ingestão de carne a longo prazo (alguns possíveis alimentos são sugeridos em anexo).

Para o desenvolvimento da atividade, o docente disponibilizará um tempo para que os estudantes experimentem os alimentos disponíveis e possam interagir entre si. Como se trata de um momento de maior descontração, é esperado que os alunos comentem uns com os outros quais foram suas opções preferidas e de quais não gostaram, indicando aos colegas quais eles devem provar. Após esse momento, o(a) professor(a) guiará uma discussão com seus alunos, questionando-os acerca do que acharam dos alimentos. Segue abaixo algumas questões que podem ser levantadas para nortear a conversa.

1. Qual foi seu alimento preferido?
2. De qual você menos gostou e por quê?
3. Você substituiria a carne por alguma dessas opções em alguma refeição da semana?
4. Você já tinha comido algum desses alimentos?
5. Você sentiu falta da carne em alguma das receitas que foram preparadas?

Após a discussão, os estudantes deverão realizar um novo levantamento de dados: as informações nutricionais sobre os alimentos utilizados nas receitas consumidas. A proposta é que os estudantes possam perceber que o aporte de proteínas não depende exclusivamente do consumo de carnes. Com relação à

vitamina B12, cabe uma análise mais aprofundada. É importante que o(a) professor(a) ajude os estudantes a observarem nos dados que essa vitamina não é encontrada em quantidades satisfatórias em alimentos de origem não animal. Dessa forma, propomos que os alunos finalizem esta atividade pensando em possibilidades para sua aquisição. Os estudantes podem pensar, por exemplo, em fazer uma análise da redução de consumo de carnes, que ainda seria capaz de fornecer quantidades satisfatórias da vitamina B12, ou a possibilidade de o indivíduo fazer uma suplementação dessa vitamina, caso opte pelo vegetarianismo ou veganismo.

Essa atividade permitirá que os alunos comparem as informações que receberam, reflitam sobre os prós e contras de cada grupo de alimento e assim construam suas conclusões a partir de um crescente conjunto de informações.

***Atividade 3: “O alto consumo de carne impacta o meio ambiente? Por que é um problema reduzir esse consumo?”***

Após iniciar o debate sobre o consumo de carne e analisar sugestões de cardápio que utilizem proteínas vegetais, propomos uma atividade que aborda relações entre o alto consumo de carne e contextos mais amplos, como o ecossistema. É sugerido que essa atividade seja trabalhada durante um período maior de tempo, com intuito de aprofundar em alguns conceitos ambientais importantes, como o de efeito estufa, aquecimento global, desmatamento, perda de nicho ecológico e rios voadores. Assim, é importante que os estudantes já tivessem contato com esses conceitos, para que possam mobilizá-los ao longo da atividade.

Em um segundo momento, essa atividade também trabalha possíveis influências positivas do consumo de carne no Brasil. Essa discussão deve abordar questões como a importância do comércio da carne para a economia brasileira, a importância da rastreabilidade do produto e toda a questão cultural envolvida no consumo deste alimento. Esse debate é importante para enriquecer a

problematização do tema a partir de diferentes perspectivas, para que se compreenda a contra-argumentação quanto à diminuição do consumo de carne no Brasil.

É proposto que essa atividade seja feita utilizando o modelo de Sala de aula invertida<sup>84</sup>, no qual o estudante busca acesso ao conteúdo a ser discutido em um momento anterior à aula com o professor. O material de apoio a ser utilizado pelos alunos deve ser escolhido pelo professor levando em conta o conteúdo a ser debatido em aula. Esse material recomendado também deve ser contextualizado na realidade dos estudantes, e, para isso, podem ser utilizadas reportagens, vídeos e documentários. Utilizando esse modelo, o horário da aula pode ser utilizado de forma mais direcionada e efetiva para a realização de debates aprofundados entre os alunos.

Após o estudo do material didático indicado, os alunos participarão da atividade que possuirá o formato de debate. O professor atuará como mediador da discussão, e os alunos serão estimulados a debaterem as ideias principais do material estudado.

Como dito anteriormente, um dos objetivos dessa atividade é trabalhar como o alto consumo de carne impacta o meio ambiente, e, para isso, seriam debatidos alguns conceitos ambientais. Para introduzir o assunto, o professor pode indicar para os alunos alguns materiais de apoio, como:

---

<sup>84</sup> Para melhor compreensão do uso desta metodologia de ensino, sugerimos os seguintes textos: 1) Schneiders, L. A. (2018). *O método da sala de aula invertida (flipped classroom)*. Lajeado: Ed. da Univates. 2) Pereira, Z. T. G., & da Silva, D. Q. (2018). Metodologia ativa: Sala de aula invertida e suas práticas na educação básica. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 16(4), 63-78.

## MEIO AMBIENTE

# Como o desmatamento na Amazônia levou Cantareira a nível pré-crise hídrica

Reportagem “[Como o desmatamento na Amazônia levou Cantareira a nível pré-crise hídrica](#)” retirada do UOL notícia. Acesso: 22/03/2021



Documentário “[Rios Voadores da Amazônia - sem floresta não tem água](#)”, disponível no Youtube. Acesso: 22/03/2021



Vídeo de animação “[SEEG - Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil](#)” disponível no Youtube. Acesso: 22/03/2021

Durante o debate, alguns questionamentos podem ser feitos pelo professor como forma de provocação. Algumas sugestões de perguntas são:

*O consumo de carne influenciou na pré-crise hídrica vivida em São Paulo? Se sim, como?*

*Vocês conheciam o conceito de rios voadores? Como a indústria da carne pode estar*



*relacionada a esse assunto?*

*Quais são os principais gases do efeito estufa e como eles afetam o desenvolvimento do aquecimento global? Esse fenômeno tem alguma relação com o consumo de carne?*

É importante destacar que neste formato de debate, os estudantes não assumem papéis a priori. Isto é, não há estudantes que devem, necessariamente, expor ideias contra ou a favor do consumo de carne. A proposta é que esses posicionamentos possam emergir de modo espontâneo, a partir da forma como a turma se posiciona diante das questões ambientais colocadas na discussão. Nesse sentido, a mediação do professor é importante em termos de dar visibilidade a diferenças de opinião e demandar por argumentos diante das discordâncias.

Além de debater sobre conceitos ambientais, o professor também pode utilizar essa atividade para apresentar materiais de apoio que estimulem o debate sobre a problemática envolvida na redução do consumo de carne no Brasil do ponto de vista econômico e cultural. Para estudar o assunto, os alunos podem ter acesso aos seguintes materiais:

## **Agronegócio brasileiro alimenta mais de 772 milhões de pessoas no mundo, diz estudo**

Em 2020, a produção de comida no Brasil supriu 212,235 milhões de pessoas no país e outras 560,365 milhões no exterior. Cálculo foi feito considerando a exportação de grãos e da carne bovina convertida em grãos.

Por G1

04/03/2021 14h13 - Atualizado há 2 semanas



Reportagem [“Agronegócio brasileiro alimenta mais de 772 milhões de pessoas no mundo, diz estudo”](#) retirado do G1. Acesso: 22/03/2021



Churrasco: o rodízio de carnes no Brasil

88 mil visualizações · há 8 anos

Fogo de Chão

Para muita gente o churrasco é só confraternização. O que importa é encontrar os amigos, assar uma carne e tomar uma ...

Vídeo “[Churrasco: o rodízio de carnes no Brasil](#)” Disponível no Youtube.  
Acesso: 22/03/2021.

Durante a atividade, outras perguntas podem ser utilizadas para estimular a discussão dessa perspectiva, por exemplo:

*Pensando na economia, o que ocorreria se fosse feita uma campanha nacional para redução de consumo de carne?*

*Vocês fazem churrasco com família/amigos? Qual o impacto cultural da carne no Brasil?*

Essa atividade, além de ser importante para que conceitos ecológicos essenciais ao tema sejam explorados, é uma forma de estimular o senso crítico dos estudantes e fomentar sua capacidade de argumentação.

#### *Atividade 4: Mesa-redonda - como lidar com os impactos decorrentes do consumo de carne?*

Esta atividade, que irá concluir a sequência proposta, tem como objetivo levar os estudantes a refletir e propor medidas para minimizar efeitos nocivos relacionados ao excesso de consumo de carne, expondo a complexidade dos fatores que envolvem o tema.

O primeiro passo a ser realizado se trata da organização dos alunos da turma em 5 grupos. Cada grupo representará diferentes núcleos de atores da sociedade: ambientalistas, economistas, nutricionistas, pecuaristas e sociedade civil. Inicialmente, cada grupo será responsável por estudar a problemática do consumo de carne sob uma perspectiva própria, relacionada ao núcleo que ele estará representando. Nesse contexto, a equipe dos ambientalistas poderia, por exemplo, investigar como a atividade pecuária afeta o meio ambiente e os ecossistemas, destacando em quais problemas ambientais ela pode estar envolvida, bem como tratar de questões relacionadas à proteção à vida e ao bem estar animal. Os economistas, por outro lado, poderiam dar enfoque à produção e ao consumo de carne na economia, sendo possível analisar qual a contribuição da atividade pecuária para o PIB nacional ou qual o nível de gasto com medidas mitigadoras dos problemas ambientais que podem estar associados a essas atividades. Os nutricionistas, por sua vez, poderiam estudar o papel que a carne tem na nossa alimentação e se alterações no seu padrão de consumo poderiam trazer benefícios ou malefícios para a saúde das pessoas. Enquanto isso, os pecuaristas poderiam pesquisar sobre o mercado de trabalho voltado para a criação, comércio e abate de animais, atentando-se para a quantidade de pessoas cuja renda depende desses ofícios, além de investigar possíveis práticas que já são realizadas pelos trabalhadores desse setor com o intuito de minimizar eventuais danos ambientais que suas atividades possam causar. O último grupo, o da sociedade civil, não representaria nenhuma classe política,

trabalhadora ou econômica específica, mas cidadãos que podem ter interesses variados e se basear em argumentos muito diversos quando tratam de questões da vida em sociedade. Nesse contexto, esse grupo teria uma certa autonomia para estudar diferentes temas a respeito do assunto em pauta, podendo lidar, por exemplo, com questões religiosas ou culturais.

O processo de preparação dos grupos deverá ser realizado de maneira integrada, com os membros de cada equipe se comunicando e compartilhando fontes e informações entre si. Nessa fase, é interessante que o professor se coloque à disposição para orientar os estudantes e acompanhe o progresso deles, especialmente no que diz respeito ao processo de seleção e análise de fontes. Antes do próximo passo da atividade, a ser realizado com toda a turma reunida, cada grupo deve discutir as informações encontradas por seus membros e refletir sobre elas, sendo necessário definir algumas pautas que considerem importantes de serem apresentadas durante a mesa-redonda. Sugerimos que o grupo produza um registro escrito dessas pautas, indicando seus principais argumentos e possíveis contra-argumentos a serem usados.

A fase seguinte da atividade trata-se da realização de uma mesa-redonda. Os alunos podem ser agrupados em um círculo, estando os membros de cada equipe colocados de maneira próxima. O professor sorteará a ordem de fala dos grupos, e estes, na devida sequência, apresentarão os dados que encontraram e as reflexões que fizeram para toda a mesa. Durante as falas de cada grupo, o professor poderá anotar no quadro negro os principais tópicos que forem citados. Quando todos os grupos tiverem se manifestado, sugerimos recomençar a mesma ordem já definida em sorteio para que os integrantes de cada grupo possam repercutir o que foi dito pelos outros núcleos, contrapondo, complementando ou comentando as falas passadas. Durante essa segunda rodada de argumentação, o professor deve continuar anotando no quadro as principais questões apresentadas.

É importante que fique claro que o intuito desta atividade não é promover uma competição entre os alunos para eleger qual grupo detém a razão. Diferentemente do que acontece em atividades do tipo júri-simulado, no qual há um grupo para julgar a proposta “vencedora”, esta atividade possui outra abordagem. O objetivo é discutir o consumo de carne e os problemas ambientais associados a ele de forma a contemplar aspectos e fatores variados.

Dessa forma, para concluir o debate, cada grupo, com base no que foi falado pelos colegas e nos pontos anotados pelo professor, deverá indicar algumas medidas que poderiam ser tomadas para solucionar ou melhorar os problemas evidenciados durante as discussões. Neste momento, cada grupo deverá realizar uma breve discussão interna para apresentar suas propostas. Cada grupo deverá mencionar suas propostas e o professor poderá mediar a conversa questionando outros grupos para saber se concordam ou discordam da medida. Se, depois disso, a medida sugerida se mostrar aceitável pela turma, o professor deve anotá-la e seguir para a próxima ideia. Ao final desse momento, o professor deve recolher as medidas de ação escolhidas para elaborar um registro a ser produzido pelos alunos.

As medidas consensuais geradas pelo debate poderão ser disponibilizadas à comunidade escolar de alguma forma. Uma alternativa é a criação de posts em rede social ou uma cartilha para disponibilização às famílias e comunidade escolar. Durante toda a realização da mesa-redonda, o professor deve agir principalmente como um mediador, mas também pode se manifestar de forma a auxiliar no esclarecimento de alguma questão, caso pareça que os alunos estejam cometendo um equívoco em relação à compreensão de algum conceito.

## Referências Bibliográficas

- BBC (2021). *Carne na alimentação: Quais países lideram o ranking?* (n.d.). Recuperado de <https://www.bbc.com/portuguese/geral-47125834>. Acesso em 22 abr.
- Carvalho, A. M., César, C. L., Fisberg, R. M., & Marchioni, D. M. (2012). Excessive meat consumption in Brazil: Diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutrition*, 16(10), 1893-1899. doi:10.1017/s1368980012003916
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95, 601–626.
- Pinheiro, N. A., Silveira, R. M., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13(1), 71-84. doi:10.1590/s1516-73132007000100005
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F., Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência—Tecnologia—Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110–132. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>
- UNEP (2016). Zoonoses: Blurred lines of emergent disease and ecosystem health. (2016). *UNEP Frontiers 2016 Report*, 18-31. <https://doi.org/0.18356/2bcb8eff-em>

## **Anexo:**

Sugestões de alimentos e receitas para a realização da Atividade 2:

- Amendoim
- Castanhas
- Nozes
- Brócolis

### ***Crepioca com queijo***

- Ingredientes: 2 Ovos, 4 colheres (sopa) de farinha de tapioca, Queijo de sua preferência, 5 tomates cereja cortados, salsinha a gosto
- Modo de preparo: em uma tigela, bata os ovos com a farinha de tapioca. Coloque a mistura em uma frigideira (com um fio de azeite, se for necessário) e deixe por alguns minutos até que a mistura fique firme. Vire a crepioca, coloque o queijo, o tomate e, para finalizar, a salsinha.

### ***Muffin salgado de ricota***

- Ingredientes: 4 ovos, ½ caixa de creme de leite, 200 g de ricota, ½ xícara de tomate picado, ½ xícara (chá) de queijo parmesão.
- Modo de preparo: Bata os ovos com o creme de leite e a ricota esfarelada e, por fim, adicione o tomate picado. Coloque a mistura sobre forminhas pequenas antiaderentes e finalize com o queijo parmesão. Leve ao forno pré-aquecido até dourar e ficar com o meio firme.

Receitas vegetarianas ricas em proteína para você experimentar. (n.d.). Recuperado de: Feito de Iridium. Acesso em 22 abr. 2021. <https://www.feitodeiridium.com.br/receitas-vegetarianas-ricas-proteina/>

Rosa, M. (2019). 9 alimentos que ajudam a substituir a proteína animal. Retrieved from Ciclo Vivo: <https://ciclovivo.com.br/vida-sustentavel/alimentacao/9-alimentos-que-ajudam-a-substituir-a-proteina-animais/amp/>. Acesso em 22

abr. 2021.

Runner's. (2019). *10 alimentos com vitamina B12 para incrementar sua alimentação e sua saúde*. Retrieved from IG Saúde: <https://saude.ig.com.br/2019-08-27/10-alimentos-com-vitamina-b12-para-incrementar-sua-alimentacao-e-sua-saude.html>. Acesso em 22 abr. 2021



MARCOS CORRÊA  
MÁRCIA GARCIA  
MORGANNA JUSTEN  
MARCELO ROCHA  
ISABEL MARTINS

---

# 15. TRILHANDO CAMINHOS PARA O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

---



## Objetivos da sequência

A partir do modelo que apresentamos neste capítulo, é possível fazer múltiplas conexões a partir da definição de um objetivo geral. A multiplicidade de caminhos possíveis contempla os pressupostos de autonomia e a liberdade de escolha por parte do professor. Em outras palavras, uma vez escolhidos os caminhos que irão compor a trilha, cabe ao professor estabelecer a metodologia que usará para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem e a forma de avaliação.

Essas escolhas dependem de múltiplos fatores: dos contextos de trabalho do professor, dos objetivos e finalidades atribuídas à educação científica pelas políticas educacionais, dos objetivos e finalidades atribuídos pela instituição na qual trabalha, do currículo escolar, de suas próprias crenças pedagógicas, das compreensões que possui acerca de como se dá o processo de ensino-aprendizagem e muitos outros fatores socioculturais que influenciam e tornam complexo o trabalho docente.

Partindo do objetivo de discutir a importância do uso de máscaras na proteção contra o SARS-Cov2 e, tendo a Física como ponto partida, poderíamos iniciar o percurso trabalhando o conceito de ordem de grandeza, contextualizando-o com relação aos conhecimentos biológicos sobre as dimensões dos vírus e relacionando-o com as características dos meios nos quais eles conseguem se propagar.

Tais aspectos podem subsidiar a discussão de medidas de saúde pública, sobre controvérsias envolvendo evidências científicas sobre a qualidade da proteção oferecida por diferentes tipos de máscaras, sobre a necessidade de medidas para incentivo e fiscalização de seu uso, sobre questões relacionadas ao seu descarte e sobre a circulação de informações sobre – inclusive as falsas - nas mídias sociais, entre outras. Tais escolhas podem, e devem, ser articuladas a objetivos presentes nas recomendações curriculares, ao projeto pedagógico da escola, aos interesses, necessidades e expectativas dos estudantes em relação ao tema.

## **Contexto e natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífico

**Natureza das atividades:** Organizada em cinco âmbitos: interdisciplinaridade; controvérsias, natureza da ciência, história da ciência e *fake news*

## **Fundamentação teórico-metodológica**

Atualmente é comum encontrarmos referências à necessidade de considerar as dimensões sociais da ciência em diversos documentos de política curricular, nacionais e internacionais. Essa intensa e frequente presença, entretanto, obscurece o fato de que tais recomendações são relativamente recentes. Elas datam de meados dos anos 1960, quando se percebeu de forma mais abrangente que o cumprimento da promessa feita no Iluminismo, de que o desenvolvimento científico resultaria na melhoria da qualidade de vida, não se deu de forma igualitária na sociedade e implicou consequências negativas do ponto de vista ambiental. A partir de então, especialmente nos países anglofônicos do hemisfério norte e na Europa, consolidou-se um movimento de reestruturação curricular que propunha a problematização das relações entre ciência-tecnologia-sociedade e passou a ser conhecido, na América Latina, pelo acrônimo correspondente, CTS. Nestes países, sobretudo no Brasil, o diálogo com o pensamento de Paulo Freire, permitiu - e tem permitido - explorar dimensões éticas e críticas das relações CTS, bem como sua importância para o desenvolvimento de projetos educacionais que levem à emancipação e à promoção da justiça social.

Desta maneira, articulam-se a temas da realidade local, considerando dimensões culturais nas práticas de produção de conhecimento científico, tratando de controvérsias internas e externas à ciência, questionando o papel do cientista na sociedade, analisando políticas de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico, entre outros objetivos (Martins et al. 2020). No que diz respeito ao ensino

de Física no Brasil, uma inspeção das atas dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF) quanto dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), promovidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), revela a preocupação da comunidade nacional com tais questões e as conexões feitas com temas tão diversos quanto produção de energia, segurança no trânsito, uso de radiação ionizante na medicina.

Ao longo dos últimos anos, o debate sobre CTS se ampliou e diversificou. Programas de pesquisa sobre temas controversos, questões socialmente vivas, questões sociocientíficas (QSC), entre outros, são, de certa forma, tributários ao movimento CTS. De acordo com Lima e Martins (2013) existem aproximações entre currículos CTS e as abordagens de QSC na medida que ambos valorizam atividades práticas, trabalhos de campo, simulações de situações cotidianas, que estimulam a reflexão e o debate sobre aspectos da ciência e da tecnologia na sociedade. Por outro lado, a abordagem das QSC destaca a importância da compreensão de aspectos da natureza da ciência e da consideração de valores morais na tomada de decisão envolvendo ciência e sociedade.

As propostas didáticas baseadas em QSC, quando adotadas como estratégia ou método na educação científica, tendem a estimular discussões interdisciplinares sobre determinado tema, geralmente veiculado nos meios de comunicação de massa, capaz de promover a argumentação por parte de professores e alunos (Hodson, 2013). Nesse sentido, Reis (2013) afirma que o trabalho com QSC pode contribuir para uma melhor aprendizagem dos conteúdos científicos e para o desenvolvimento cognitivo e ético dos estudantes. Sob o ponto de vista de Bencze et al (2014), as atividades educativas apoiadas em QSC podem ainda, desenvolver habilidades de busca, seleção, análise, discussão e avaliação de informações sobre temas controversos, possibilitando que o aluno se envolva em um processo investigativo.

Em nosso grupo de investigação, temos explorado as potencialidades das

QSC em atividades educativas em projetos que envolvem a colaboração entre universidade e escolas da educação básica. Tais ações de formação são fundamentadas no reconhecimento da escola como local de produção de conhecimento (Nóvoa, 2017), na valorização da autonomia do professor no exercício da docência (Contreras, 2002) e na promoção de um diálogo horizontal entre pesquisadores, formadores de professores e professores, em formação e em exercício (Corrêa et al, 2018). Estes trabalhos, realizados entre 2017 e 2019, trataram de temas como as possibilidades e limites para uma alimentação saudável, movimento anti-vacina, as controvérsias em torno da ida do homem à Lua, relações entre o fluxo de matérias-primas e os padrões de consumo no mundo, entre outros.

Em 2020, a demanda por abordagens curriculares da pandemia da Covid-19 caracterizou, mais uma vez, a irredutibilidade deste tipo de questão a dimensões exclusivamente científicas. Ficou muito claro que tanto seu entendimento quanto seu enfrentamento dependem da consideração de aspectos ambientais, epidemiológicos, econômicos, políticos, sociais e históricos. Entretanto, a implementação deste tipo de abordagem pode encontrar obstáculos uma vez que sua efetivação pode depender de transformações na formação de professores e cultura organizacional das escolas, que privilegiam arranjos disciplinares.

Neste contexto decidimos investir em um modelo que pudesse subsidiar a análise e o desenvolvimento de abordagens para QSC nos currículos da educação básica, de forma a sugerir interfaces conceituais e pedagógicas. Neste trabalho, discutimos brevemente este modelo e apresentamos seu potencial para orientar o desenho de sequências didáticas para o ensino de Física, estabelecendo relações com diferentes disciplinas e dialogando com a necessidade de ampliar o repertório conceitual dos estudantes no que diz respeito a uma um tema que tem sido objeto de controvérsias em contextos cotidianos em tempos de pandemia, qual seja, a recomendação para o uso de máscaras.

De acordo com Martins et al. (2020), para uma discussão mais aprofundada sobre a Covid-19, sob a ótica de uma QSC, torna-se necessário identificar conhecimentos disciplinares e interdisciplinares, considerar aspectos da natureza da ciência, problematizar controvérsias e, ainda, combater a desinformação. Estes autores organizaram as dimensões envolvidas na Covid-19 em um modelo que se organiza em cinco âmbitos, a saber: interdisciplinaridade; controvérsias, natureza da ciência, história da ciência e *fake news* (Martins et al., 2020). Cada um destes âmbitos é especificado de forma a balizar a análise da questão sociocientífica e permitir que professores das diferentes áreas do conhecimento abordem a pandemia como uma QSC em sala de aula.

A análise permite a elaboração de perguntas motivadoras, cujas respostas podem ser encaminhadas por meio da condução de sequências didáticas, envolvendo leitura de textos, realização de experimentos, proposição de jogos, trabalho com vídeos, entre outros.

A consideração da **interdisciplinaridade** permite identificar quais e como distintos campos disciplinares estão envolvidos na conceituação da QSC. No caso da pandemia, a Biologia nos daria elementos para compreender a natureza do vírus e suas formas de replicação, a Matemática nos ajudaria a entender análises de risco e projeções de contágio, a Física esclareceria o funcionamento de um respirador, a Química explica a ação sanitizante do álcool 70%, a Geografia permite associar aspectos climáticos a rotas de contaminação, a Educação Física destaca a importância do exercício físico para a imunidade. No âmbito das **controvérsias**, podemos distinguir entre as que são internas à ciência, como se justificam as divergências entre cientistas, e aquelas que contrapõem argumentos científicos a considerações de ordem social, política ou econômica, como aqueles verificados no contexto da polêmica em torno de um *lockdown*.

Este âmbito se relaciona intimamente com questões ligadas à **natureza da**

**ciência**, isto é, questões que dizem respeito aos processos de produção do conhecimento científico, incluindo a lógica da investigação empírica, o consentimento esclarecido dos participantes das pesquisas envolvendo seres humanos, a confiabilidade dos resultados dos testes clínicos e as questões de propriedade intelectual da vacina. Juntamente com a consideração de aspectos da **história da ciência**, podemos contextualizar o papel social das instituições e dos cientistas, interpretações em disputa e o estabelecimento de consensos. Finalmente, análise das formas pelas quais as informações científicas circulam nos diversos espaços sociais, incluindo o combate à difusão de *fake News*, que promovem a desinformação e a manipulação.

Vale destacar que este modelo não se configura como um caminho único e fechado em si próprio, pelo contrário, abre margens para que o professor elabore, crie e proponha estratégias para a discussão sobre o tema Covid-19. Estimula-se assim, a autonomia docente no processo de adaptação e recontextualização das proposições na construção de seu planejamento pedagógico. O modelo foi utilizado no desenvolvimento do site “Questões Sociocientíficas na Educação” ([www.qsc.nutes.ufrj.br](http://www.qsc.nutes.ufrj.br)) e, neste trabalho, serviu como base para a proposta de sequência didática que trata a pandemia como uma QSC e que pode ser usada por professores de Física. O foco temático é a eficácia do uso de máscara como forma de prevenção de contaminação pelo Sars-CoV-2.

A partir dessas propostas, nos propomos a discutir o processo de elaboração de uma sequência didática contextualizada a partir de QSC. Sequências didáticas são entendidas por Zabala (1998) como: (i) uma atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experiencial dos alunos, (ii) a explicação das perguntas ou problemas que esta situação apresenta, (iii) coleta, seleção e classificação dos conhecimentos envolvidos e (iv) generalização e comunicação das conclusões tiradas. Essa forma de definir uma sequência didática dialoga com a

construção de atividades de ensino a partir de QSC.

A elaboração de propostas contextualizadas para o ensino de ciências por meio das QSC implica olhar para problemas que afetam a sociedade a partir de variadas perspectivas, mobilizando ferramentas conceituais de diferentes áreas do conhecimento. Para tanto, é importante analisar a QSC a partir dos diferentes âmbitos propostos.

Organizado na forma de um quadro, os diferentes âmbitos articulam-se numa rede complexa de possibilidades, de caminhos a serem seguidos pelos professores na elaboração de seus trabalhos. Pode-se escolher qualquer ponto de partida. Ao escolher um caminho, vários outros se abrem, cabendo ao professor a escolha do percurso para atingir os objetivos que desenhou para sua atividade. É importante deixar claro que esses caminhos podem ser trilhados pelo professor tendo como companheiros seus estudantes, ou com mais parceiros. Ele pode ser percorrido por mais professores, juntos, iluminando pontos diferentes da trilha com diferentes cores.

No caso da presente proposta, o modelo foi utilizado para a discussão acerca do uso de máscaras como proteção contra a Covid-19, uma temática abrangente e atual, que pode ser vinculada ao ensino de Física, e que é atravessada por diferentes áreas do conhecimento, que vão desde questões científicas interdisciplinares até aspectos políticos e sociais. O objetivo da sequência é problematizar argumentos envolvidos no debate sobre o uso de máscaras, que incluem sua eficácia como barreira protetora do vírus, seus custos, seu caráter descartável, entre outros. O Quadro 1, a seguir, mostra como a questão foi analisada em termos dos âmbitos propostos pelo modelo de Martins et al (2020) e as perguntas elaboradas sobre o tema a partir desta análise.



Quadro 15.1: Problematização do uso de máscaras na prevenção da Covid-19 como QSC no Ensino de Física com base no modelo de Martins et al. (2020). Fonte: os autores.

Âmbitos das QSC	Especificação dos âmbitos		Perguntas motivadoras
<p>Interdisciplinaridade</p> <p>Conhecimentos necessários ao entendimento das questões</p>	<p>Que campos disciplinares/acadêmicos estão envolvidos?</p>	<p>Matemática</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como são desenvolvidos os cálculos que expressam a taxa de contaminação?</li> <li>- Como interpretar a taxa de contaminação?</li> </ul>
		<p>Biologia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O que é um vírus?</li> <li>- Quais as suas dimensões?</li> <li>- Como o vírus se propaga?</li> <li>- Quais são as formas possíveis de contágio?</li> <li>- Quais métodos podem ser adotados para conter a propagação do vírus?</li> </ul>
		<p>História</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais pandemias aconteceram na história?</li> <li>- Quais medidas sanitárias e de proteção foram adotadas em outras pandemias?</li> </ul>

		Geografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como outros países foram afetados pela disseminação do vírus?</li> <li>- Quais as medidas sanitárias e de prevenção do contágio foram adotadas pelo mundo?</li> </ul>
		Educação Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como o descarte irregular das máscaras tem afetado o meio ambiente?</li> <li>- Como deve ser feito o descarte?</li> </ul>
		Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual a ordem de grandeza da dimensão de um vírus?</li> <li>- O que átomos e moléculas têm a ver com o deslocamento do vírus pelo espaço?</li> <li>- Por que existem prazos de validade para o uso de máscaras?</li> <li>- Quais fatores interferem nesse tempo?</li> <li>- Existe alguma força que mantém os vírus presos às superfícies?</li> <li>- O tipo de superfície importa?</li> </ul>

<p>Controvérsia</p> <p>Controvérsias envolvidas</p>	<p>Dimensão Sociopolítica</p>	<p>Políticas públicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que mecanismos podem ser criados para incentivar o uso de máscaras?</li> <li>- Como realizar a fiscalização do uso de máscaras?</li> <li>- Quais órgãos de governo e quais esferas públicas precisam se envolver na elaboração dessas políticas?</li> <li>- Quais parcerias precisam ser buscadas para a elaboração dessas políticas?</li> <li>- O que fazer quando há resistência individual ao uso das máscaras?</li> <li>- Como escolas e igrejas podem contribuir para o esclarecimento da população acerca da importância do uso de máscaras?</li> </ul>
		<p>Questões sociais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como fazer com que populações em condições de vulnerabilidade usem máscaras?</li> <li>- Devemos obrigar o uso de máscaras às pessoas?</li> </ul>
		<p>Questões econômicas</p>	<p>A máscara vista como mercadoria. - Quais os efeitos provocados sobre o uso de máscaras quando a encaramos como um acessório e não como item essencial de proteção?</p>

	Dimensão científica	Envolvendo a ciência e outros âmbitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualquer máscara protege ou existe um tipo mais eficaz?</li> <li>- Apenas o uso de máscaras é suficiente para a redução do risco de contágio?</li> </ul>	
		Internas à ciência	Construção de evidências	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devemos usar ou não as máscaras?</li> <li>- Quais modelos são melhores para explicar como as máscaras são capazes de reduzir o risco de contaminação?</li> </ul>
<p>Natureza da Ciência</p> <p>Elementos que tratam da construção, afirmação e organização do conhecimento científico</p>	Construção do conhecimento		Inferências (e ações) baseadas em observações empíricas e experiências	- Como construir evidências acerca da eficácia do uso de máscaras para a proteção contra a Covid-19?
	Ética		Questões éticas nas pesquisas	- Devemos obrigar o uso de máscaras às pessoas?

<p>História da Ciência</p> <p>História das ideias, práticas, instituições entre outras dimensões do fazer científico.</p>	<p>Casos históricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O negacionismo científico e a recusa às medidas protetivas é algo novo?</li> <li>- O que era a “Liga Anti-máscara” na pandemia da gripe espanhola?</li> </ul>
<p>Fake News</p> <p>Avaliação das informações relacionadas à conceitos físicos que circulam nas mídias.</p>	<p>Credibilidade das fontes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como as <i>fakes news</i> podem impactar na tomada de decisão da população durante uma pandemia?</li> <li>- A utilização da máscara pode causar outros problemas de saúde?</li> <li>- Como reagir a informações que se baseiam em métodos de investigação, como observações empíricas e experiências, que parecem contradizer evidências científicas favoráveis ao uso de máscaras?</li> <li>- Como combater as <i>fakes news</i>?</li> </ul>

## **Sequência de atividades: o uso de máscaras na pandemia da Covid-19**

Para tornar ainda mais claro o potencial do modelo proposto por Martins et al (2020) para seu uso como suporte ao trabalho dos professores, detalhamos a seguir uma proposta de sequência didática sobre o uso de máscaras durante a pandemia. Tal proposta tem objetivos semelhantes aos da sequência didática proposta por Kulesa et al (2021) que destaca aspectos conceituais e contextuais - em nível individual e coletivo - do uso de máscaras.

O uso de máscara é um dos mais importantes meios de se proteger. Está relacionada à etiqueta respiratória e foi reconhecida como um método eficaz na redução da probabilidade de contaminação em casos em que o distanciamento social não é possível. Seu uso é um problema de saúde pública que se apresenta como uma QSC na medida que não só envolve a discussão de tópicos científicos, mas também de questões éticas e morais (Zeidler e Nichols 2009, p.49)

Com o avanço da pandemia e diante da evidente recusa do uso da máscara, por grande parte da população, há necessidade de sensibilizar as pessoas sobre a importância do uso. Abordar esta questão com o apoio de argumentos baseados em evidências científicas pode ser uma maneira de efetivar este convencimento e de combater notícias falsas que desacreditam seu potencial de proteção.

O exemplo de sequência didática apresentada a seguir foi proposto por uma professora de Física do ensino médio da rede pública com base no diálogo com os âmbitos propostos no modelo. O objetivo geral é promover a sensibilização sobre o uso da máscara como forma de prevenção à contaminação pelo Sars-CoV-2. Tal objetivo está pautado nas orientações da Organização Mundial da Saúde que enfatizam o uso de máscaras como um dos principais elementos da política sanitária adotada durante a pandemia. O ponto de partida foi a consideração no âmbito da natureza da ciência, especificamente acerca da construção de evidências sobre a

eficácia do uso de máscaras para a proteção contra o Sars-Cov-2. Busca-se, a partir dessa pergunta, mobilizar conhecimentos que possam ser abordados no contexto curricular do ensino de Física e, ao mesmo tempo, permitam o diálogo com outros domínios disciplinares. A sequência está dividida em três etapas, cuja carga horária deve ser decidida pelo professor.

### *Atividade 1: Explorando conhecimentos prévios sobre o uso de máscaras*

A primeira etapa envolve a exploração de conhecimentos prévios sobre a importância individual e coletiva do uso de máscaras e sobre as controvérsias envolvendo a obrigatoriedade do seu uso pelas autoridades sanitárias. Nesta etapa, é possível estabelecer conexões entre os âmbitos da natureza da ciência e o âmbito das fake news, percebendo se os alunos mobilizam, ou não, informações falsas sobre o uso de máscaras. Estes elementos permitem uma problematização e a elaboração de questionamentos. Essa primeira parte da sequência configura-se como um convite para o engajamento dos estudantes com a questão abordada por meio de atividades discursivas que requerem avaliações de natureza moral e ética. Entre os recursos que podem subsidiar esta etapa estão alguns materiais para orientação do público, em geral, e para profissionais da saúde, em particular, disponíveis no site do Ministério da Saúde, publicados ao longo da pandemia<sup>85</sup>. Nestes, percebemos um crescente destaque para a importância do uso de máscaras pela população em geral, o que é coerente com as evidências científicas que foram sendo estabelecidas sobre seu papel

---

<sup>85</sup> <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.saude.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Cartilha-Infoacoes-Coronavirus.pdf&ved=2ahUKEwiU6lfypqTwAhWp5UCHclsCD0QFjABegQIAxAG&usg=AOvVaw2D-vvhjFiANCIUSk8nLq6z&cshid=1619728752371>

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.saude.go.gov.br/files/banner\\_coronavirus/GuiaMS-Recomendacoesdeprotecaotrabalhadore-COVID-19.pdf&ved=2ahUKEwiU6lfypqTwAhWp5UCHclsCD0QFjASegOIEBAC&usg=AOvVaw1MhFiz0Nu3HpElg4zsAO7D&cshid=1619728752371](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.saude.go.gov.br/files/banner_coronavirus/GuiaMS-Recomendacoesdeprotecaotrabalhadore-COVID-19.pdf&ved=2ahUKEwiU6lfypqTwAhWp5UCHclsCD0QFjASegOIEBAC&usg=AOvVaw1MhFiz0Nu3HpElg4zsAO7D&cshid=1619728752371)

protetor.

Atualmente, estando a pandemia ainda fora de controle, percebem-se recomendações mais extensas e detalhadas sobre formas de proteção, incluindo o uso da máscara como item essencial, em associação com a higienização das mãos, adoção de etiqueta respiratória e observação de medidas de distanciamento social. Essa primeira parte da sequência configura-se como um convite para o engajamento dos estudantes com a questão abordada por meio de atividades discursivas que requerem avaliações de natureza moral e ética.

### *Atividade 2: Construindo uma postura investigativa*

A segunda etapa centra-se na exploração do conhecimento científico necessário para dar suporte a uma postura investigativa sobre o problema. Conhecimentos no âmbito da Biologia serão mobilizados para que haja a compreensão sobre o que é um vírus e de suas dimensões. As formas de propagação podem mobilizar conceitos de física moderna, como o movimento browniano, e o funcionamento das máscaras como barreiras ao vírus devem fazer referência a forças eletrostáticas.

O aprendizado desses novos conceitos pode ampliar a capacidade dos estudantes em avaliar as informações que chegam a eles pelas diferentes mídias, além de ampliar seu repertório conceitual, o que pode ser útil para argumentação. Para melhor embasamento teórico, a professora elaborou materiais de apoio, que foram disponibilizados em forma de vídeos na plataforma YouTube. Um deles, disponível em <https://youtu.be/Qdy0RVsF8zg>, contém explicações acerca das características de um vírus e o segundo, que pode ser acessado em <https://youtu.be/Gh6Uy14Oe3A>, traz uma explicação sobre a maneira como o vírus se propaga pelo ar, relacionando aspectos microscópicos da matéria com eventos observáveis no mundo macroscópico.



### ***Atividade 3: Analisando tipos de máscara***

A terceira parte da sequência tem o objetivo de desenvolver uma atitude investigativa nos estudantes, desenvolvendo habilidades de busca, análise, discussão e avaliação. A atividade proposta é uma pesquisa em grupo na qual os estudantes têm como tarefa fazer o levantamento dos tipos existentes de máscara no mercado, seus mecanismos de proteção, suas respectivas eficácias, avaliando seus prós e contras, tais como os impactos provocados no meio ambiente, custo, disponibilidade etc. Propõe-se que eles discutam a relevância dessas informações para subsidiar a elaboração de políticas sanitárias de prevenção a disseminação do vírus Sars-CoV-2

A avaliação da sequência se dará por meio de texto construído pelos alunos, na forma de relatório, que poderá também ser apresentado como seminário para a classe. Espera-se explorar o uso de argumentação com base em evidências, por meio da atenção dada ao reconhecimento da legitimidade das fontes consultadas, da discussão acerca dos métodos de análise da eficácia das máscaras e da mobilização de conhecimentos científicos que tenham sido explorados ao longo da sequência didática desenvolvida.

### **Considerações Finais**

As QSC no Ensino de Ciências têm como um dos objetivos a introdução de uma aprendizagem científica mais significativa, articulada com as mais diferentes áreas do conhecimento e vieses que compõem nossa sociedade. Levinson (2006) aponta que a abordagem de QSC em sala de aula permite uma formação de cidadãos bem-informados, responsáveis, críticos e engajados ética e politicamente, capazes de atuar na busca de maior justiça social e sustentabilidade ambiental.

Contudo, pensar e construir uma atividade que envolva temas sociocientíficos capazes de proporcionar ao estudante criticidade, poder argumentativo e responsabilidade social não é uma tarefa simples. Para isso, ao construirmos a

sequência didática apresentada neste capítulo, precisamos detalhar todos os aspectos e áreas do conhecimento que envolviam a discussão acerca da utilização das máscaras como medida protetiva contra a propagação e contaminação pelo vírus. Esse processo tornou-se mais enriquecedor à medida que fomos abrindo o tema e detalhando suas possibilidades de discussão seguindo os âmbitos apresentados no Quadro 15.1.

O modelo proposto por Martins et al (2020) é explorado neste capítulo como um caminho possível na construção de atividades de ensino para a abordagem de temáticas complexas e multifacetadas. Este modelo não é o único para o desenvolvimento de sequências didáticas a partir de QSC, mas constituiu-se como uma possibilidade para que o professor estruture suas propostas a partir de diferentes âmbitos, que revelam os entrelaçamentos existentes entre as disciplinas curriculares e o processo de construção do conhecimento.

Partindo de um problema que afeta a sociedade, os professores se empenham numa tarefa de leitura de mundo, de natureza reflexiva e crítica, na qual a postura investigativa se mostra como fundamental para a construção das perguntas motivadoras e, posteriormente, das sequências didáticas. A escolha do problema a ser tratado depende do contexto de trabalho dos professores e pode ser construída a partir do diálogo com seus estudantes. Como nos diz Freire (2017) “a inquietação em torno do conteúdo do diálogo é a inquietação em torno do conteúdo programático da educação” (p. 115-116).

Quando os professores se debruçam com seus estudantes na exploração do mundo em busca dos conteúdos da educação, juntam-se nessa busca de apreensão da realidade os conteúdos e conceitos das inúmeras disciplinas escolares. Estes que se encontravam dispersos e isolados, diminuídos em sua potência, podem ser mobilizados em conjunto e em articulação com os diferentes âmbitos que compõem uma QSC e contribuir para formar cidadãos capazes de agir socialmente, exercendo

seu poder de tomada de decisão, contribuindo assim para a construção de uma sociedade democrática e livre.

## Referências Bibliográficas

- Bencze, J.L., Carter, L., Krstovic, M. (2014). Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists' Consumerist Strategies. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 2, p. 39-56.
- Contreras, J. (2002). *Autonomia de Professores*. Editora Cortez, São Paulo.
- Corrêa, M., Silva, G. S. F, Martins, I. (2018). Codocência e estágio supervisionado: um processo horizontal de formação de professores de ciências, *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis*, Número Extraordinário, 2018.
- Freire, P. (2017). *Pedagogia do Oprimido*. Paz & Terra, Rio de Janeiro/ São Paulo.
- Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v.13, n.4, p.313-331.
- Kulesa, L.S. et al. (2021). Dilema social: O uso de máscaras na pandemia da Covid-19 in *Questões sociocientíficas sobre Covid-19: Sequências didáticas para a educação básica*. Org. Scarpa D. L. et al, São Paulo, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education*, v.28, n.10, p.1201-1224.
- Lima, A., & Martins, I. (2013). As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013, p. 1-8.
- Martins, I., & Quintanilla-Gattica, M.; Amador-Rodriguez, R.; Cabrera; Daza, S.; Opina-Quintero, N.; Perera, J. (2020). Breves aproximaciones sobre la história, las tendencias y las perspectivas del movimiento CTS en America Latina *Boletim da AIA-CTS*, v. 12, p. 99-104.

- Martins, I. G. R., Rocha, M. B., Mejia-Caceres, M. A., Costa, P. M. M., & Machado, S. L. (2020). A pandemia da COVID-19 como questão sociocientífica: aportes do Instituto NUTES para professores e estudantes da educação básica. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v.16, n.44, p. 31-42.
- Nóvoa, A. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: Uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 1, p. 1-10.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Zeidler, D. L., Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, v. 21, n. 2, pp. 49-58.

ARMANDO GIL FERREIRA DOS SANTOS  
GLORIA REGINA PESSOA CAMPELLO QUEIROZ

---

# 16. CONSCIÊNCIA PLANETÁRIA COMO UMA POSSIBILIDADE DE APROXIMAÇÃO DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS À EDUCAÇÃO EM DIREITOS HUMANOS

---



## Objetivos da sequência

Por que aproximar a Educação em Ciências aos Direitos Humanos? Entendemos que a pluralidade da ciência no contexto educacional ajude bastante na reflexão de questões de vulnerabilidade social, sendo um dos desafios da escola perceber e problematizar violações aos Direitos Humanos tão presentes no sofrimento de crianças e adolescentes. Portanto, este trabalho é uma oportunidade para os nossos alunos combaterem o descaso social com relação à raça, saúde, gênero, condições de moradia e problemas ambientais, entre outros aspectos vulneráveis.

Portanto, este trabalho tem como objetivo promover ações didáticas que possam eliminar a ignorância honesta<sup>86</sup> sobre conhecimento científico pertencente à educação, conforme Engeström (2002, p. 180) descreve na obra “Uma introdução a Vygotsky” de Harry Daniels (2002). A ideia é fugir da encapsulação do conhecimento pois ao enfeitar o tema didático apenas com nomenclatura vazia de conceituação o ensino de ciências se presta apenas a avaliações superficiais por provas e testes, mas resulta em uma estupidez sintética<sup>8</sup> que acompanha o sujeito com equívocos do conhecimento adquirido por fontes aparentes e ilusórias. Por essas questões, enfatizamos a importância da codocência neste trabalho trazendo Roth e Tobin (2004, p. 161) que metaforicamente reconhecem “a codocência como o ato de ensinar no cotovelo de outro professor, assumindo a responsabilidade compartilhada durante todo processo.”

---

<sup>86</sup> O termo provocador “ignorância honesta” é utilizado no texto do autor Wagenschein, (p.42-43) citado por Engeström (2002, p.180) na obra “Uma introdução a Vygotsky” de Harry Daniels que explica como o homem moderno aprende frequentemente de forma superficial aquilo que a ciência natural poderia ter-lhe ensinado conceitualmente melhor, ou seja, aprendeu mal por meio do ensino. E quando existem as concepções incompletas elas persistem ao longo do tempo como uma falsa erudição, tornando-se o que o autor chama de “estupidez sintética”. Exemplos: é a gravidade, por causa da densidade...

A capacidade de argumentação e compreensão sobre a percepção do sujeito como parte de um sistema para além do nosso planeta amplia o propósito que se pretende alcançar com esta sequência didática que tem como abordagem os conceitos astronômicos na perspectiva transcendente à visão ingênua de Universo. Assim sendo, optamos para este trabalho por estudantes que estejam cursando o 9º ano do ensino fundamental, pela proximidade da transição para o ensino médio e o fechamento desse ciclo escolar. A realização desta sequência didática pode ser adaptada à realidade de cada instituição de ensino.

Em algumas escolas, neste segmento, as aulas de ciências da natureza são fragmentadas no currículo e ministradas por professores de biologia, física e química, o que não impede a utilização desta sequência didática se apenas um professor de ciências estiver na regência de turmas do 9º ano. Pensamos em 50 minutos para cada tempo de aula e a distribuição das atividades podem ser adaptadas à realidade de cada turma. Não descartamos a possibilidade de uma proposta extraclasse no contraturno para o desenvolvimento desta sequência didática, combinando o local, os dias e os horários com os integrantes. A busca por articulações interdisciplinares com as demais áreas do conhecimento pode ser realizada pela codocência de dois professores colaboradores, sendo um de ciências e outro de geografia, por exemplo, na perspectiva de um ensino sobre a ciência e sua natureza, respeitando aspectos culturais, sociais e políticos na construção de uma sociedade mais justa.

Nossa opção educativa transversal que prioriza particularmente conteúdos atitudinais e axiológicos alinhados a este trabalho é a abordagem CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), considerada hoje um campo de trabalho pedagógico “de caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar por convergirem nele disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico”, como defendem Bazzo, Linsingem e Pereira (2003, p. 125), se constituindo

em mais um espaço e oportunidade para o desenvolvimento do trabalho educativo entre pares na modalidade da codocência.

## **Contexto e natureza**

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífico

**Natureza das atividades:** Enfoque CTS

## **Fundamentação teórico-metodológica**

Há muito tempo que as relações entre o homem e o nosso planeta vêm sendo construídas historicamente por diversas tensões e interferências causadas pela falta de políticas coletivas e plurais com a dimensão de horizontalidade para o debate entre as esferas públicas de decisão e a sociedade, sendo afastada também do diálogo a comunidade científica, quando todas deveriam ter voz e escuta ativas e buscar juntas as possíveis soluções para os problemas socioambientais em crise nos últimos anos. Este cenário tempestuoso entre as ações políticas e as necessidades sociais permite mostrar o tamanho dos desafios postos a vários setores da sociedade e as dificuldades de seu enfrentamento por justiça social.

A educação é parte de um todo social que oportuniza o diálogo entre a escola e o “mundo selvagem”<sup>87</sup>(Mattos, 2019), possibilitando caminhos no campo pedagógico para que as boas práticas de ensino possam promover novas

---

<sup>87</sup> Expressão ouvida no seminário em vídeo no formato *Stream* em tempos de pandemia da COVID-19, produzido pelo Professor Cristiano Mattos sob o título: Teoria da Atividade Socio-Histórico-Cultural e Ensino-Aprendizado de Conceitos pelo Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Complexidade – ECCo – USP, 2019. Com mundo selvagem o palestrante se refere ao mundo vivido, defendendo a ideia de que se busque uma pedagogia aplicada aos aspectos multiculturais que considere as demandas socioemocionais e criativas, além da possibilidade do pensamento crítico sobre os problemas políticos, sociais e ambientais, opondo-se ao que ele chama de pedagogia da padronização da educação ou pedagogia do teste.



aprendizagens com a perspectiva responsável de analisar situações-problema de natureza social, cultural, ambiental, política, econômica e tecnológica e, a partir delas, buscar por possíveis soluções por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (Auler, 2007).

Para uma abordagem CTS, conforme Palacios, Galbarte e Bazzo (2005, p. 149), é importante entender que “o professor precisa promover uma atitude criativa, crítica e interdisciplinar, na perspectiva de construir coletivamente a aula e espaços de aprendizagem que desenvolvam e favoreçam articulações de conhecimentos argumentativos e contra argumentativos sobre a ciência e a tecnologia.” Eis uma proposição didática para encaminhar o ensino de ciências a um projeto de sociedade que permita trazer um contexto exploratório e conhecimentos científicos com valores universalizáveis, com os quais a “Educação em Direitos Humanos seja capaz de fornecer uma base ética para que, ao compreender os conteúdos de Ciência em seu contexto social, econômico e cultural, o estudante consiga posicionar-se como cidadão entre o cotidiano e o contexto social” (Oliveira & Queiroz, 2016, p. 79).

Visando impulsionar a busca por oportunidades de uma prática docente crítica no ensino de Física emerge uma interessante questão para este trabalho: que ações educativas nas quais o ensino de ciências, neste caso a Física, podem ajudar a formar cidadãos que lutem para assegurar o exercício pleno de seus direitos e deveres em sociedade com o olhar às questões de justiça social? Esta tarefa pode se tornar um grande e interessante desafio para o professor quebrar o isolamento disciplinar na escola e aprender a ensinar em parceria com outras áreas do conhecimento. Por outro lado, sabemos que não é tão simples assim, uma vez que os compromissos para o cumprimento de quadros de conteúdos conceituais, inúmeras expectativas de aprendizagens, diversas avaliações formativas e cronogramas de atividades nas escolas tornam quase impossível cogitarmos em encontrar uma brecha didática para o desenvolvimento de um trabalho docente diferenciado, desafiante e até mesmo

subversivo aos modelos hegemonicamente curricularizados.

A partir de informações do saber científico encontradas em publicações de livros, periódicos e instrumentos midiáticos, é possível, em uma perspectiva pedagógica, pensarmos em caminhos que possam ampliar a capacidade reflexiva e crítica dos nossos estudantes, respeitando e reconhecendo a potencialidade na relação dos dois lados separados pelos muros da escola, ou seja, o escolar e o da vida cotidiana. Ao foco e abrangência exclusivos ao conhecimento escolarizado, Engeström (2002) vai chamar de “encapsulação da aprendizagem”, ou seja, nem sempre é utilizado o conhecimento fora da escola para sustentar a aprendizagem na escola e vice-versa. O autor traz como oportunidade para romper com essa encapsulação a “abordagem da aprendizagem expansiva, constituída no contexto da crítica, do contexto da descoberta e do contexto da aplicação dos conteúdos curriculares capazes de transcender as fronteiras institucionais da escola num instrumento coletivo” (p. 196-197).

Mesmo diante dos desafios colocados diante de tal abordagem, não podemos fechar os olhos para as adversidades de uma sociedade com problemas socioculturais que levam à exigência de processos de construção e reconstrução do conhecimento dos indivíduos para lidar com as questões sobre cidadania, valores de justiça, ética, meio ambiente, desigualdade social e a grande vulnerabilidade social. Estas questões estão “vivas” dentro das escolas como uma lista de necessidades para o desenvolvimento de práticas pedagógicas cidadãs, democráticas e responsáveis que sejam capazes de tocar o problema e permitir que os alunos por meio da reflexão de “temas controversos como conteúdos problematizados, tenham atitudes e valores para agirem no mundo” (Gordillo, 2019, p. 69-70).

Um simples recorte nos problemas socioculturais pode ser realizado a partir do olhar para o planeta Terra no Cosmos e considerar as questões sobre meio ambiente em um ambiente posto como um contexto exploratório que está para além

da natureza, porém a incluindo, onde a sociedade e o ser humano participam de um complexo sistema de relações responsáveis pelo equilíbrio e sustentabilidade da vida.

Sendo assim, destacamos os processos educativos e o sistema educacional brasileiro pautados na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018, p. 8) que descreve, entre outras incumbências e compromissos, “as competências gerais que asseguram aos estudantes a mobilização dos conhecimentos, das habilidades, das atitudes e dos valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”. Entretanto, o meio ambiente na perspectiva social como indicador de desenvolvimento de um país é tratado como tema transversal.

Além disso, a BNCC tem sofrido críticas por preestabelecer competências e por considerar que a escola pode desenvolver todas as competências que os alunos precisam para atuarem na sociedade, dando a impressão de que a escola consegue dar conta de todas as demandas. Ribeiro (2019, p. 205) critica na BNCC “as operações saber-poder articuladas em um jogo político no qual se restringe a educação ao reconhecimento do já suposto dado, como se tratasse de um “patrimônio” essencial a disposição de todos.” O autor anuncia e denuncia um esvaziamento à questão das competências no texto da BNCC, pois não há uma discussão que evidencie esse princípio já criticado por pesquisadores estadunidenses por sua inoperância em seu sistema de ensino, assim como no Brasil

Por outro lado, é possível encontrarmos brechas para uma proposta interdisciplinar nos Temas Contemporâneos Transversais - TCT (Brasil, 2019), pois fazem parte do terceiro documento oficial na versão final da BNCC, indicando seis macroáreas temáticas: meio ambiente, economia, saúde, cidadania e civismo, multiculturalismo, ciência e tecnologia. O documento defende a existência de múltiplas possibilidades didático-pedagógicas para a abordagem dos TCT e que

podem integrar diferentes modos de organização curricular. Tais possibilidades envolvem, pois, três níveis de complexidade: intradisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar. Selecionamos no texto, a presença da palavra interdisciplinaridade que implica “o diálogo entre os campos dos saberes, em que cada componente acolhe as contribuições dos outros”, ou seja, há uma interação entre eles (Brasil, 2019, p. 12-16).

Neste pressuposto, um TCT pode ser trabalhado envolvendo dois ou mais componentes curriculares, surgindo assim a possibilidade de trabalho docente por meio da elaboração de projetos pedagógicos interdisciplinares, sequências didáticas e aulas na perspectiva da codocência (Roth & Tobin, 2004; Silva & Mattos, 2019), ou seja, com a presença de dois ou mais professores atuando juntos no processo de ensino-aprendizagem. O tema consciência planetária (Oliveira, 2009) na perspectiva do ensino de Física tem como objetivo tensionar os conceitos de Astronomia diante de nossa pequenez no Universo, para que os alunos da Educação Básica possam refletir criticamente sobre a importância das condições de vida no planeta Terra como um direito à vida saudável de todos os seres vivos.

Buscamos o entendimento da expressão consciência planetária em Oliveira (p. 9, 2009) como um “requerimento a um outro paradigma, no qual o ser humano se veja como parte da grande comunidade de vida, parte importante, sem dúvida, mas não como uma espécie com o direito de dominar as outras.” O autor se apoia nas bases do texto que compõem a Carta da Terra<sup>88</sup>, composta por dezesseis princípios que impulsionam um movimento social na escala global em direção a uma ética universalista dos direitos humanos, dos animais e da terra para um mundo mais

---

<sup>88</sup> A Carta da Terra, fonte: <https://earthcharter.org/wp-content/uploads/2021/02/Carta-da-Terra-em-portugues.pdf?x79755>. Acesso em 11/04/2021.

justo, sustentável e pacífico.

Entendemos a importância de as escolas propiciarem uma agenda de debates e projetos que possam trazer reflexões pela busca do “equilíbrio do ser humano consigo mesmo e com o planeta, mais ainda com o Universo.”, como é defendida por Gadotti (2005, p. 16). Em outras palavras, oportunizar a sensação de pertencimento ao Universo pelos estudantes desde a infância, com a perspectiva de justiça social para todos como uma estratégia pedagógica para enfraquecer as desigualdades sociais, culturais, raciais, geográficas e de gênero.

Inicialmente, encontramos no Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos - PNEDH que orienta as Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos (EDH), a serem observadas pelos sistemas de ensino e suas instituições no Brasil, a seguinte descrição: “Em tempos difíceis e conturbados por inúmeros conflitos, nada mais urgente e necessário que educar em direitos humanos, tarefa indispensável para a defesa, o respeito, a promoção e a valorização desses direitos.” (Brasil, 2018, p. 8). Esta apresentação no documento oficial nos permite articulações com os conceitos de cidadania e democracia, em que:

O processo de construção da concepção de uma cidadania planetária e do exercício da cidadania ativa requer, necessariamente, a formação de cidadãos(ãs) conscientes de seus direitos e deveres, protagonistas da materialidade das normas e pactos que os(as) protegem, reconhecendo o princípio normativo da dignidade humana, englobando a solidariedade internacional e o compromisso com outros povos e nações. Além disso, propõe a formação de cada cidadão(ã) como sujeito de direitos, capaz de exercitar o controle democrático das ações do Estado.

A democracia, entendida como regime alicerçado na soberania popular, na justiça social e no respeito integral aos direitos humanos, é fundamental para o reconhecimento, a ampliação e a concretização dos direitos. Para o exercício da cidadania democrática, a educação, como direito de todos e dever do Estado e da família, requer a formação dos(as) cidadãos(ãs). (Brasil, 2018, p. 10)

Apesar das orientações oficiais que oportunizam o desenvolvimento de trabalhos pedagógicos sobre as ações de educação em direitos humanos nas escolas, poucas produções são encontradas na literatura e ainda carecemos de materiais de apoio, conforme vasta pesquisa realizada pelas professoras Vera Candau e Susana Sacavino (2013, p. 66) que defendem uma “formação de grupos socialmente mais vulneráveis, formando sujeitos de direito”, por meio de estratégias pedagógicas ativas de ensino que permitam articular “diferentes dimensões cognitivas, afetivas e sociopolíticas fundamentais para uma construção coletiva e participativa”.

Segundo as concepções de Engeström (2016, p. 379-380), em uma aprendizagem expansiva, propiciamos “processos de aprendizado nos quais o próprio sujeito da aprendizagem é transformado de indivíduo isolado em coletivos e redes. Logo, os indivíduos começam a questionar a ordem existente e a lógica de sua atividade.” Nessa linha, apresentamos neste capítulo uma sugestão didática exploratória e argumentativa que viabilizasse o ensino da Física na educação básica sob o tema Consciência Planetária alinhada às ideias de Candau e Sacavino, na perspectiva sócio-histórico-cultural, com possibilidades de expansão da aprendizagem.

A base teórica desse trabalho está no conceito russo usado por Vygotsky chamado *obuchenie* que significa um processo dialético de adaptação mútua entre professor–professor, aluno–aluno e aluno–professor, pois:

Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. O termo que ele utiliza em russo (*obuchenie*) significa algo como “processo de ensino-aprendizagem”, incluindo sempre aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre as pessoas, a importância do ensino na vida dos seres humanos e as transformações que podem estimular o indivíduo para busca de seus ideais. (Oliveira, 1993, p.57).

Se a história é uma ciência que envolve as ações do ser humano no espaço-

temporal e a cultura é um conceito do conhecimento desenvolvido pelas atividades em relação à vida, podemos pensar na possibilidade articuladora da teoria histórico-cultural, na qual Vygotsky é um dos maiores expoentes, pois estamos falando de um sujeito que está em permanente transformação e desenvolvendo a sua relação com a cultura.

Para ampliar as relações entre pessoas, indicamos para o desenvolvimento deste trabalho, a modalidade de codocência<sup>89</sup> como uma oportunidade para ampliar as abordagens sócio-histórico-culturais deste tema interdisciplinar, a Consciência Planetária, com a perspectiva de colaboração entre os alunos de um determinado segmento escolar, ano-série e professores de diferentes áreas do conhecimento para que juntos no mesmo espaço e tempo. Mas, quais disciplinas podem ser parceiras na aprendizagem com a Física? A resposta poderá estar nas condições disponíveis para formação desta parceria. Quais os segmentos, anos/séries mais apropriados para o desenvolvimento deste trabalho? A resposta poderá estar na oportunidade deste tema contribuir com os referenciais curriculares com abordagens sobre a vida no nosso planeta.

Como é possível surgir a codocência nesta proposta de trabalho por meio de uma sequência didática? Com esta pergunta, abrimos espaço para conjecturas e nos permitimos responder metaforicamente: professores possuem um certo “aroma agradável que está impregnado na crença e no desejo, com o poder para atrair outros pelo mesmo cheiro”. Poderíamos adjetivar que esse fenômeno é marcado por empatia, sintonia, afinidade, mas que é humano e acontece a partir de inúmeras

---

<sup>89</sup> Ensinar e aprender a trabalhar entre pares para compartilhar experiências e alcançar outros saberes, aprender e criar teorias na prática, podendo assim falar sobre a prática e aprender tentando colocar a teoria (conhecimento propositivo) na prática, integram aos princípios e concepções sobre a codocência de Roth e Tobin (2004, p. 161).

possibilidades e condições do tempo e do espaço disponíveis para que esses dois sujeitos atuem juntos. Ou então concordar com as ideias de Pombo, Guimarães e Levy (1993, p. 14) ao dizer que “as razões para a interdisciplinaridade é uma aspiração emergente no seio dos próprios professores.”

Em tese, essa é uma das condições favoráveis para que aconteça o ato da codocência como prática de ensino, uma vez que dois professores com saberes distintos, se unem não por acaso, mas pela predisposição de constituir a parceria para o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar. Portanto, reconhecemos que professores de Física que se socializam, interagem com o outro e ficam engajados com o ensino colaborativo, percebem mudanças significativas em suas práticas docentes, pois aprendem a dividir/transferir responsabilidades, constroem e reconstróem suas identidades.

A prática da codocência permite elaborarmos aproximações que levam em conta as características do ensino que possibilite compreender a relação existente entre a prática pedagógica, no caso a sequência didática e suas finalidades e vinculações entre a prática e as exigências e condições de seus contextos sociais. Tais características desenharam um caminho para que professores em codocência construam as suas próprias autonomias profissionais, pois:

A autonomia dos professores em sala de aula, como qualidade deliberativa da relação educativa, se constrói na dialética entre as convicções pedagógicas e as possibilidades de realizá-las, de transformá-las nos eixos reais do transcurso e da relação do ensino. Porém, tal possibilidade de realização só pode se dar se os estudantes entenderem seu propósito e seu plano, e se o professor entender as circunstâncias e expectativas daqueles. (Contreras, 2002, p. 198).

Concordamos com o autor sobre a construção da autonomia profissional de professores que se desenvolvem profissionalmente a partir das suas convicções pedagógicas atribuídas à codocência como prática de ensino e nas relações sociais com o outro interessado e envolvido no mesmo contexto de valores educativos.



Portanto, a nossa sugestão é para o desenvolvimento desta proposta em um trabalho coletivo.

Nós somos um elemento dentro de um sistema bem mais amplo que chamamos de Cosmos, no qual o planeta Terra está integrado, capaz de modificar-se para assegurar ou não a sua condição acolhedora de seres e suas características. Portanto, é necessário repensarmos as nossas atitudes políticas em busca de sistemas sociais que oportunizem a todos o direito à vida saudável. Sendo assim, um dos caminhos pedagógicos que escolhemos para iniciarmos essa reflexão acerca da tomada de consciência de nossa condição cósmica tem sido por meio de uma sequência didática interdisciplinar.

Inspirados nas palavras “O mundo pode ser lido de muitas formas e depende muito do olhar de quem o faz, trazendo-nos tantas realidades quanto as leituras que delas são feitas.” escritas pelo professor Leonardo Boff em sua obra: *O despertar da água: o dia-bólico e o sim-bólico na construção da realidade* (1998), trouxemos o contexto proposto para este trabalho, a partir do local no Cosmos onde nós estamos, os conhecimentos científicos de fenômenos cíclicos astronômicos e a Terra como palco principal neste cenário.

A busca por uma consciência planetária na perspectiva sociocientífica, explorada por este trabalho, pode ser considerada como uma oportunidade de aproximação entre a educação em ciências e a educação em direitos humanos. Consideramos esta *sequência didática* (SD) um planejamento estratégico de mediação, no qual professores em codocência oportunizam uma reflexão sobre o que se pretende fazer (co-planejamento), como fazer (co-ensino) e como avaliar (co-avaliação), possibilitando-lhes optar por quais situações mais apropriadas para reconhecer e potencializar a expansão da aprendizagem dos alunos de um determinado modelo conceitual que, nesse caso, é a consciência planetária. Alguns pesquisadores têm investigado a produção, implementação, validação e avaliação de

*seqüências didáticas* de ciências (Zabala, 2000; Dolz, Noverraz & Schneuwly, 2004; Psillos, 2004; Machado, 2008; Giordan et al., 2011), considerando a etapa de planejamento de estratégias de ensino como algo de grande relevância.

## Sequência de atividades

A seguir, os quadros da seqüência adaptada (nossa elaboração), com base no esquema de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004):

<p>ATIVIDADE 1:</p> <p>Onde nós estamos? Vamos nos localizar?</p>		
<p><u>DESENVOLVIMENTO</u> – (Atividades a serem realizadas):</p> <p><b>1ª aula:</b> Solicitar para cada aluno em um papel em branco fazer um desenho à mão livre que represente o Cosmos e onde ele está localizado. Ao final, as produções deverão estar expostas no mural, varal ou fixadas na parede da sala de aula para que os professores possam analisar as imagens em conjunto com os seus alunos. Esta atividade opera como disparador de interesses sobre a bidimensionalidade do modelo representado na ilustração e a realidade tridimensional dos objetos celestes no espaço, bem como a relação de pertencimento do indivíduo no Cosmos diante de suas concepções prévias.</p> <p><b>Obs.:</b> Se houver dúvida no vocabulário, os professores poderão esclarecer.</p> <p><b>Próximo encontro na atividade 2:</b> Solicitar aos estudantes uma produção textual de apenas um parágrafo sobre quais são as relações do ser humano com o Cosmos.</p>		
<p>EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Localizar o indivíduo no Cosmos por construções de modelos mentais explicitados em desenhos.</li> </ul>	<p>RECURSOS:</p> <p>Papel branco, canetas, lápis de cor e borracha.</p>	<p>CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA:</p> <p>Reconhecimento do indivíduo situado no Cosmos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar o plano e o espaço dos elementos celestes e suas dimensões no Cosmos.</li> <li>• Estabelecer uma relação cósmica de pertencimento do indivíduo.</li> </ul>		
--	--	--

## ATIVIDADE 2:

O planeta Terra como ponto de observação do Sistema Solar e do Universo

DESENVOLVIMENTO – (Atividades a serem realizadas):

**2ª aula:** No primeiro momento, os professores recolherão as produções textuais dos alunos solicitadas na aula anterior para leitura crítico-reflexiva que aponte indicações de uma relação de pertencimento do indivíduo no Cosmos. Logo em seguida, os professores anunciarão uma sequência de quatro questões aos alunos: a) Quais são os objetos celestes observáveis no céu limpo de dia e de noite sem o uso de telescópios? b) O que difere cada um deles? c) Quais são as relações de movimento entre eles e a Terra? Quais são as relações da Astronomia com a vida nas diferentes culturas? Atenção especial às estações do ano e diferenças entre planetas e estrelas. As respostas dos alunos serão registradas numa folha branca de flip chart ou papel Kraft. No final da 6ª aula, os professores estabelecerão correspondências dos conhecimentos prévios dos alunos com os apropriados, valorizando suas respostas e os conteúdos científicos desenvolvidos a partir de duas propostas experimentais, com o auxílio de bolas de isopor, que poderão contribuir para ampliar o entendimento das quatro questões formuladas anteriormente.

**3ª e 4ª aulas:** Iniciar esta aula com as seguintes perguntas: O que vocês sabem sobre a Lua? Como ela é? Maior ou menor que a Terra? A que distância aproximada a Lua está da Terra? Ela aparece sempre com o mesmo formato no céu? Em seguida, as informações sobre a distância entre a Lua e a Terra e suas dimensões deverão ser disponibilizadas aos alunos pelos professores, além de 2 bolas de isopor com diâmetros identificados e uma fonte de luz para um ou mais

grupos da turma. A finalidade desta atividade é a construção de um arranjo modelando Sol-Terra-Lua na sala de aula ou no corredor da escola, sem a preocupação com o rigor nem tampouco com a precisão, mas próximos da proporcionalidade das informações fornecidas. O barbante deverá ser usado para representar os raios de órbita da Lua em torno da Terra.

Com a lâmpada acesa o professor pedirá aos alunos que reproduzam uma lua cheia, uma lua nova, um quarto crescente e um quarto minguante.

**Obs.:** Informações da Lua: a) o tamanho da Lua é um pouquinho maior que  $\frac{1}{4}$  da Terra. b) A distância média da Lua é 30 vezes o diâmetro da Terra. c) A maior distância da Lua é 31 vezes o diâmetro da Terra. d) A menor distância da Lua é 28 vezes o diâmetro da Terra.

**5ª e 6ª aulas:** Os professores solicitarão aos alunos que registrem nos seus cadernos, cenas de curiosidades do vídeo na internet de 10'30": "O que é um eclipse? Eclipse solar vs eclipse lunar" no link <https://youtu.be/65CyoCYkyeo>. Em seguida, será oportunizada uma sessão de conversa entre alunos e professores a respeito do conteúdo e uma breve análise sobre os eclipses, utilizando os mesmos recursos didáticos das bolas de isopor e a fonte de luz. Outro vídeo de 11'42": "Rotação síncrona da Lua" no link <https://youtu.be/ork5ACceuWM> será exibido com a mesma perspectiva da dinâmica anterior. A intenção pedagógica é proporcionar uma discussão sobre os movimentos da Lua como rotação, translação e a compreensão do fenômeno sobre as fases e o lado oculto. Por fim, como uma estratégia de avaliação da aprendizagem no processo evolutivo da sequência didática, os professores disponibilizarão as respostas dos alunos na 2ª aula e, por meio do diálogo, buscarão ajustes e correspondências de um repertório de representações prévias sobre a ciência após a realização desta atividade. Para esta atividade, a sugestão para leitura prévia do artigo: "A prática de pesquisa de um professor de ensino fundamental envolvendo modelos mentais de fase da Lua e eclipses" (Queiroz, de Souza & Machado, 2009).

**Próximo encontro na atividade 3:** Apresentação da análise dos professores sobre as produções textuais dos alunos na 1ª aula, na perspectiva de encontrar conteúdos atitudinais sobre as relações do indivíduo com o Cosmos.

<p>EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar as regularidades dos movimentos do</li></ul>	<p>RECURSOS:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bolas de isopor com diâmetros: 5cm e 20cm.</li></ul>	<p>CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• As fases da Lua e sua rotação síncrona.</li></ul>
---	---	--

<p>Sol, Lua e estrelas no céu.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciar estrelas e planetas no céu pelo seu movimento</li> <li>• Relacionar os ciclos astronômicos, as estações do ano, as fases da Lua e a contagem do tempo.</li> <li>• Identificar modelos do Universo em diferentes culturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tripé com uma lâmpada amarela de 150W.</li> <li>• Papel branco, barbante, trena, canetas, lápis de cor e borracha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eclipses.</li> <li>• As estações do ano.</li> <li>• A astronomia nas diferentes culturas.</li> </ul>
<p><b>ATIVIDADE 3:</b></p> <p>Ação predatória do planeta e o direito à vida saudável: um caminho para consciência planetária.</p>		
<p><u>DESENVOLVIMENTO</u> – (Atividades a serem realizadas):</p>		

**7ª aula:** No primeiro momento, os professores apresentarão um cartaz com a seguinte frase: “ONU quer água potável para todos em 2030” e enfatizarão que as Nações Unidas querem que os recursos hídricos sejam valorizados numa perspectiva individual e coletiva, pois mais de dois bilhões de pessoas no mundo têm dificuldades de acesso à água potável, segundo relatório mundial da ONU em que se aborda o valor da água<sup>90</sup>. Logo em seguida, os professores solicitarão aos alunos que formem grupos distintos de até 5 alunos para leitura de reportagens recentes pré-selecionadas sobre este problema mundial e, no final, mediarão uma roda de conversas, na qual o enfoque CTS possa ser entendido como uma forma democrática e pedagógica para entender os “aspectos do desenvolvimento tecnocientífico, tanto os benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também, as consequências sociais e ambientais que poderá causar” (PINHEIRO (2005, p. 29). Portanto, a água se torna o objeto desta sequência didática como um direito humano à vida saudável.

**8ª aula e 9ª aulas:** Os alunos assistirão ao filme: “O menino que descobriu o vento”, baseado na biografia de William Kamkwamba e Bryan Mealer e, por orientações dos professores, apontarão trechos das cenas em que o enfoque CTS salte aos olhos. É importante ressaltar que o desenvolvimento científico e tecnológico se atrelado aos Direitos Humanos pode ajudar no combate às desigualdades sociais no planeta. Ao término do filme, os professores organizarão os alunos em grupos distintos e distribuirão uma folha branca de flip chart ou papel Kraft e canetas coloridas tipo pilot para construção de painéis que apresentarão elementos do filme contextualizados socialmente, focando os conteúdos científicos e sociais registrados nas cenas, ou seja, uma representação do que a ciência e a tecnologia podem provocar na sociedade, ressaltando atitudes que impulsionem para um desenvolvimento mais justo e sustentável. No final, em 15 minutos, cada grupo apresentará o seu painel, estabelecendo pontes entre o conteúdo do texto “O valor da água” e o contexto do filme “O menino que descobriu o vento”. Antes de terminar esta atividade, os professores apresentarão as análises sobre os textos produzidos pelos alunos: quais são as relações que o ser humano tem com o Cosmos? A finalidade desta dinâmica é mostrar pontos de articulação de uma “base ética para que, ao compreender os conteúdos de ciência em seu contexto social, econômico e cultural, o estudante consiga posicionar-se como cidadão”, segundo Oliveira e Queiroz (2016, p. 78).

**Obs.:** Durante esta etapa da atividade, os professores poderão solicitar aos alunos que destaquem a Física e o conceito de energia nas condições mostradas no filme, analisando a transformação de energia eólica em elétrica e por fim mecânica.

Um experimento simples pode ser construído colocando-se um pequeno ímã no interior de uma bobina ligada a uma lâmpada. Quando o ímã é agitado dentro

da bobina a lâmpada se acende, em uma demonstração do resultado da indução eletromagnética provocada pela agitação.

**Próximo encontro na atividade 4:** Os professores solicitarão aos alunos em seus respectivos grupos que tragam um problema, uma questão ou um tópico existente em sua comunidade (bairro, município ou cidade) como tema na perspectiva ambiental que potencialize os objetivos educacionais no enfoque CTS.

**EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM:**

- Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade.
- Identificar diferentes formas de transformações de energia.
- Conhecer o conceito de energia limpa e acessível.
- Produção básica de energia elétrica por indução eletromagnética

**RECURSOS:**

- Texto O valor da água.
- Filme: O menino que descobriu o vento.
- Esquema do sistema utilizado no filme.
- Leitura do artigo: O cotidiano, o contextualizado e a Educação em Direitos Humanos: a escolha de um caminho para uma Educação cidadã cosmopolita

**CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA:**

- Problemas ambientais, origem e classificação de solos.
- Conhecimento do funcionamento de uma bomba eólica.
- Relações desiguais no âmbito geopolítico.
- Transformação de energia.

**ATIVIDADE 4:**

<sup>90</sup> Para conhecer mais sobre o relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água, fatos e dados. Fonte: [https://unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach\\_import\\_ab0f75c9-2b83-482e-b685-438274fef01b?&=375751por.pdf?to=12&from=1](https://unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_ab0f75c9-2b83-482e-b685-438274fef01b?&=375751por.pdf?to=12&from=1). Acesso: 15/04/2021.

A comunidade que queremos como um direito à vida saudável

DESENVOLVIMENTO – (Atividades a serem realizadas):

**10ª aula:** Os professores solicitarão aos grupos que apresentem os seus temas e uma breve explanação da situação atual do problema em sua comunidade. Logo em seguida, os professores proporão aos alunos que escolham por votação, qual tema gostariam de explorar para o desenvolvimento da atividade. Após a escolha do tema, os professores apresentarão aos alunos 5 setores da sociedade, dispostos da seguinte forma: associação de moradores (sociedade), agentes públicos (vereadores e/ou deputados), organizações não-governamentais (ONG), avaliadores de riscos ambientais (ciência) e estudos ambientais (empreendimentos). Cada setor da sociedade terá até 3 alunos representantes que atuarão em seus respectivos locais de fala.

**11ª aula:** O professor deverá organizar o lay-out da sala de aula destacando as mesas/cadeira onde as discussões ocorrerão entre os setores da sociedade e outra parte com a plateia dos moradores daquela comunidade (todos os alunos e professores, exceto aqueles que estão atuando). Neste momento, a dinâmica ocorrerá sem interferências de professores/alunos. No final, acontecerá o momento de votação dos moradores locais (plateia de alunos e professores), a respeito da solução encontrada para o problema (a favor ou contra) que será contabilizada e divulgada para todos os participantes, dando por encerrada a sequência didática. Consideramos o debate mais importante que a decisão final da dinâmica, por relacionar o lado lúdico aos planos da realidade e da ficção.

**Obs.:** A ideia nesta atividade é que antes os alunos estejam reunidos para discutirem a situação-problema e possam escolher os representantes que atuarão nos setores da sociedade. para estudarem as questões (problemas), atuarem como participantes, argumentarem com base na ciência e defenderem as suas posições sociais, culturais, políticas e econômicas no momento da dinâmica com a dramatização. Como sugestão, os professores poderão elaborar a avaliação sobre a proposta do trabalho desenvolvido com o grupo de alunos.

EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM:

- Estabelecer uma relação de pertencimento e responsabilidade para o desenvolvimento

RECURSOS:

- Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225.
- Responsabilidades de órgão públicos com o meio ambiente.

CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA:

- Perspectivas socioambientais: exemplos de recuperação ambiental.



<p>de um ser crítico às situações-problema do “mundo selvagem”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a consciência planetária.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizações sociais para conservação e preservação do ambiente e dos recursos naturais.</li> </ul>

Consideramos a presente proposta de sequência didática uma contribuição para o desenvolvimento de novas ações docentes, sendo acompanhadas, se possível, de pesquisas no campo do ensino de ciências que desejem uma aproximação com a educação em direitos humanos, a partir dos elementos pedagógicos destacados aqui.

O ensino da astronomia como elemento de reconhecimento do sujeito no Cosmos articulado à construção de uma consciência planetária pelos caminhos da educação para os direitos humanos é considerada uma tarefa difícil do professor que pretende desenvolver o pensador crítico, para o qual são necessárias algumas habilidades fundamentais, como a posição do estudante no contexto de uma determinada situação-problema, onde diferentes pontos de vista são confrontados coletivamente por novos questionamentos e analisados para a construção de argumentos e recursos para interferir com alteridade na busca por soluções.

A participação de dois ou mais professores no desenvolvimento desta sequência didática é considerada como uma oportunidade de prática em codocência, onde cada atividade é traduzida numa construção da práxis do ensino entre pares, proporcionando ainda co-aprendizagem entre os docentes, entre os alunos e entre docentes e alunos. Todas as atividades não encapsuladas foram pensadas na possibilidade da aprendizagem expansiva, uma vez que as interações de estudantes e professores em torno de questões interdisciplinares potencializam o

empoderamento dos sujeitos, a partir dos conhecimentos construídos neste trabalho, o que permite levar o conhecimento construído na escola para um novo posicionamento social, se habilitando à tomada de decisões práticas e cívicas. Ao se opor à pedagogia da padronização, a abordagem apresentada permite o alcance da escola às demandas multi e interculturais que permeiam questões políticas, sociais e ambientais localizadas no “mundo selvagem”.

## Referências bibliográficas

- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, Campinas -SP, v. 1, n. Especial, p. 01-20.
- Bazzo, W. A., Linsingem, I., & Pereira, L. T. do V. (2003). *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Cadernos de Ibero América. OEI-Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid.
- Brasil, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF, 2018. Fonte: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versa\\_ofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versa_ofinal_site.pdf). Acesso em 11/04/2021.
- Brasil, Ministério da Educação. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Brasília, DF, 2018. *Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos – PNEDH*. Fonte: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/educacao-em-direitos-humanos/DIAGRMAOPNEDH.pdf> Acesso em 11/04/2021.
- Brasil, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF, 2019 *Temas Contemporâneos Transversais – TCT*. Fonte: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf). Acesso em 11/04/2021.
- Candau, V. M. F., & Sacavino, S. B. (2013). Educação em direitos humanos e formação de educadores. *Educação*, v. 36, n. 1.
- Contreras, J. (2002); *A autonomia de professores*. Cortez Editora, Perdizes – SP.
- Dolz, J., Noverraz, N. & Schneuwly, B. (2004). Sequências didáticas para o oral e a

- escrita: apresentação de um procedimento. In: Schneuwly, B., & Dolz, J. *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de Letras.
- Engeström, Y. (2002). Non scholae sed vitae discimus: Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: Daniels, H. (org). *Uma introdução a Vygotsky*. Trad. Marcos Bagno. São Paulo: Edições Loyola.
- Engeström, Y (2016). *Aprendizagem expansiva*. 2ª Edição – Campinas, SP: Pontes Editores.
- Gadotti, M. (2005). *Pedagogia da terra e cultura de sustentabilidade*. Revista Lusófona de Educação, n. 6, p. 15-29,
- Giordan, M., Guimarães, Y. A. F., Massi, L. (2011). Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequencias didáticas: tendências no ensino de ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, p. 1-12.
- Gordillo, M. M. (2019). *Educación, ciência, tecnologia e sociedade*. Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. Madrid, documento de trabajo nº 3, p. 1-84.
- Machado, S. D. A. (2008). *Educación Matemática: uma (nova) introdução*. São Paulo: EDUC.
- Oliveira, M. K. (1993). Vygotsky aprendizado e desenvolvimento: Um processo sócio-histórico. São Paulo, Scipione.
- Oliveira, P. A. R. (2009). Consciência Planetária (Planetary Consciousness). *Horizonte - Revista de Estudos de Teologia e Ciências da Religião*, v. 7, n. 14, p. 9-11.
- Oliveira, R. D. V. L., & Queiroz, G. R. P. C. (2016). O cotidiano, o contextualizado e a Educação em Direitos Humanos: a escolha de um caminho para uma Educação cidadã cosmopolita. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 71, n. 1, p. 75-96.
- Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., & Bazzo, W. (2005). *Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedade)*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Psillos, D. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching– learning sequences: the case of fluids, *International Journal of Science Education*, 26(5), pp. 555- 578.

- Pombo, O., Guimarães, H. M., & Levy, T. (1993). *A interdisciplinaridade: reflexão e experiência*. 1ª ed. Texto Editora. Lisboa.
- Pinheiro, N. A. M. (2005). Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino e aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Queiroz, G. P. R. C., de Sousa, C. J. B., & Machado, M. A. D. *A prática de pesquisa de um professor do ensino fundamental envolvendo modelos mentais de fases da Lua e eclipses*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 8, p. 19-36, 2009.
- Ribeiro, W. de G. (2019). Utopias e regulações de uma Base Nacional Comum Curricular. *Revista Espaço do Currículo*, v. 12, n. 1, p. 195-208.
- Roth, W. M., & Tobin, K. (2004). Coteaching: from praxis to theory. *Teachers and teaching*, v. 10, n. 2, p. 161-179.
- Silva, G. S. F., & Mattos, C. R. (2019). A atividade de codocência na prática de ensino na formação inicial de professores de física. *Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade*, v. 1, n. 2, p. 21-21.
- Zabala, A. V. (2000). *Lá Práctica Educativa: Cómo Enseñar*. Barcelona: Graó, 2000.

ISABEL VITÓRIA DA SILVA DE MELO

---

# 17. O ANIME DR. STONE E AS TIC'S COMO ALIADOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

---



## Objetivos da sequência

Neste capítulo, apresentamos uma sequência de atividades sobre constituição da matéria para os anos finais. Essa sequência busca a contextualização em vários sentidos. Em primeiro lugar, em relação ao contexto cotidiano, exploramos a temática de propriedades dos materiais e reações químicas, relacionando-as a situações próximas ao cotidiano de estudantes, como a seleção e produção de materiais para atividades humanas e com propósitos específicos. Além disso, os materiais envolvem o diálogo um gênero de entretenimento bastante conhecido e apreciado por adolescentes, o Anime, e seus personagens que fazem parte da cultura própria desse grupo geracional. Em relação ao contexto científico, são explorados conceitos como os mencionados anteriormente, de forma articulada a práticas da ciência, como elaborar hipóteses, explorar aspectos dos materiais e gerar dados, utilizar dados como evidências para construir explicações e tomar decisões na resolução de problemas que o personagem encontra como tentar produzir alimentos.

Para atingir os objetivos de aprendizagem propostos, foram propostas 12 atividades, encadeadas ao longo de 12 aulas utilizando diferentes Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's). As TICs que serão utilizadas nesse trabalho, pensando nas referências descritas pela Unesco (2014), compreenderão objetivos em torno de cada eixo indicado a seguir:

Tabela 17.1: TICs utilizadas

Eixo	TIC
i) eixos de comunicação	Website; Redes sociais Google meet e similares
ii) aprendizado de texto e linguagem	Google Docs Dr. Stone
iii) uso de plataformas digitais	Website Google Docs Redes sociais Youtube
iv) uso de ambientes virtuais	Google Classroom Simulador PHET

Cada TIC será utilizada da seguinte forma, durante as aulas:

- 1) *Website*: Reunirá descrições e informações sobre o que será utilizado na sequência didática e tutoriais de como utilizar cada TIC;
- 2) *Redes sociais*: Podem ser utilizadas para a notificação de algo importante para a turma e também para a interação entre estudantes;
- 3) *Google meet* e similares: As plataformas de videoconferências podem ser utilizadas para interações ao vivo com os(as) estudantes, discussões e esclarecimentos de dúvidas;

- 4) Google Docs: Cada estudante terá um documento para fazer anotações sobre cada atividade e também responder questões ao longo da sequência didática;
- 5) Youtube: Será utilizado para apresentar vídeos de experimentos químicos e de conceitos que podem facilitar na aprendizagem;
- 6) Google *ClassRoom*: Pode ser utilizado para a comunicação, mas principalmente para a realização de algumas atividades, possibilitando a utilização de vários tipos de formatos de documentos, como: vídeos, textos, áudios, imagens, etc. Ampliando as possibilidades de atividades.
- 7) Simulador PHET: Será utilizado para comparar conceitos vistos no anime Dr. Stone com simuladores, como por exemplo os simuladores de Estados da Matéria<sup>91</sup> e Balões e Eletricidade Estática<sup>92</sup>.

As formas de utilização das TICs são diversas e podem ocorrer em vários momentos. As tabelas 17.2 e 17.3 apresentam de forma sucinta e sistemática a organização dos conteúdos na sequência.

Tabela 17.2: Atividades e Objetivos de aprendizagem.

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo de aprendizagem</b>
2	Elaborar explicações sobre a constituição da matéria;
4	Aspectos quantitativos das transformações químicas; Estrutura da matéria

<sup>91</sup> Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter)

<sup>92</sup> Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/balloons-and-static-electricity](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity)



6	Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.
8	Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.
10	Compreender as interações entre magnetismo e eletricidade

Tabela 17.3: Atividades e Questões Orientadoras.

Atividade	Questões investigativas
1	1) Qual seria o seu primeiro passo se você tivesse que reconstruir a humanidade do zero? 2) Como os conhecimentos de química poderiam contribuir para a reconstrução do mundo?
2	1) Como fabricar gasolina a partir de polietileno? 2) Quais são os erros e os acertos do Senku? O que nos distancia do que acontece nessa história de ficção?
4	1) É possível que o Nital seja formado nas condições de ambiente que o anime propõe? E na forma como Senku produz o Nital? 2) Seria possível despetrificar a humanidade com o Nital? Que tipo de material deveria ser essa camada rochosa?
6	1) O que aconteceria se tentássemos fazer sabão com $\text{CaCO}_3$ ? 2) Como as quantidades de substâncias podem afetar os resultados de uma reação química? 3) As mãos ficam amareladas em contato com o Ácido Nítrico.

Como você explicaria esse fenômeno?

4) Senku obteve salitre ou algo que pudesse compor a pólvora. A reação explosiva aconteceria com Nitrato de Cálcio no lugar do salitre?

5) Como provocar a ativação da pólvora para gerar uma reação explosiva?

- 8
- 1) Como são os átomos e do que eles são compostos?
  - 2) Quais modelos atômicos existem?
  - 3) O átomo sempre foi reconhecido como a unidade básica das moléculas?

- 10
- 1) Seria possível magnetizar o ferro como é feito no anime?
  - 2) Como gerar eletricidade a partir de ímãs?
  - 3) Como funcionam os geradores de corrente elétrica?
  - 4) Como funciona a lâmpada de Edison?

---

A seguir, no tópico 4 deste texto, o encadeamento de conteúdos e a sua apresentação é detalhada de maneira a ficar mais clara como será a participação dos alunos e como os conteúdos-chave apresentados serão trabalhados nessa sequência, com intervalos entre as aulas que permitem ao(à) docente avaliar as respostas da sala e permite a estudantes trazer conhecimentos. Ressalto que o processo didático segue um roteiro com pontos críticos (objetivos) de aprendizagem, mas que o processo deve ser marcado pela participação dos(das) estudantes, aproveitando também os argumentos e exemplos trazidos pelos mesmos em sua realidade. Nesse sentido, a linguagem e as tecnologias são ferramentas e envolvem competências, mas também servem como meio de aproximação do cotidiano e de como os alunos se percebem dentro das atividades, que continuam, mas desta vez fora da sala de aula.

## Contexto e natureza

**Dimensão de Contextualização:** Cotidiana e Científica

**Natureza das atividades:** Investigativa a partir do uso de TIC's

## Fundamentação teórico-metodológica

Esta sequência didática surgiu no contexto da necessidade de repensar as situações de Ensino em Ciências e o seu desenvolvimento em meio à uma pandemia que levou à migração de aulas presenciais para meios digitais para abordar conteúdos que passam a ser ministrados majoritariamente de modo remoto. Sua concepção teve início como um exercício de avaliar os conteúdos oferecidos em uma sala de aula e as adaptações didáticas adotadas para adequá-los para a nova rotina em uma turma do 9º ano do ensino fundamental<sup>93</sup>.

Um levantamento preliminar inicial explicitou que as dificuldades enfrentadas por estudantes em diferentes cidades e regiões eram variadas e de naturezas distintas, assim como o esforço que cada diretoria regional de ensino estava realizando para possibilitar a continuidade de aprendizagem dos estudantes<sup>94</sup>. São alunos sem conexão à internet, com poucos recursos ou que tinham

---

<sup>93</sup> A sequência foi inicialmente apresentada na disciplina de graduação “Tecnologias de Informação e Comunicação”, ofertada pela Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas (LCNE) na Universidade Federal do ABC, sob responsabilidade da profa. Danusa Munford, contando com a colaboração da mestranda Beatriz Zanon.

<sup>94</sup> Na disciplina a docente responsável e a mestranda Beatriz Zanon apresentaram levantamento preliminar do projeto “Transformações e horizontes futuros para o Ensino de Ciências da Natureza no contexto da pandemia do Covid-19: Um estudo de seu papel social, conhecimentos abordados e práticas pedagógicas presentes em documentos oficiais e nos relatos de gestoras e professoras de escolas públicas do município de São Paulo e do Grande ABC” coordenado pela profa. Luciana Palharini, em parceria com as profas. Danusa Munford

acesso irregular ao material impresso oferecido. Em iniciativas que iam da visita domiciliar à distribuição de folhetos e anúncios de carro de som (Folha de S. Paulo, 2020), cada sala e docente estavam adaptando suas atividades da melhor forma que o tempo e os recursos disponíveis permitiam. Em março de 2021, já são 15 estados brasileiros que adotaram ensino totalmente remoto e demais com modelos híbridos há pelo menos um ano (Consed, 2021), e a medida de fechamento de escolas afetou 3,5 milhões de crianças e adolescentes da rede estadual e 2,3 milhões de alunos da rede particular somente no estado São Paulo (El País, 2021).

A inspiração inicial principal do trabalho foi trabalhar conceitos de Ciência da Natureza por meio de uma abordagem do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI). Neste caso, a sequência didática incorpora o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como parte do processo de aprendizagem. Além disso, ela propõe alternativas para promover a participação dos(as) estudantes, apoiando-se em aspectos da cultura de adolescentes. A sequência didática trouxe o contexto de uma animação japonesa, Dr. Stone, que aborda o processo científico de maneira descontraída em um mundo fictício onde toda a humanidade foi transformada em pedra por um fenômeno sem precedentes. Dessa forma, os protagonistas devem começar uma civilização a partir de recursos básicos presentes na natureza, dependendo unicamente de seus conhecimentos sobre ciências e do seu poder de resolução de problemas que vão se apresentando, estimulando a imaginação e a reflexão sem abrir mão do senso crítico e da capacidade de interpretação e análises que o EnCI pressupõe. Essa escolha foi feita para explorar a adesão dos(as) estudantes a recursos de mídia para o ensino de ciências. Embora

---

e Renata de Paula Orofino, todas do CCNH-UFABC. Posteriormente, os discentes conversaram com professoras da Educação Básica e em um terceiro momento a autora fez um pequeno levantamento complementar.

existam estudos que documentam o uso de animações como ferramenta pedagógica (Santos & Gebara, 2015), não existem muitas fontes disponíveis sobre o consumo por parte de jovens na internet. Existem estimativas indiretas que mostram o Brasil como o 4º maior consumidor de animes online em número absoluto no mundo, atrás apenas de China, Índia e Indonésia (Quintinio, 2020).

Assim, entende-se que não deve ser feita uma simples aplicação direta do conteúdo por meios virtuais, mas sim um esforço e uma reelaboração teórica que leve em conta o que se sabe e o que queremos ao ensinar por esses meios. A possibilidade de fazer uma reflexão sobre desafios vivenciados na escola e possibilidades de enfrentamento, é uma prática essencial, pois auxilia as professoras e os professores, e outros profissionais da educação a trabalharem conhecimentos com sua turma em um novo modelo de ensino.

A proposta é composta por uma sequência didática de 12 aulas com os objetivos de aprendizagem definidos como: i) elaborar explicações sobre a constituição da matéria; ii) Aspectos quantitativos das transformações químicas; iii) Estrutura da matéria; iv) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas; v) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica; vi) Compreender as interações entre magnetismo e eletricidade.

Apesar de possuírem diferentes significados e dos conceitos variarem segundo diversos autores ao longo do tempo, as TICs são formadas por distintas tecnologias de hardware, software e comunicação que compõe maneiras de aprendermos e vivermos. Elas foram incluídas como uma nova forma de acesso ao conhecimento pela Unesco em seu guia *“Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel”* que estabelece critérios básicos de como inserir tecnologia na educação. (UNESCO, 2014).

Nesse sentido, o acesso às TICs em um mundo tecnológico, complexo e em rápida transformação também pode ser visto como uma questão essencial de equidade e melhores oportunidades educacionais. Como McCrindle (2014) discorre em seu livro “O ABC de XYZ: Compreendendo as Gerações Globais” (tradução nossa) a geração nascida a partir de 2009 até 2025 (Geração alfa) começou a existir imersa em tecnologia, tornando inevitável a aplicação de novas formas de se viver a vida. Essa geração possui uma tendência de linguagem audiovisual e criação de conteúdo, além de não conhecerem o mundo offline e não se separarem do real. Alguns desses aspectos já eram apontadas por Chassot em sua fala sobre a perda do papel central do professor para as tecnologias:

Aqui temos que reconhecer que eles [estudantes], não raro, superam as professoras e os professores nas possibilidades de acesso às fontes de informações. Há situações nas quais temos docentes desplugados ou sem televisão, que ensinam a alunos que surfam na internet ou estão conectados a redes de TV a cabo, perdendo a escola (e o professor) o papel de centro de referência do saber (Chassot, 2003, p.90).

### *Dr. Stone e o Ensino de Ciência por Investigação*

O anime pode ser usado como uma TIC por trazer elementos descritos por Coll e Moreno (2010) sobre os games. Uma identidade visual atrai os estudantes e pode auxiliar na explicação de conceitos da química. Também pode ser tema de discussão em diferentes áreas de conhecimento (interdisciplinaridade) pois a ideia de reconstrução da humanidade nos leva para diferentes caminhos de investigação. O anime traz para a sala de aula um ambiente novo para ser explorado onde o aluno pode se visualizar como protagonista.

Dr. Stone é um mangá/anime criado por Riichiro Inagaki e ilustrado por Boichi, onde o protagonista, Senku, um estudante do Ensino Médio que ama ciência, se vê na situação de precisar recriar a humanidade. O anime se passa em um mundo fictício de 2019, onde a humanidade acaba por conta de um evento desconhecido de

petrificação e todas as pessoas da Terra são transformadas em pedra — (*alerta de spoiler*) com exceção de alguns astronautas que estavam no espaço.

O protagonista, Senku, acorda de alguma forma no ano 5738 e começa a refazer os passos dos primeiros seres humanos, criando ferramentas para a sobrevivência e fazendo experiências para despetrificar a humanidade com base em evidências de como ele pode ter sido transformada em pedra.

A ficção pode aproximar os estudantes com a química pois a temática além de estar muito presente na trama do mangá e anime, é inserida com mais facilidade no contexto social de crianças e adolescentes. Apesar de ser uma história fictícia, Dr. Stone também traz muitos conceitos verdadeiros e importantes da química, física, biologia e noções de estatística que podem despertar o interesse e a curiosidade para o mundo científico, compondo atividades em sala de aula que fujam do modelo tradicional de ensino e podendo ser a porta de entrada para a formação de futuros cientistas. O anime também pode trazer reflexões para as aulas de outras disciplinas, como linguagens, história, biologia, etc. A ideia de reconstrução da humanidade une todas as ciências que nos formam como humanos.

### ***A sequência e o Ensino Remoto***

A aceleração da internet e da difusão do conhecimento, além dos constantes avanços tecnológicos, vem mudando a forma como as pessoas se relacionam, aprendem e interagem em nossa sociedade. Elas proporcionam caminhos e desafios que estimulam novos olhares de como conduzimos aspectos de nossas vidas e de como a tecnologia impacta nosso cotidiano.

A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destaca em uma das 10 competências gerais da Educação Básica, o uso de TICs:

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 (Brasil, 2020, p.9).

Porém, têm sido comuns questionamentos sobre inclusão e igualdade na era digital. Durante a pandemia, essa situação tornou-se aguda e problemas já existentes ficaram mais evidentes ao se adotar um modelo massivo de ensino remoto, com o isolamento social e as necessidades de redução de atividade presencial em todos os setores. De acordo com o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC, 2019), em 2018 só 21% dos diretores de escolas públicas indicam que os docentes da instituição participam de algum programa de formação de professores para o uso de tecnologias em atividades com os alunos. No entanto, com a Pandemia do COVID-19 em 2020, todos os docentes e discentes tiveram de adotar ferramentas tecnológicas e o ensino remoto em sua prática pedagógica. Para tornar os desafios ainda maiores, o conhecimento e familiaridade com as TICs tampouco é homogêneo no Brasil. Em 2019 o percentual de estudantes de escola pública sem computadores ou dispositivos móveis era de 39%, para estudantes de instituições privadas a porcentagem era de 9%. Apenas 14% das escolas públicas possuíam um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (G1, 2020). Isso mostra a urgência da formação de professores quando se fala de TICs e também da inclusão dessas ferramentas nos conhecimentos dos estudantes.

Uma grande dificuldade do ensino remoto relatada por docentes é a dificuldade de comunicação entre docentes e estudantes. Assim, buscou-se propor estratégias que tornem estudantes mais participativos, questionando como as TICs podem ser aliadas da prática pedagógica e quais linguagens podem ser trabalhadas para que se estimule a criatividade, a imaginação e a comunicação de uma forma que leve ao aprendizado crítico.



## Sequência de atividades

### *Atividade 1: Apresentação de Dr. Stone e ferramentas*

Essa primeira etapa será feita por videoconferência e nela serão apresentados o anime e as TICs utilizadas em cada parte da sequência didática e como o acesso será feito. Um documento descrevendo a aula 1 e a primeira atividade também estará disponível no site. Os(as) estudantes serão incentivados a descrever seu processo de aprendizagem durante toda a sequência didática em um caderno de anotações no Google Docs. Nessa primeira aula o primeiro episódio de Dr. Stone “Stone World” que significa “Mundo de Pedra” ou na versão em Português-Brasil “A Luz Verde”. Os estudantes assistirão em conjunto, se possível para que haja o entendimento de como funcionará as dinâmicas das aulas. As perguntas norteadoras para a discussão e o início da sequência didática serão: 1) Qual seria o seu primeiro passo se você tivesse que reconstruir a humanidade do zero, considerando uma perspectiva científica? 2) Como os conhecimentos de química podem contribuir para a reconstrução do mundo?

### *Atividade 2: Constituição da matéria*

No primeiro episódio do anime Dr. Stone, após a contextualização do ambiente do anime e dos personagens, o protagonista Senku diz que fabricou gasolina a partir de tampas (polietileno) de garrafa PET (polietileno tereftalato). A questão investigativa será: “Como fabricar gasolina a partir de polietileno (plástico)?”. Para isso, os estudantes deverão apresentar propostas iniciais que respondam essa pergunta. O conceito de polímero, cadeia e constituição da matéria será apresentado por meio de aula expositiva, vídeos e simuladores. Outras questões que deverão ser utilizadas nesta aula: i) Do que a gasolina é feita? ii) O que são hidrocarbonetos e polímeros? Destaca-se uma questão de natureza mais investigativa que permearia esta aula seria: iii) Quais são os erros e os acertos de

Senku? O que distingue o nosso contexto do contexto da história de ficção?

Após a compreensão do que constitui a gasolina os estudantes devem refletir sobre como fazer combustíveis a partir de plásticos, quais processos são utilizados, etc.

#### ***Atividade 4: Estrutura da matéria e transformações químicas***

A discussão que o primeiro episódio traz pode ser estendida para a abordagem da temática de estrutura da matéria e transformações químicas. O evento que ocorre no primeiro episódio de Dr. Stone chamado de “A Luz Verde”, é um evento que petrifica toda a humanidade e os pássaros de maneira misteriosa. Quando o Senku acorda da petrificação 3700 anos depois, ele percebe que a camada rochosa que envolvia seu corpo foi destruída por uma mistura química formada no ambiente, essa mistura era Nital que é composta por Ácido Nítrico e Etanol muito utilizada na metalografia<sup>95</sup>. A aula será conduzida por exposição, trabalho com dados sobre a composição do nital, estrutura da matéria, ligações químicas e como o Nital reage em superfícies metálicas com impurezas rochosas. As questões investigativas serão: 1) É possível que o Nital seja formado nas condições de ambiente que o anime propõe? E na forma como Senku produz o Nital? 2) Seria possível despetrificar a humanidade com o Nital? Essa camada rochosa seria constituída por qual material?

#### ***Atividade 6: Lei de conservação de massas e reações químicas***

No segundo episódio de Dr. Stone “O mais forte ‘primata do ensino médio’.” somos apresentados a um personagem novo extremamente forte e também a conceitos de conservação de alimentos por defumação. Mas o foco do episódio é o sal - Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) - que de acordo com o Senku é o primeiro passo para

---

<sup>95</sup> permite observar a microestrutura de metais e ligas retirando impurezas da superfície, muitas vezes rochosas.

uma sociedade tecnológica. Ele obtém o Carbonato de Cálcio macerando conchas. Aqui é importante uma discussão sobre investigar as verdades no anime, pois o protagonista diz que o  $\text{CaCO}_3$  é equivalente a Cal ( $\text{CaO}$ ) e isso não é verdade. Ele apresenta o  $\text{CaCO}_3$  como algo com 4 funções principais: i) tornar o solo básico para a agricultura por meio da retirada de íons  $\text{H}^+$ ; ii) fabricação de argamassa; iii) produção de sabão, e; iv) pólvora.

Esses conceitos apontados no anime podem ser amplamente discutidos em reações químicas, lei de Proust/Lavoisier e estequiometria ao visualizarmos as reações que formam cada produto dito pelo Senku. Um questionamento crítico pode ser feito sobre o exemplo do sabão, pois o  $\text{CaCO}_3$  não possui força básica suficiente para a reação de saponificação<sup>96</sup> como o  $\text{NaOH}$  por exemplo. As questões investigativas seriam: i) O que aconteceria se tentássemos fazer sabão com  $\text{CaCO}_3$ ? ii) Como as quantidades interferem em uma reação química? E outras questões que envolvem entender a química do solo, do cimento e do sabão.

O episódio 3 “Ruptura ideológica” traz um momento de tensão entre 2 personagens que discordam sobre como a reconstrução da humanidade deveria ser conduzida. Esse episódio traz questões mais reflexivas do que químicas. No entanto, é possível discutir sobre a reação xantoproteica que acontece quando o personagem Tsukasa tem sua mão em contato com Ácido Nítrico e observa sua mão amarelada.

No episódio 4 “Descobrimos a Pólvora” é quando a 4ª utilidade do  $\text{CaCO}_3$  é explicada. Senku quer construir armas que ele intitula de “armas da ciência” e para fazer a pólvora negra é necessário carvão vegetal, salitre ( $\text{KNO}_3$ ) e enxofre. O anime não deixa muito claro como o Senku conseguiu o salitre então isso traz outra questão:

---

<sup>96</sup> reação química da formação do sabão com os reagentes gordura ou óleo e uma base forte, geralmente  $\text{NaOH}$  (Hidróxido de Sódio ou Soda Cáustica).

De que forma — e com os ingredientes que tinha disponível — Senku obteve salitre ou algo que pudesse compor a pólvora? É possível concluir que com o Ácido Nítrico e Carbonato de Cálcio que Senku tinha disponível em uma reação química, transformam-se em Nitrato de Cálcio que talvez possa atuar no lugar do salitre. Outras questões investigativas seriam: i) A reação explosiva aconteceria com Nitrato de Cálcio no lugar do salitre? ii) Como provocar a ativação da pólvora para gerar uma reação explosiva?

### *Atividade 8: Constituição do átomo, modelos atômicos e histórico.*

O mangá de Dr. Stone foi lançado em 2017 e foi adaptado para anime em 2019, o anime possui 1 temporada de 24 episódios e o mangá possui 176 capítulos até o momento, pois a história ainda está em desenvolvimento. Por enquanto não há um capítulo/episódio que fale especificamente de modelos atômicos, constituição do átomo ou o histórico. Mas é possível utilizar todos os episódios para contextualizar algum componente químico e entrar na temática.

Nesse caso proponho a questão dos polímeros no episódio 1 e dos ácidos e bases dos demais episódios para discutir a composição desses átomos que formam essas moléculas. Com as questões: i) Qual é a estrutura dos átomos e do que eles são compostos? ii) Quais modelos atômicos existem? iii) O átomo sempre foi reconhecido como a unidade básica das moléculas?

Vídeos que simulam as ligações atômicas e os simuladores do PHET: Estados da Matéria: Básico<sup>97</sup>, Interações Atômicas<sup>98</sup>, Monte um Átomo<sup>99</sup> e Monte uma

---

<sup>97</sup>Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html)

<sup>98</sup> Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/atomic-interactions](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/atomic-interactions)

<sup>99</sup> Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/build-an-atom](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-an-atom)

Molécula<sup>100</sup> ajudam na visualização do comportamento dos átomos. Os vídeos também auxiliam na explicação do histórico do átomo e quais modelos atômicos existem.

### ***Atividade 10: Eletricidade e Magnetismo***

No episódio 9 de Dr. Stone “Dominando o deus trovão e as trevas” o Senku traz alguns conceitos de magnetismo e eletricidade. Até chegar ao episódio 9, Senku passou por diversos avanços para a ciência no mundo de pedra, descobriu que existia de alguma forma uma sociedade de pessoas primitivas e começou a apresentar a ciência para eles. Conseguiu produzir o Ferro, que é uma matéria-prima para a fabricação de ímãs e com os ímãs ele diz ser possível gerar eletricidade. Senku utiliza uma tempestade com muitos raios em uma montanha para magnetizar o Ferro. Para criar um gerador manual ele utiliza cobre e utiliza a Lei de Indução de Faraday para gerar a corrente elétrica que ele une a uma folha de bambu e fios de cobre criando uma espécie de lâmpada de Edson e trazendo luz para aquela sociedade primitiva.

Nesse contexto é possível explorar questões investigativas: i) Será que é possível magnetizar o ferro como é feito no anime? ii) Como gerar eletricidade a partir de ímãs? iii) Como funcionam os geradores de corrente elétrica? iv) Como funciona a lâmpada de Edison?

### ***Atividades 3, 5, 7, 9 e 11: Videoconferências***

Nas atividades 3, 5, 7, 9 e 11 ocorreriam videoconferências sempre após alguma aula para esclarecimento de dúvidas, discussões, acompanhamentos das atividades e do caderno de anotações e ajudar com dificuldades e ajustes que estudantes necessitam para realizar suas atividades, valorizando a participação.

---

<sup>100</sup> Veja o simulador em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/build-a-molecule](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule)

## Conclusões

Desenvolver uma proposta de atividade em meio à uma emergência sanitária foi e continua sendo um desafio diário para docentes, pedagogos, diretores e profissionais públicos, tanto pelo contexto vivido por todos, quanto pela elaboração teórica e metodologia de aplicação no uso de TICs, que ainda possui poucas referências na literatura acadêmica e de educação em geral.

Observar as atividades online desenvolvidas em sala me fez refletir sobre como o planejamento e experiência devem ser valorizados junto com a flexibilidade para a adaptação de métodos pedagógicos. Este projeto não visa abolir ou substituir outras táticas pedagógicas, mas sim diversificar e enriquecer as ferramentas disponíveis para todos. Ele faz parte de um esforço que pode ser adaptado em modelos presenciais ou híbridos para auxiliar as táticas de ensino.

As dificuldades de acesso que se mostraram tão presentes para todos os alunos são fruto de muitas décadas de desigualdade, e as exigências de equipamentos e recursos tecnológicos não deve ser mais uma barreira para o desenvolvimento de competências e habilidades utilizando as TICs. Elas devem ser pensadas como uma parte importante da educação, remota ou presencial, complexa ou básica. Assim, o processo pedagógico pode se tornar menos desgastante e menos focado em uma adaptação “crua” do conteúdo presencial.

Existem diversos outros temas científicos em Dr. Stone e em outras mídias de animação que podem ser utilizados para aproximar os conceitos apresentados no ensino em ciências. Eles não são feitos para serem atividades acessórias separadas da lógica e do método de ensino, mas têm potencial para constituírem ramos próprios dentro da educação, atuando como uma ferramenta para o ensino de química. Um dos grandes aprendizados que esse trabalho trouxe é de que ainda se sabe pouco sobre o contexto cultural dos jovens na internet em dados que não são focados em

consumo (BNDES, 2019). É uma questão de comunicação, mas também um importante desenvolvimento teórico-metodológico que os estudos de Ensino de Ciências podem explorar.

## Referências bibliográficas

- BNDES. (2019). *Animação: qual é o tamanho do mercado consumidor brasileiro?* Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Ani-macao-qual-e-o-tamanho-do-mercado-consumidor-brasileiro/>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- Brasil. (2020). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 01 dez. 2020.
- CETIC. (2019). *TIC Educação 2018: cresce interesse dos professores sobre o uso das tecnologias em atividades educacionais* - cresce interesse dos professores sobre o uso das tecnologias em atividades educacionais. Disponível em: <https://cetic.br/noticia/tic-educacao-2018-cresce-interesse-dos-professores-sobre-o-uso-das-tecnologias-em-atividades-educacionais/>. Acesso em: 02 dez. 2020.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782003000100009>.
- Coll, C., & Moreno, C. (2010). *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. 1. ed. Porto Alegre: Artmed.
- CONSED (2021). Conselho Nacional de Secretários de Educação. *Ano Letivo e Ensino Remoto*. Disponível em: <https://consed.info/ensinoremoto/>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- El país (2021). *“As escolhas que fizemos para as crianças foram terríveis”*: um ano de ensino remoto no Brasil. São Paulo. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2021-03-22/as-escolhas-que-fizemos-para-as-criancas-foram-terriveis-o-balanco-de-um-ano-de-ensino-remoto-no-brasil.html>. Acesso em: 10 abr. 2021.

- Folha de S. Paulo (2020). *Principais lideranças das escolas, os diretores têm formação insuficiente no Brasil*. Piauí. Disponível em: [https://piaui.folha.uol.com.br/em-busca-de-direcao/?fbclid=IwAR2oJSwbHceFkljOw0\\_gkgaXexvhhJKIMZ8xHLM-OnHnWZtnWp8wthbk\\_G4](https://piaui.folha.uol.com.br/em-busca-de-direcao/?fbclid=IwAR2oJSwbHceFkljOw0_gkgaXexvhhJKIMZ8xHLM-OnHnWZtnWp8wthbk_G4). Acesso em: 10 abr. 2021.
- G1 (2020). *Quase 40% dos alunos de escolas públicas não têm computador ou tablet em casa, aponta estudo*. São Paulo. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/06/09/quase-40percent-dos-alunos-de-escolas-publicas-nao-tem-computador-ou-tablet-em-casa-aponta-estudo.ghtml>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- Mccrindle, M. (2014). *The ABC of X, Y, Z: Understanding the global generations*. 3<sup>rd</sup> ed. Austrália: Unsw Press, 290 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/328347222\\_The\\_ABC\\_of\\_XYZ\\_Understanding\\_the\\_Global\\_Generations](https://www.researchgate.net/publication/328347222_The_ABC_of_XYZ_Understanding_the_Global_Generations). Acesso em: 02 dez. 2020.
- Quintinio, M. (2020). *Os 10 principais países onde o anime é mais popular e por quê!*. Disponível em: <https://pt.epicdope.com/10-principais-pa%C3%ADses-onde-o-anime-%C3%A9-mais-popular-e-por-qu%C3%AA/>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- Santos, J. N. dos, & Gebara, M. J. F. Análise pedagógica de filmes: gênero de animação no ensino de ciências. *Colloquium Humanarum*, v. 12, n. 2, p. 34–41, 2015. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ch/article/view/1238>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- UNESCO (2014). *Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel*. Brasília: Unesco Brasil, 43 p. Disponível em: <http://www.bibl.ita.br/UNESCO-Diretrizes.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.



GABRIEL CUNHA MARTINS  
VICTÓRIA SILVA GALVÃO  
DANILO DESSIO PEREIRA  
MARCOS RODRIGUES FERNANDES JUNIOR  
GUILHERME FERREIRA

---

# 18. SERES VIVOS E PROCESSOS ADAPTATIVOS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA A PARTIR DO USO DE TIC'S NO ENSINO DE BIOLOGIA

---



## Objetivos da sequência

A sequência de ensino investigativa (SEI) apresentada neste capítulo tem como objetivo propor um ambiente interativo e investigativo (Carvalho, 2013; Zompero & Laburú, 2016), visando o desenvolvimento do senso crítico e da cultura científica em sala de aula articulados às capacidades intelectuais dos(as) estudantes. Especificamente, conceitos de Evolução são o objeto da sequência, integrando aspectos das áreas de Biologia Molecular e Biodiversidade. Os estudantes terão oportunidades de elaborar hipóteses e avaliá-las por meio da análise de parentesco dos dinossauros com aves e répteis modernos, apropriando-se da linguagem científica que permeia essas áreas. As tecnologias digitais “Cells to Singularity” e “Virtual Lab Biology” são introduzidas como ferramentas úteis nesse processo. A sequência foi estruturada a partir de um conjunto de atividades a ser desenvolvidas ao longo de 12 aulas para turmas dos anos finais do Ensino Fundamental.

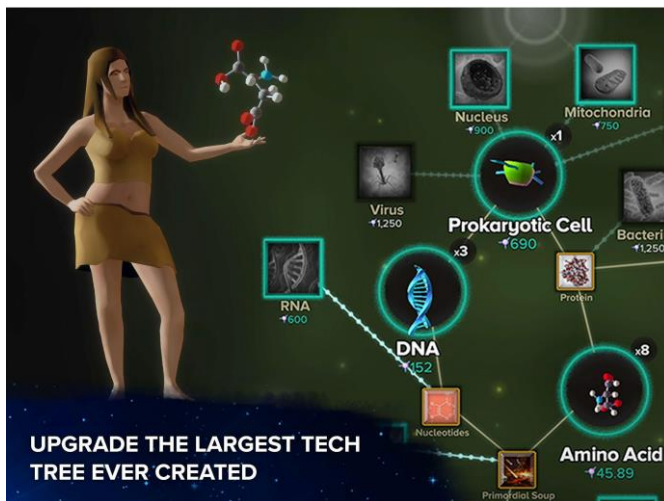


Figura 18.1: Imagens oficiais do jogo “Cells to Singularity”, utilizado como ferramenta digital na sequência didática. Fonte: celltosingularity.com.



Figura 18.2: Imagem oficiais do jogo “Virtual Lab: Biology”, utilizado como ferramenta digital na sequência didática. Fonte: [virtuallab.pearson.com.br](http://virtuallab.pearson.com.br).

## Contexto e natureza

**Dimensão de Contextualização:** Científica

**Natureza das atividades:** Investigativa a partir do uso de TIC’s

## Fundamentação teórico-metodológica

Com a transformação que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC’s) vêm promovendo no ensino de Ciências, somos constantemente confrontados pelo debate sobre mudanças no modelo de ensino tradicional, pautado em “transmitir” o conhecimento produzido pela ciência. Apesar dos avanços técnico-científicos na atual sociedade, as TIC’s, principalmente no âmbito educacional, vêm sofrendo com a domesticação das suas ferramentas (Borba, da Silva & Gadandis, 2014). O conhecimento continua sendo transmitido em sua forma final e com uma sobrecarga de conteúdos, sem conexão aparente entre si e de pouca relevância para

os estudantes. Nesse cenário, é necessário explorar as TICs a partir da diversidade de interações e explorações que esses recursos fornecem (Giordan, 2008; Santos, 2009).

Noções de aprendizagem baseadas em contexto, que orientam esta proposta, dialogam com as de Vygotsky, tendo em vista o papel do(a) docente-mediador(a). Ao se trabalhar dentro dos parâmetros da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), a construção do conhecimento pode ser dimensionada para que os níveis de desafio de dada problemática contextualizada esteja adequada ao grupo de estudantes, possibilitando a aprendizagem (Carvalho, 2013; Gilbert, 2006). Essa perspectiva alinha-se com aspectos que recebem destaque em diretrizes curriculares como a BNCC do Ensino Fundamental: “Para tanto, é imprescindível que eles sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações”. (Brasil, 2018).

Ao considerarmos as demandas de documentos como a BNCC para o Ensino Fundamental, é possível notar que abordagens inovadoras podem e devem ser implementadas a fim de acompanhar as mudanças que já estão acontecendo, não somente como proposta nacional, mas também dentro de currículos regionais. No Currículo Paulista de São Paulo (São Paulo, 2017), por exemplo, há objetivos diretamente relacionados a essas perspectivas:

“EF09CI10: Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.

EF09CI11: Selecionar informações relevantes sobre a variação de seres vivos e discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.” (2017, p.)

Na próxima seção apresentamos a proposta de 12 aulas, cuja pergunta problematizadora é: “Quais fatores podem levar à transformação de uma espécie?”.

## Sequência de atividades

### *Parte 1: Como classificar os seres vivos?*

#### *Atividade 1: Investigação da classificação biológica por estruturas anatômicas análogas*

Nesta atividade introdutória, a turma será separada em grupos com 4 estudantes, eles (as) receberão 9 imagens de esqueletos/fósseis de aves (galinha, avestruz, pinguim, velociraptor, tiranossauro rex e pterodátilo) e répteis (tartaruga, dragão-de-komodo e jacaré). O objetivo é que estudantes elaborem hipóteses para classificar os animais com base nas estruturas anatômicas análogas. O(a) professora poderá fazer questionamentos como: “Quais seres vivos são esses? Com base em quais características vocês afirmam isto? ; “Com base nas fotos, como vocês classificam esses seres vivos em diferentes grupos?”, “Algum foi extinto? Ou todos podem ser encontrados na Terra atualmente?”, “Esse ser vivo apresenta algum descendente nas fotos?”, entre outros. Será solicitado um portfólio, para cada grupo, contendo uma reflexão de cada uma das quatro primeiras aulas, junto com uma avaliação da aprendizagem de cada integrante. A entrega desse portfólio ocorrerá por e-mail, posteriormente à atividade 5, pois na atividade 7 será realizado um feedback para cada grupo.



Perito em dinossauros:  
A biologia molecular por trás da extinção.



FASE DE AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO 1: QUE SER VIVO É ESSE?

1) Abaixo são encontradas estruturas anatômicas de alguns seres vivos. Em grupo, tente relacioná-los com o objetivo de identificar e categorizar essas espécies, agrupando-as por parentesco. Com base em critérios estabelecidos por vocês. Registre suas hipóteses no quadro abaixo.



Figura 18.3: Material didático utilizado na elaboração da primeira atividade.

### Atividade 2: Investigação da classificação biológica por RNA

No início desta atividade, será feita uma discussão em que os grupos irão apresentar suas hipóteses e cladogramas. O(a) professor(a) poderá levantar questionamentos que podem já ser previamente planejados, como: “Como foi feita a classificação?”, “Por que a escolha desse método?”, “Podemos escolher um método melhor para comparar as características de espécies? Como? Por quê?”, “Por que, na classificação dos seres vivos, os biólogos comparam os genes das espécies invés de observar as características anatômicas semelhantes?”, entre outros.

Em um segundo momento, será apresentado o jogo digital “Cell to Singularity”. Nesse primeiro contato, serão apresentados os termos sobre DNA e

RNA, Teoria da Sopa Primordial, e outros, de forma interativa, promovendo a abertura para questionamentos sobre princípios da vida. Para casa, cada estudante baixará o aplicativo no celular e em seguida realizará uma exploração dos recursos que o jogo oferece sobre a evolução das espécies.

Ao final da atividade, será pedido que cada integrante do grupo escolha um dos 4 temas: “Filogenia e Cladograma”, “Seleção Natural e Sintética”, “Tempo Geológico” e “Evidências da Evolução”, e que estude sobre ele pelos materiais didáticos virtuais disponibilizado pelo(a) professor(a).

***Atividade 3: Prática de sequenciamento e comparação de amostras de DNA de um Tricerátops com uma ave e um réptil no laboratório de biologia molecular do Virtual lab***

Os(as) estudantes serão levados ao laboratório de informática para realizar uma prática de sequenciamento de amostra de DNA pelo jogo virtual “*virtual lab: Laboratório de biologia molecular*” em grupo.

Os(as) estudantes irão comparar as amostras de DNA de um *Velociraptor* com uma ave e um réptil, e avaliar o quão próximos geneticamente, obtendo dados para avaliar as hipóteses formuladas na aula anterior ao construir a classificação da atividade 1. Como trabalho final da Parte 1, será solicitado um desenho explicando o processo de classificação dos seres vivos, com base nessas três primeiras atividades. O desenho será entregue digitalizado dentro do portfólio.

## **Parte 2: Por que classificar os seres vivos?**

### **Atividade 4: Problematização I**

Cada integrante do grupo que escolheu um tema específico na atividade anterior deverá formar um novo grupo (denominado grupo dos especialistas) com os outros integrantes dos outros grupos que escolheram esse mesmo tema específico. Será apresentado um texto sobre a [Taxonomia de Lineu](#), e será solicitada a comparação dos textos com os objetivos do jogo digital "[Cell to Singularity](#)". No caderno, será solicitado que cada estudante escreva os principais tópicos que esse novo grupo identificou ao comparar e discutir o tema específico com os conceitos apresentados pelo jogo digital. É solicitado, como lição de casa, que o aluno observe o processo de evolução dos coacervados da sopa primordial até o surgimento da família *Hominidae* por meio do jogo digital "[Cell to Singularity](#)".

### **Atividade 5: Problematização II**

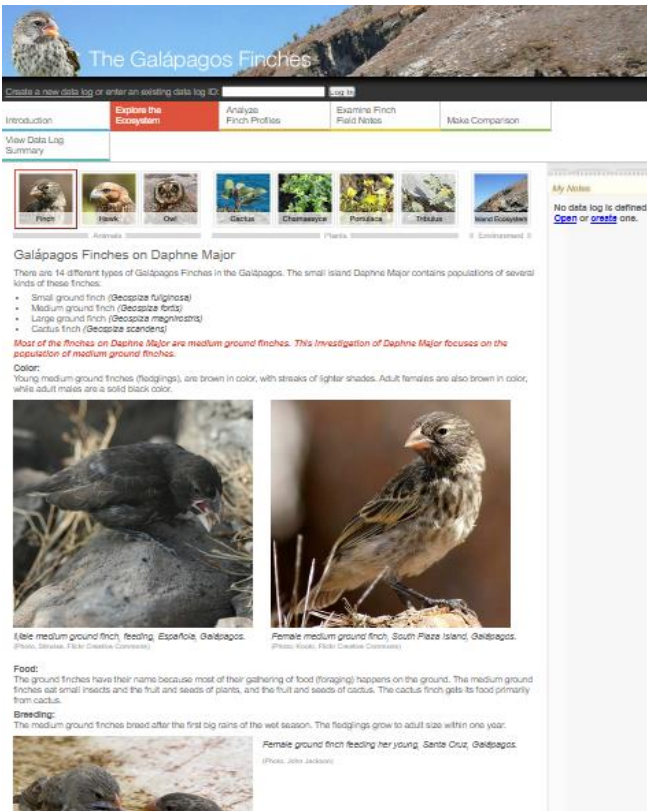
Os(as) estudantes voltarão aos grupos formados na atividade 1 e discutirão sobre suas anotações da atividade anterior, relacionadas ao tema específico de cada um e ao seu desenvolvimento no jogo digital.

Posteriormente, será apresentada uma nova problematização sobre os tentilhões de Galápagos. A situação a ser proposta é a seguinte: Entre 1976 e 1977, um grande número de indivíduos da população de tentilhões de uma das ilhas de Galápagos morreu. Converse com seus colegas e busque responder: i) "Por que tantos tentilhões morreram?" e ii) "Como alguns tentilhões sobreviveram?". A proposta é que os estudantes possam levantar hipóteses para explicar o problema, fundamentados na análise dos dados obtidos nas discussões anteriores.



## Atividade 6: Investigando o caso dos tentilhões

Nesta atividade, os(as) estudantes irão para o laboratório de informática (ou outro ambiente com computadores) e será apresentada a plataforma “[The Galapagos Finches](#)”. O objetivo é que os grupos bases relacionem suas hipóteses da atividade anterior com as representações gráficas, que podem ser construídas na plataforma, e, assim, avaliar suas hipóteses, embasadas nas ferramentas matemáticas e científicas da plataforma online. A plataforma oferece um extenso banco de dados acerca do problema, explorando, por exemplo: informações sobre a alimentação dos tentilhões, características geográficas da ilha, dados sobre o clima da ilha entre 1976 e 1977, informações sobre predadores e presas dos tentilhões, além de notas de campo de observações do comportamento das aves da ilha.



The Galapagos Finches

Create a new data log or enter an existing data log ID:

Introduction | **Explore the Ecosystem** | Analyze Finch Profiles | Examine Finch Field Notes | Make Comparison

View Data Log Summary

Finch | Hawk | Owl | Cactus | Chenopodium | Pinnacled | Tanager | Wood Stoop

My Notes  
No data log is defined. [Open](#) or [create](#) one.

### Galapagos Finches on Daphne Major

There are 14 different types of Galapagos Finches in the Galapagos. The small island Daphne Major contains populations of several kinds of these finches.

- Small ground finch (*Geospiza fuliginosa*)
- Medium ground finch (*Geospiza fortis*)
- Large ground finch (*Geospiza magnirostris*)
- Cactus finch (*Geospiza scandens*)

**Most of the finches on Daphne Major are medium ground finches. This investigation of Daphne Major focuses on the population of medium ground finches.**

**Color:**  
Young medium ground finches ( fledglings ), are brown in color, with streaks of lighter shades. Adult females are also brown in color, while adult males are a solid black color.

**Male medium ground finch, feeding, Española, Galapagos.**  
(Photo: Science, Flickr Creative Commons)

**Female medium ground finch, South Plaza Island, Galapagos.**  
(Photo: Scott, Flickr Creative Commons)

**Food:**  
The ground finches have their name because most of their gathering of food (foraging) happens on the ground. The medium ground finches eat small insects and the fruit and seeds of plants, and the fruit and seeds of cactus. The cactus finch gets its food primarily from cactus.

**Breeding:**  
The medium ground finches breed after the first big rains of the wet season. The fledglings grow to adult size within one year.

**Female ground finch feeding her young, Santa Cruz, Galapagos.**  
(Photo: John Jackson)

Figura 18.4: Página inicial do site "Galapagos Finches" utilizado na etapa de investigação. Fonte: <http://bguile.northwestern.edu/env/finch.html>

### ***Atividade 7: Sistematizando ideias***

No início desta atividade, a(o) professor(a) se reunirá com os(as) estudantes dos grupos bases para realizar uma avaliação colaborativa para apresentações das dificuldades, aprendizagens e reflexões. Serão solicitadas as conclusões obtidas após analisar a plataforma *“The Galapagos Finches”*. Após esse levantamento, será solicitado um relatório, além da análise dos resultados do experimento na plataforma. Neste processo, sugerimos que o professor dê visibilidade às possíveis discordâncias que possam emergir entre os grupos, favorecendo a argumentação e a interpretação dos dados retirados da plataforma digital.

Para uma sistematização de conhecimentos conceituais envolvidos nessas discussões, sugerimos algumas atividades escritas. Nesta sequência, utilizamos como exemplo desse tipo de atividade, as propostas da apostila *“SP faz escola”* (parte da disciplina de Ciências da Natureza em São Paulo), conforme indicam as imagens a seguir:

## ATIVIDADE 1 - TEORIA DA EVOLUÇÃO

Charles Robert Darwin e Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, conhecido como **Cavaleiro de Lamarck**, foram dois pesquisadores fundamentais para o desenvolvimento da teoria da evolução das espécies, ambos entendiam que o meio ambiente exerce um papel fundamental no processo evolutivo. Alguns termos científicos surgiram nesta pesquisa e serão fundamentais discutirmos em nossos estudos, tais como o significado dos termos: **uso e desuso, herança de características adquiridas, adaptação, seleção natural**.

Segundo Lamarck o ambiente é o principal fator que provoca modificações nos organismos. Segundo Darwin o ambiente apenas seleciona as variações que melhor se adaptam ao ambiente.

A partir dessa constatação, Darwin propôs a teoria da seleção natural, em seu livro - *A Origem das Espécies*, dizendo que a seleção natural nada mais é do que um mecanismo evolutivo que se baseia na sobrevivência e reprodução diferencial de indivíduos de uma população. Costuma-se dizer que o ambiente seleciona o organismo mais apto a viver em um determinado ambiente.

Com base em seus estudos até aqui, faça uma pesquisa em livros didáticos e internet sobre as ideias de Lamarck e Darwin. Você pode se basear nos tópicos a seguir:

DARWIN	LAMARCK
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção natural;</li> <li>- Sobrevivência e reprodução diferencial de indivíduos de uma população;</li> <li>- O ambiente apenas seleciona as variações mais favoráveis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei do uso e desuso;</li> <li>- Lei da herança dos caracteres adquiridos;</li> <li>- O ambiente provoca modificações no organismo.</li> </ul>

Após realizar a pesquisa observe a imagem a seguir, comparando as ideias de Darwin e Lamarck. Represente por meio de esboços/desenho como Lamarck e Darwin explicariam a evolução do pescoço das girafas, lembrando que elas se alimentam de folhas de árvores.

<p>Imagem produzida para o Programa São Paulo faz Escola</p>	Segundo Lamarck, ele explicaria que...
	Segundo Darwin, ele explicaria que...

## ATIVIDADE 2 - VARIAÇÃO DE SERES VIVOS

A variação de seres vivos pode ser definida (ou explicada) pela diferença no material genético dos indivíduos de uma determinada população. Essa variação na carga genética de uma população tem um papel fundamental na evolução das espécies, uma vez que a seleção natural atua selecionando os genótipos mais vantajosos em uma determinada condição ecológica e tornando ratos os que são desvantajosos para esta condição. A variação genética entre os indivíduos pode ser resultado de mutações naturais no DNA, migração e recombinação de genes entre populações por meio da reprodução sexuada.

Reprodução sexuada é um processo em que há a troca de gametas (masculinos e femininos) para a geração de um ou mais indivíduos da mesma espécie.

Para prosseguir seus estudos, será importante avançar sua pesquisa em livros diversos, como os didáticos ou em vídeos sobre o assunto, se(ual) professor(a) irá sugerir quais.

Após sua pesquisa, responda às seguintes questões em seu caderno:

**Após ter comparado as teorias de Darwin e Lamarck, indique exemplos de situações reais que embasem as ideias dos pesquisadores.**

## ATIVIDADE 3 - DIVERSIDADE DAS ESPÉCIES

Ao pesquisar sobre o conceito de biodiversidade iremos verificar que ele aborda uma variedade de aspectos nos estudos científicos. A diversidade biológica é dada tanto pelo número de espécies que habitam em determinado espaço geográfico, como pela variação de características entre os organismos da mesma espécie. Atualmente o meio científico, considera o conceito de diversidade biológica aquele que procura referir e integrar toda a variedade e variabilidade que encontramos em organismos vivos, nos seus diferentes níveis, e nos ambientes nos quais estão inseridos.

Um dos fatores para a diversidade das espécies se dá por isolamento geográfico (separação de uma população por uma barreira geográfica) podendo, ali, originar espécies novas. Esses novos ambientes apresentam diferentes tipos de condições, criando uma maior possibilidade de surgimento de variedades de formas de vida.

**Após contextualização das teorias evolutivas e da diversidade das espécies, elabore um parágrafo em seu caderno, correlacionando as temáticas evolução e biodiversidade.**

Para introduzir discussões e estudos sobre as Evidências Evolutivas, nos estudos comparativos dos seres vivos, é importante que você, Professor(a), introduza no seu planejamento, possibilidades de abordar e englobar discussões para compreensão da origem, evolução da Terra e dos sistemas naturais, fazendo menção à composição atmosférica, conectando à Geografia, principalmente sobre os conhecimentos geológicos, as modificações climáticas e como estes fatores atuaram nos processos de especiação.

Apresentar evidências evolutivas, sobre os registros da História da Ciência, possibilitará aos estudantes conhecerem os estudos científicos na perspectiva de aspectos fundamentais, tais como na

Figura 18.5 e 18.6: Apostila parte de ciências, pág. 6 e 7. Fonte: Apostila *SP Faz Escola*, 9º ano

ênfase na mudança ou transformação, as populações de organismos como unidade evolutiva e a transmissão dessas alterações via material genético.

Na **Atividade 3 – Estudos Comparativos dos Organismos: Evidências Evolutivas**, a proposta indicada no Caderno do Aluno, orienta os estudantes a observarem as características dos seres vivos e, embasados em suas pesquisas, a classificarem os seres vivos em grupos por semelhança e, então, avançar para compreenderem os conceitos de analogia, homologia, convergência e irradiação adaptativa, até o neodarwinismo, teoria que unificou genética, sistemática, paleontologia, morfologia comparativa e embriologia para explicar a maneira como as espécies se modificam.

Nesta sequência, a **Atividade 4** apresenta uma possibilidade de aprofundamento no estudo sobre irradiação e convergência.

### Estudos Comparativos dos Organismos - Evidências Evolutivas

Vamos iniciar nossas discussões através de estudos comparativos dos organismos, seja nas suas estruturas ou na funcionalidade que essas estruturas exercem, e assim conhecer os termos científicos que explicam suas origens e classificações biológicas.

As principais evidências da evolução são os registros fósseis e as semelhanças anatómicas, fisiológicas, celulares e genéticas entre os seres vivos. Isso naturalmente nos leva à investigação sobre a nossa ancestralidade.

Em equipe, observe os seres vivos abaixo e classifique-os em diferentes grupos por semelhanças, justificando cada agrupamento que construírem. Indique o nome das espécies envolvidas de cada agrupamento.



Os grupos formados entre os grupos de estudantes eram iguais? Por quê?

Após a discussão dos diferentes agrupamentos, mediada por seu(sua) professor(a), pesquise em livros didáticos os conceitos de:

- Analogia
- Homologia
- Convergência
- Irradiação adaptativa

### ATIVIDADE 4 - APROFUNDANDO OS ESTUDOS SOBRE IRRADIAÇÃO E CONVERGÊNCIA



Elaborado especialmente para o SP Faz Escola

- Quando observamos e analisamos a imagem acima, notamos que a forma do corpo do golfinho e do tubarão é bastante semelhante, porém o golfinho é classificado como um mamífero e o tubarão é um peixe. Qual seria uma explicação para isso? Justifique.
- Podemos dizer que este seria um exemplo de irradiação ou convergência adaptativa? Justifique.

Para entender um pouco mais sobre o surgimento de variedades de formas de vida, sugerimos que aprofunde seus estudos em textos científicos, nos livros didáticos e em vídeos diversos recomendados por seu(sua) professor(a).

Após sua pesquisa e/ou assistir ao vídeo, pesquise, desenhe e registre em seu caderno três espécies com características da convergência adaptativa de variedades de formas de vida.

#### Sistematizando o conhecimento:

Você estudou até aqui, o processo no qual ocorrem mudanças nos seres vivos ao longo do tempo e ambiente, levando frequentemente ao surgimento de novas espécies. As modificações passadas para os descendentes, nos fazem concluir que as formas de vida que hoje conhecemos não são as mesmas que viveram há milhares de anos.

Figura 18.7 e 18.8: Apostila parte de ciências, pág. 8 e 9. Fonte: Apostila *SP Faz Escola*, 9º ano

### ***Parte 3: A classificação contribui para identificação de adaptações biológicas?***

#### ***Atividade 8: Pesquisa de campo - Visita a um parque***

Nesta atividade, propomos uma visita a um parque. Os(as) estudantes poderão se dividir em duplas, trios e grupos para realizar a pesquisa de campo no parque. Cada integrante deverá ter um celular para capturar fotografias de pássaros encontrados no local. Como lição de casa, os(as) estudantes deverão fazer levantamentos para tentar identificar as espécies dos pássaros fotografados. O objetivo é fazer um levantamento dessas aves para discussão e análise nas atividades subsequentes.

Será solicitado ainda um portfólio, individual, contendo uma reflexão sobre esta e as duas próximas atividades (8 a 10), junto com uma avaliação da própria aprendizagem. A entrega desse portfólio ocorrerá após a atividade 11. A proposta é que na atividade 12 cada estudante receba um retorno individual e coletivo desses registros.

#### ***Atividade 9: Construindo um Cladograma***

Nesta atividade, os(as) estudantes usarão um laboratório de informática e deverão produzir um cladograma retratando a filogenia dos pássaros encontrados no parque na atividade 8. Para isso, será utilizado o pacote *Microsoft Office*, para efetuar ações como manipulação de imagens, formação de cladogramas (em formato de fluxograma), adição de nomes segundo a classificação de Lineu.

Nesse momento, o(a) professor(a) irá analisar se os(as) estudantes estão utilizando os conceitos de forma cientificamente adequada para a elaboração do projeto, orientando-os quando necessário. Os(as) estudantes terão acesso aos laboratórios virtuais de biologia molecular e sistemática para testar as hipóteses sobre essa construção. Os alunos poderão enviar, por e-mail, o cladograma produzido em sala.

### ***Atividade 10: O que aprendemos? (Avaliação formativa parte I)***

A aula será dividida em dois blocos. No primeiro bloco, ocorrerá a divisão dos grupos em trios, e em seguida. Cada subgrupo ficará responsável por discutir, responder e enviar um [questionário de formulário](#) eletrônico (por exemplo, o *Google forms*) com algumas questões sobre o que foi estudado pela turma. No segundo bloco o(a) professor(a) utilizará o projetor para apresentar as respostas dadas anonimamente por cada grupo, e a partir da análise dos resultados, buscar discutir dúvidas, entender as dificuldades de compreensão conceitual e destacar elementos importantes do conhecimento discutido.

### ***Atividade 11: Ampliando ideias***

Nesta atividade, será realizada uma roda de conversa para debater o assunto: "Covid-19 e a seleção natural na espécie humana". A proposta é que, durante a atividade, sejam apresentadas evidências para problematizar o tema e conscientizar os(as) estudantes, com trechos de vídeos do canal do *youtube* "Nunca vi 1 cientista" produzidos por duas doutoras na área das ciências biológicas e da saúde (<https://www.youtube.com/watch?v=wVWkT4X0h0A%29>).

### ***Atividade 12: Sistematizando ideias (Avaliação formativa parte II)***

Antes desta atividade, será enviada aos estudantes a avaliação do relatório para cada grupo, bem como a avaliação colaborativa do portfólio. Junto a essas avaliações, os(as) estudantes também receberão um feedback do cladograma produzido na atividade 9. A proposta é que seja indicada a adequação da interpretação dos estudantes sobre as relações dos dinossauros com os répteis e aves. Durante a atividade, a proposta é que o professor possa discutir os resultados dos trabalhos desenvolvidos ao longo da sequência, levantando dúvidas originadas no processo e sistematizando ideias centrais exploradas nas atividades.

## Referências Bibliográficas

- Borba, M. C., da Silva, R. S. R., & Gadanidis, G. (2014). Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Ed. Autêntica.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 23 de dezembro de 2020.
- Carvalho, A. M. P. (2013). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), pp. 957-976.
- Giordan, M. (2008). Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí, Unijuí.
- Santos, E. (2009). Educação online para além da EAD: um fenômeno da cibercultura. In: *Anais do Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho, p. 5658-5671.
- São Paulo, Secretaria da Educação do Estado. *Currículo Paulista*. (2017). Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acessado em: 9 de novembro de 2020.
- Zompero, A. F., & Laburú, C. E. (2016). Atividades investigativas para as aulas de ciência: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris.

CLARA AVELAR RESENDE  
ROBERTA GUIMARÃES CORRÊA

---

# 19. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS A PARTIR DA METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO

---





## Objetivos da sequência

Apresentar uma proposta de uso da Metodologia da Problematização para estudantes do Ensino Médio. Nossa proposta compreende duas etapas: (1) identificação de problemas considerados relevantes para os estudantes que serão objeto de análise e resolução a partir da Metodologia da Problematização; (2) apresentação das etapas para resolução de problemas em grupo.

O levantamento de problemas relevantes (Etapa 1), junto aos estudantes, deverá ser realizado com certa antecedência pelo professor, já que a partir da análise desse levantamento, que será explicitado no item Sequência de Atividades, é que o processo de análise e resolução do problema será realizado (Etapa 2). A Etapa 2 foi planejada para ser desenvolvida em um horário extraclasse<sup>101</sup>, com duração de doze encontros de no mínimo 50 minutos cada, a depender do ritmo dos alunos.

Para realizar a Etapa 2, os estudantes devem formar grupos de no máximo cinco integrantes. Cada grupo deverá se organizar para realizar o processo de resolução dos problemas identificados com a orientação constante do professor.

## Contexto e Natureza

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Investigativa e Argumentativa

---

<sup>101</sup> Esse período extraclasse pode compreender um horário livre da turma, horários disponíveis do contraturno dos estudantes ou até mesmo o sábado letivo.

## Fundamentação teórico-metodológica

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta como eixo norteador dos processos de ensino e de aprendizagem, o desenvolvimento de competências, mais especificamente dez competências gerais que devem ser trabalhadas na Educação Básica. Entre as competências elencadas encontra-se a formulação, resolução e o desenvolvimento de soluções para problemas diversos, que devem ser abordados de forma criativa, colaborativa, baseada em práticas científicas e norteada pelos conteúdos científicos curriculares (Ministério da Educação [MEC], 2017).

Trazendo as orientações desse documento norteador para o contexto escolar, ou seja, para o lugar da prática pedagógica, o uso de problemas para abordagem de conteúdos é diverso, podendo ser empregado em diferentes momentos de uma intervenção pedagógica, com diferentes objetivos de aprendizagem. Neste texto, a perspectiva que trazemos para o uso de problemas é orientada pela Metodologia da Problematização de Neusi Aparecida Navas Berbel, desenvolvida a partir do trabalho de outros autores e que será brevemente apresentada nesta seção inicial do capítulo.

A Metodologia da Problematização foi inicialmente inspirada no trabalho de Charlez Maguerez, que propôs o que denominou de esquema pedagógico do arco no final da década de 60 (Colombo & Berbel, 2007). A partir da proposta de Maguerez, surgiram outras reinterpretações, como a dos autores Bordenave e Pereira (Bordenave & Pereira, 2015) e a de Berbel (Berbel, 2012), esta última utilizada para a elaboração da nossa intervenção.

A Metodologia da Problematização tem como uma de suas características a participação ativa dos alunos e dos professores, sendo a aprendizagem um resultado da resolução de uma situação problema (Paiva et al., 2016). Segundo os mesmos autores, como existe uma relação direta com a realidade, a apropriação dos

conteúdos é mais efetiva, além de favorecer o desenvolvimento da autonomia, da criticidade e das habilidades de trabalhar em grupo.

A metodologia proposta por Berbel (2012) é esquematizada pelo arco de Magueréz (Figura 19.1). O arco é composto por cinco fases: Observação da realidade (Problema), Pontos-chave, Teorização, Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade (Prática). É importante destacar que as etapas do arco devem ser realizadas pelos estudantes organizados em grupos e o professor deverá acompanhar e orientar todas as etapas. Assim, essa metodologia e os resultados que visa propiciar, dependem da participação ativa e constante dos estudantes em todas as etapas apresentadas no arco. A descrição das fases, assim como as principais atividades relacionadas, são apresentadas a seguir.



Figura 19.1: Arco de Magueréz segundo Berbel & Gamboa (2011, p. 8).

Na etapa de Observação da Realidade, os alunos são convidados a analisar a realidade ao seu redor e extrair as adversidades, dificuldades e desafios que serão os problemas a serem solucionados (Vieira et al., 2018). De todas as dificuldades identificadas, os alunos devem selecionar qual a situação que será problematizada e redigir o problema (Colombo & Berbel, 2007). De forma resumida, a primeira fase compreende as seguintes atividades:

1. Identificação da realidade que será analisada;
2. Definição da forma de observação e realização da observação;
3. Análise e problematização do que foi registrado;
4. Registro das observações;
5. Definição do foco de estudo;
6. Justificativa da escolha do problema;
7. Redação do problema.

A fase seguinte, denominada Pontos-Chave, corresponde a análise e reflexão do problema selecionado como foco de estudo. Os estudantes devem definir quais são os tópicos que serão investigados por eles, quais os aspectos mais relevantes do problema, e as principais fontes de pesquisa (Colombo & Berbel, 2007). As principais atividades desta fase são:

1. Identificação de assuntos/temas associados ao problema;
2. Identificação dos elementos determinantes do problema;
3. Reflexão sobre as possíveis razões para a existência do problema;
4. Síntese e análise da reflexão;
5. Escolha do que será objeto de estudo (pontos-chave) na fase seguinte;
6. Registro escrito dos pontos-chave.

A terceira fase do arco é chamada de Teorização, e é caracterizada pelo estudo aprofundado do problema, tomando os pontos-chave como ponto de partida (Vieira et al., 2018). Algumas das fontes de pesquisa que podem ser utilizadas são entrevistas, livros, vídeos, artigos entre outras que possam fornecer informações confiáveis (Colombo & Berbel, 2007). De forma resumida, a Teorização compreende as seguintes atividades:

1. Definição de como os pontos-chave serão estudados e divisão de tarefas entre os integrantes do grupo;
2. Se dados forem coletados, preparação e validação dos instrumentos de coleta de dados. Análise dos dados coletados;
3. Discussão das informações pesquisadas pelo grupo;
4. Análise das hipóteses iniciais depois de realizada a pesquisa;
5. Registro escrito da etapa.

Na penúltima fase do arco, chamada de Hipóteses de Resolução, espera-se que os alunos proponham hipóteses aplicáveis na realidade investigada (Vieira et al., 2018). O professor deve incentivar a criatividade e a argumentação, para que, além de propor as hipóteses, os alunos também sejam capazes de argumentar a respeito delas (Colombo & Berbel, 2007). As principais atividades desta fase são:

1. Elaboração de hipóteses de resolução, essas devem ser diversificadas para que possam abranger diferentes níveis de ação sobre o problema;
2. Explicação das hipóteses de resolução propostas;
3. Registro por escrito das hipóteses de resolução propostas.

Por fim, a última fase é o retorno à realidade, sendo chamada de Aplicação à Realidade. Nessa fase, os alunos devem analisar as hipóteses levantadas na etapa anterior, e selecionar a mais adequada, considerando parâmetros como exequibilidade, urgência e prioridade. Depois de selecionarem a hipótese de resolução, os alunos deverão planejar e realizar a intervenção na realidade. Nesta fase as atividades propostas são:

1. Análise da aplicabilidade das hipóteses de resolução;
2. Definição da resolução que será colocada em prática;
3. Planejamento da intervenção;
4. Execução da intervenção;

## 5. Registro por escrito do processo.

É importante destacar que a Metodologia da Problematização proposta por Berbel a partir dos trabalhos de Maguerez, Bordenave e Pereira, apresenta uma estreita relação com a obra de Paulo Freire (Berbel, 2014). A autora destaca que:

a Metodologia da Problematização é um recurso, um poderoso recurso metodológico, para concretizar os princípios teóricos e filosóficos de uma educação progressista e humanizadora, desde que esses princípios façam parte da intencionalidade e do modo de ser do educador, pois não será o mesmo se ela for utilizada como apenas mais uma técnica” (Berbel, 2014, p.22)

A aproximação da proposta metodológica de Berbel com os ensinamentos de Paulo Freire contribuiu para fortalecer a justificativa sobre a importância do uso do método como um caminho para oportunizar a Pedagogia Problematizadora (Berbel, 2014).

## **Sequência de Atividades**

### *Etapa 1 – Levantamento de temas de interesse pelos estudantes*

O primeiro passo para o desenvolvimento da nossa proposta é a identificação de problemas relevantes para os estudantes, que corresponde, na metodologia proposta por Berbel (2012), a fase de Observação da Realidade. Essa etapa deverá ser realizada com antecedência, uma vez que após a realização desse processo de identificação, o professor deverá selecionar problemas que tenham relação com os conteúdos que está abordando ou mesmo com o projeto que possa estar desenvolvendo com a turma. Além de possibilitar essa adequação do problema aos objetivos de aprendizagem, a realização da Etapa 1 com antecedência também possibilita que o professor se prepare para realizar a orientação do processo de resolução junto aos alunos, a partir do estudo dos temas relacionados ao problema. Além de poder se apropriar melhor dos temas, esse tempo de preparação poderá contribuir para a seleção de materiais que poderão ser utilizados como referência

pelos estudantes durante o processo de resolução.

Para identificar os problemas considerados relevantes, optamos pelo uso de um questionário (Quadro 19.1). Procuramos construir as perguntas de forma que tenham certa relação com as disciplinas escolares, por isso que colocamos nas questões 1 e 3 várias disciplinas como exemplo. Caso o professor ou um grupo de professores deseje trabalhar a partir de uma perspectiva interdisciplinar, as questões poderão apresentar mais de uma disciplina ou até mesmo poderão ser redigidas de forma a deixá-las em aberto, sem fazer menção a qualquer disciplina.

Quadro 19.1: Perguntas para identificação de problemas relevantes para os estudantes.

1. Quais problemas você identifica no seu dia a dia que poderiam ser resolvidos utilizando a Química/História/Biologia/Sociologia/etc.?
2. Desses problemas que você mencionou que encontra no dia a dia, quais você gostaria de tentar buscar uma solução?
3. Quais problemas você identifica na sua escola que poderiam ser resolvidos utilizando a Química/História/Biologia/Sociologia/etc.?
4. Desses problemas que você mencionou que encontra na escola, quais você gostaria de tentar buscar uma solução?

Depois da aplicação dos questionários, o professor deverá analisar as respostas dos alunos, que levará a identificação de problemas e/ou temas de interesse. A seleção dos problemas/temas poderá ser realizada a partir do seu potencial para discussão de conteúdos científicos-curriculares ou até mesmo corresponder aos problemas/temas mais citados nas respostas do grupo.

Em nossa experiência com a proposta, o questionário do Quadro 19.1 foi respondido por 100 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Belo Horizonte. As respostas apresentadas foram sucintas e diretas o que facilitou o processo de leitura e organização das respostas. Com relação

aos problemas/temas do dia a dia (questões 1 e 2), algumas respostas apresentadas foram: *racismo, falta de empatia, falta de respeito, desigualdade, violência, problemas ambientais, fake news, saúde pública, padrão de beleza*. Já as respostas às questões relacionadas a escola (questões 3 e 4) apresentaram problemas/temas relacionados a estrutura da escola e as relações interpessoais. Dentre as respostas temos: *infraestrutura precária da escola, relação professor-aluno, falta de quadra, falta de respeito, desorganização*.

Após a análise dos questionários, as respostas *fake news* e *problemas ambientais* foram selecionadas por possibilitarem uma rica articulação com a Química, disciplina de nosso interesse. Como forma de levar esses problemas/temas visando o engajamento e orientação para os estudantes, optamos pela construção de estudos de casos como o apresentado no Quadro 19.2. Estudos de casos, segundo Herried (2007) são histórias que possuem função pedagógica que podem ser aplicadas em diferentes contextos. Para que o estudo de caso seja considerado bom, ou seja, para que possa cumprir sua função dentro de um determinado contexto de ensino, ele precisa possuir as seguintes características: ser relevante e despertar o interesse; abordar temas atuais; possibilitar a abordagem de conteúdos; provocar um conflito; criar empatia; apresentar história e diálogos; possuir poucos parágrafos; forçar a tomada de decisão.

Além do caso apresentado no Quadro 19.2, intitulado: *“Cházin” de fake news*, outros dois estudos de casos foram construídos: *Lagoa de vírus* e *Que lixo é esse aí, papai?* (Resende, 2020). É importante destacar que nossa escolha pela construção e uso de estudos de caso se deu por conta da familiaridade que já tínhamos com essa estratégia e pela possibilidade de ela trazer uma história que coloca o estudante como personagem que deverá atuar para compreender e resolver o problema ou problemas apresentados implícita ou explicitamente na história. Porém, caso o professor não queira usar estudos de caso, a apresentação dos problemas/temas identificados pode



ser realizada a partir da seleção de algum texto, vídeo, post ou até mesmo podcast que discuta o problema/tema. No entanto, é importante que o professor procure incentivar ou apresentar uma situação que deverá ser explorada e resolvida pelos estudantes.

Quadro 19.2: “Cházin” de Fake News – caso elaborado para discussão sobre fake News.

### “Cházin” de Fake News

Dona Geralda estava assistindo a novela quando recebeu uma mensagem no grupo da família do WhatsApp® falando sobre o Coronavírus:

Assustada, foi correndo no quarto do seu neto Huguismar.

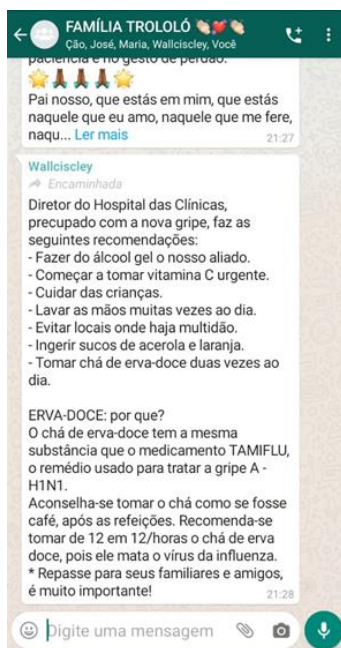
- Huguismar, menino!! Amanhã depois da escola você vai passar lá no mercado e comprar um chá de erva-doce! Seu tio mandou aqui no “zapzap” que é muito bom “pra” evitar esse Coronavírus!

- Ih vó, isso é fake news! Esse povo fica compartilhando e nem sabe se é verdade.

- Que fake news o quê menino! Foi o diretor do Hospital das Clínicas que falou, “tá” escrito aqui! “Cê faz favor” de comprar amanhã porque vai ter que tomar todo dia! E eu não quero discussão.

Com preguiça de discutir com a sua avó, Huguismar disse que iria ao mercado comprar o chá de erva-doce, pois não sabia como explicar, de forma simples, que a notícia era falsa e que todas as informações devem ser verificadas antes de compartilhadas.

No dia seguinte, Huguismar estava comentando com seus colegas sobre o



ocorrido quando o professor de Química, Valmir, decidiu participar da conversa.

- Que história é essa de erva-doce “pra” curar o Coronavírus, Huguismar?

- Uai, “fessor”. Isso é coisa que minha vó que fica recebendo no grupo da família e acreditando. E eu ainda vou ter que ir comprar o tal chá depois da aula!

- Mas você tentou explicar “pra” ela que isso é fake news?

- Tentar eu até tentei, mas é difícil demais! Ela não escuta! E eu também não sei explicar direito, de forma que ela entenda. Se o povo mais jovem acredita em fake news, imagina minha vó com quase 80 anos.

- É verdade, essa dificuldade de comunicação é complicada. E a Química pode ser tão útil para explicar essas notícias falsas que aparecem por aí! Por exemplo, shampoo e condicionador 2 em 1, bicarbonato “pra” curar o câncer, repelente de insetos que fazem reações químicas, vacinas que causam autismo, chocolate diet que emagrece...tudo isso são fake news que a Química poderia ajudar a esclarecer!

- Nossa, “fessor”! E por que que a gente ainda não “tá” ajudando a diminuir com essas fake news? Aí não vou ter que sair “pra” comprar coisa no mercado toda vez que minha vó receber uma mensagem nova no grupo!

- Boa pergunta, Huguismar! Será que podemos fazer alguma coisa para evitar que as fake news circulem pelos nossos grupos de WhatsApp?

Huguismar, intrigado, logo começa a chamar seus amigos para ajudá-lo a responder à pergunta do professor Valmir.

**Considere que você é um(a) amigo(a) de Huguismar e deve ajudá-lo a combater as fake news utilizando, em algum momento, o conhecimento científico para isso!**

## **Etapa 2 – Atividades para a Resolução de Problemas**

A Etapa 2 foi planejada para ser desenvolvida em um horário extraclasse, com duração de doze encontros de, no mínimo, 50 minutos cada. Esses encontros, envolvendo os integrantes dos grupos e o professor, são fundamentais para orientar o processo de análise e resolução de problemas. Os grupos deverão registrar o desenvolvimento do trabalho utilizando o diário de bordo.

O diário de bordo apresenta uma série de questões gerais e específicas para cada encontro, ou seja, como nossa proposta é composta por doze encontros, o diário de bordo contará com doze seções, uma para cada encontro. Sugerimos que o diário seja entregue para os estudantes no formato de uma apostila, contendo as perguntas e os espaços para as respostas. Após o preenchimento, que deverá acontecer em todos os encontros, o diário deverá ficar com o professor, para que ele possa acompanhar o que está sendo desenvolvido e as possíveis dificuldades enfrentadas pelo grupo.

O preenchimento do diário, assim como o acompanhamento e orientação realizado pelo professor, contribuirá para avaliação do trabalho realizado pelo grupo ao longo dos doze encontros, podendo inclusive, constituir uma porcentagem da nota total da atividade, que também deverá considerar a resolução que será apresentada.

A seguir são apresentados os objetivos gerais, as questões do diário de bordo e alguns comentários para o professor, referentes aos doze encontros.

### ***Encontro 1: apresentação dos estudos de caso e início da análise***

No primeiro encontro, os alunos devem ser divididos em grupos. Essa divisão pode ficar a cargo dos próprios estudantes ou poderá ser realizada pelo professor. Com os grupos formados, os estudos de caso devem ser apresentados para todos, a partir da leitura mediada realizada pelo professor. Após a leitura e breve discussão inicial sobre os casos, cada grupo deverá escolher um deles para iniciar o processo de

resolução. Nesse momento inicial, o professor também deverá apresentar o diário de bordo, mostrar como deverá ser utilizado, assim como mostrar o planejamento geral de encontros. Com os grupos formados e o estudo de caso escolhido, tem-se início o processo de análise da história, atividades que estão relacionadas, segundo a Metodologia da Problematização, a fase de Observação da Realidade.

Para auxiliar o processo de análise, o diário de bordo apresenta uma série de questões que abordam essa primeira fase do processo (Quadro 19.3).

Quadro 19.3: Perguntas norteadoras do primeiro encontro – análise inicial do estudo de caso.

1. Qual(ais) os principais assuntos/temas que a história trata?
2. Na opinião do grupo, qual dos assuntos/temas que vocês mencionaram é um problema que precisa ser resolvido?
3. Quais são as ideias iniciais que vocês pensaram para resolver o problema?
4. Explique como o grupo irá dividir as atividades que deverão ser realizadas entre os componentes.

O papel do professor nessa primeira etapa é acompanhar as discussões dos grupos, orientar sobre preenchimento do diário, tirar dúvidas sobre o estudo de caso e também fazer perguntas sobre as histórias, destacando pontos que podem não estar sendo considerados pelos estudantes e que representam conteúdos importantes que devem ser explorados para a resolução do problema. É uma orientação que visa guiar os grupos e corrigir possíveis desvios de rota.

Além das perguntas do Quadro 19.3, outras deverão ser respondidas pelos grupos em todos os encontros (Quadro 19.4). Assim, essas perguntas deverão estar presentes em todas as seções do diário de bordo.

Quadro 19.4: Perguntas norteadoras que deverão constar em todas as seções do diário de

bordo.

1. O grupo desenvolveu alguma atividade referente à resolução em casa? Quais?
2. O que foi discutido no grupo?
3. Faça um resumo de todas as atividades desenvolvidas hoje.
4. Quais atividades estão planejadas para o próximo encontro?

Essas perguntas gerais visam explicitar as ações que estão sendo realizadas pelo grupo, assim como definir uma agenda de trabalho para os encontros seguintes. É uma ótima estratégia para acompanhar o progresso realizado pelos grupos.

### *Encontros 2 e 3: busca de informações sobre os estudos de caso*

A busca por informações é uma atividade que foi planejada para durar dois encontros e é caracterizada pelo estudo do problema, corresponde as fases de Pontos-Chave e Teorização da proposta de Berbel (2012). Nesses dois encontros, os alunos devem começar as pesquisas, identificando os tópicos que deverão ser estudados, as palavras-chave que deverão ser utilizadas para a busca de informações e os locais onde as informações deverão ser coletadas. As perguntas norteadoras dos encontros 2 e 3 são apresentadas nos Quadros 19.5 e 19.6, respectivamente.

Quadro 19.5: Perguntas norteadoras do segundo encontro – identificação de pontos-chave e busca de informações.

1. Quais as palavras-chave foram utilizadas para realizar as pesquisas?
2. Quais fontes de informação foram acessadas?
3. Em quais fontes foram encontradas informações relevantes para resolver o problema?

Nessas atividades que envolvem busca de informações, o professor deve

auxiliar na seleção de termos de busca mais adequados para as pesquisas, orientar sobre a seleção de fontes confiáveis para seleção das informações. Caso julgue necessário, o professor pode sugerir alguma bibliografia para leitura.

Quadro 19.6: Perguntas norteadoras do terceiro encontro – busca de informações e seleção dos temas de interesse.

1. Quais as palavras-chave foram utilizadas para realizar as pesquisas?
2. Quais fontes de informação foram pesquisadas? Em quais foram encontradas informações mais relevantes para resolver o problema?
3. Quais tópicos o grupo considera relevantes para a resolução do problema?

As perguntas referentes aos encontros 2 e 3 são quase iguais, com exceção da pergunta 3 do terceiro encontro. Espera-se que no final desse encontro, os grupos já tenham escolhido os tópicos de estudo e a fonte que será utilizada para realizar a etapa de Teorização (Berbel, 2012).

#### ***Encontros 4 e 5: estudo, identificação e análise das possíveis soluções***

As atividades de estudo, identificação e análise de soluções foram planejadas para dois encontros, e objetivam analisar os resultados das pesquisas com maior criticidade, almejando encontrar possíveis soluções. Após a pesquisa realizada na atividade anterior, os alunos devem ser capazes de identificar quais soluções são possíveis para o problema identificado no estudo de caso, e argumentar os prós e contras de cada uma delas. Então, nessa etapa, ainda são feitas pesquisas, porém, com o foco na análise das possíveis soluções. Os Quadros 19.7 e 19.8 apresentam as perguntas do diário de bordo referentes aos encontros 4 e 5.

Quadro 19.7: Perguntas norteadoras do quarto encontro – estudo e levantamento de possíveis soluções para o problema.

1. Faça uma síntese das informações relevantes que foram encontradas para a resolução do problema.
2. Onde essas informações foram encontradas?
3. Quais as possíveis soluções que o grupo encontrou para o problema?

No encontro 4 inicia-se o processo de síntese das informações coletadas e da identificação de possíveis soluções para o problema. Aqui, espera-se que esse processo de síntese, de apropriação das informações pesquisadas, oriente e direcione o processo de resolução.

Quadro 19.8: Perguntas norteadoras do quinto encontro – possíveis soluções para o problema.

1. Quais as vantagens de cada possível solução apresentada pelo grupo?
2. Quais as desvantagens de cada possível solução apresentada pelo grupo?

O papel do professor nesses encontros é promover a discussão e argumentação para cada uma das soluções. É importante ressaltar que o professor, não deve classificar nenhuma das propostas como errada ou correta, e sim, fomentar a discussão para que os alunos consigam chegar a uma conclusão sobre a solução mais adequada.

### *Encontros 6, 7 e 8: definição da solução para o problema*

As atividades referentes à definição da solução do problema foram planejadas para durarem três encontros, e são caracterizadas pela explicitação da solução escolhida e dos fundamentos teóricos que a justificam. Esses encontros correspondem a etapa Hipóteses de Resolução proposta por Berbel (2012).

As perguntas norteadoras dos encontros 6, 7 e 8 são apresentadas nos

Quadros a seguir (Quadros 19.9, 19.10 e 19.11).

Quadro 19.9: Perguntas norteadoras do sexto encontro – hipóteses de solução.

1. Qual solução o grupo pretende apresentar?
2. Por que escolheram essa solução?

Quadro 19.10: Perguntas norteadoras do sétimo encontro – explicando as hipóteses de solução.

1. Qual a solução encontrada para o problema?
2. Quais disciplinas o grupo acredita que se relacionam a solução proposta?
3. Quais conteúdos específicos da Química (ou a ciência que está sendo trabalhada) o grupo acredita que se relacionam com a solução proposta?

Para além da escolher a solução, os alunos devem ser capazes de relacionar a ciência que está sendo trabalhada com a resolução, por isso as perguntas do sétimo encontro (Quadro 19.11) visam relacionar a solução aos conteúdos científico curriculares.

Quadro 19.11: Perguntas norteadoras do oitavo encontro – detalhando a solução escolhida

1. Quais elementos e/ou aspectos tornam a solução escolhida adequada? Por quê?
2. Quais elementos e/ou aspectos tornam a solução escolhida inadequada? Por quê?
3. Como o grupo pode diminuir as condições inadequadas?

Assim como nas demais etapas, o professor deve fomentar a discussão a respeito das soluções. Os alunos devem ser capazes de encontrar as possíveis “brechas” na solução, buscando formas de contornar as falhas da solução, ou então,



propor uma nova solução para o problema. No caso de ser necessário propor uma nova resolução, os alunos devem retornar à etapa de identificação e análise das possíveis soluções para o problema.

### ***Encontro 9: sistematização da solução do problema***

As atividades referentes à solução do problema foram planejadas para serem realizadas em um encontro. Nessa etapa o grupo deve detalhar a solução do problema e explicar como a resolução proposta resolve o problema analisado. As perguntas do encontro 9 são apresentadas no Quadro 19.12.

Quadro 19.12: Perguntas norteadoras do nono encontro –a solução escolhida

1. Tendo refletido sobre pontos positivos e negativos, explique detalhadamente qual a solução encontrada pelo grupo.
2. Como a resolução proposta pelo grupo pode resolver o problema?

### ***Encontros 10, 11 e 12: construção e apresentação da solução***

As últimas atividades correspondem a construção (dois encontros) e apresentação da solução proposta pelo grupo (um encontro). A construção da apresentação é a etapa na qual os alunos devem selecionar os pontos de destaque da solução, analisar as etapas do processo de resolução do problema realizado em grupo e organizar a apresentação do trabalho.

O Quadro 19.13 apresenta as perguntas que devem ser respondidas pelos alunos nos encontros 10 e 11.

Quadro 19.13: Perguntas norteadoras do nono encontro –a solução escolhida.

1. Sabendo os pontos de destaque na resolução, o que o grupo vai destacar na apresentação?
2. Considerando todo o trabalho realizado pelo grupo, quais foram as principais dificuldades encontradas?
3. Quais aspectos positivos podem ser destacados depois de todo o trabalho realizado pelo grupo?

Considerando os encontros 10 e 11, o professor deverá auxiliar na seleção dos pontos que serão apresentados. Informações sobre o tempo e formato de apresentação devem ser apresentados para que os grupos se organizem e priorizem as informações.

Para o encontro 12, que corresponde a apresentação do trabalho, sugere-se que os grupos exponham seus trabalhos para a comunidade escolar e até mesmo para outros públicos fora do espaço escolar, em praças, museus e até mesmo na Universidade. Uma comissão avaliadora poderá ser formada para discutir os trabalhos com os grupos, podendo inclusive, premiar o melhor grupo.

É importante destacar que os três encontros finais, da forma como foram estruturados, atendem apenas parcialmente a fase de Aplicação à Realidade proposta por Berbel (2012). Sempre que possível, as soluções propostas devem ser aplicadas à realidade, para que o processo de problematização possa cumprir todos os seus objetivos. De qualquer forma, nossa proposta, pode contribuir muito para a aprendizagem de conteúdos científico-curriculares e para o desenvolvimento da autonomia, criticidade e de habilidades para se trabalhar em grupo.

Por fim, esperamos que a proposta apresentada neste capítulo possa ser desenvolvida em diferentes contextos de ensino e que você, professor, ao desenvolvê-la, nos contacte para contar sobre sua experiência e para nos apontar os aspectos

positivos e negativos identificados no seu desenvolvimento.

## Referências Bibliográficas

- Berbel, N. A. N. (2012). A metodologia da problematização em três versões no contexto da didática e da formação de professores. *Revista Diálogo Educacional*, 12(35), 103-120. <http://dx.doi.org/10.7213/dialogo.educ.5904>
- Berbel, N. A. N. (2014). A Metodologia da Problematização e os Ensinamentos De Paulo Freire: uma relação mais que perfeita. In. N. A. N. Berbel (Org.). *Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações*. Londrina: EDUEL.
- Berbel, N. A. N., & Gamboa, S. A. S. (2011). A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma perspectiva teórica e epistemológica. *Revista Filosofia e Educação*, 3(2), 264-287. <https://doi.org/10.20396/rfe.v3i2.8635462>
- Bordenave, J. D., & Pereira, A. M. (2015). *Estratégias de ensino-aprendizagem* (33a. ed). Petrópolis: Vozes.
- Colombo, A. A., & Berbel, N. A. N. (2007). A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes dos professores. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 28(2), 121-146. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0383.2007v28n2p121>
- Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: Ministério da Educação.
- Paiva, M. R. F., Parente, J. R. F., Brandão, I. R., & Queiroz, A. H. B. (2016). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *Revista SANARE*, 15(2), 145-153.
- Resende, C. A. (2020). *Metodologia da Problematização Fundamentada no Arco de Maguerez: uma proposta de oficina*. (Trabalho de Conclusão de Curso), Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. <https://tinyurl.com/dv5enz7z>
- Vieira, M. A., Soares, J. P. P., Figueredo, P. S. M., Neto, R. B. So., Silva, S. G., & Azevedo, B. T. (2018). Problematização a partir do Arco de Maguerez: ciclo hidrológico e implicações sociais. In. V. S. Marcelino, & P. G. Souza (Org.). *Metodologias para o ensino: Teorias e exemplos de sequências didáticas*. Rio de Janeiro: Brasil Multicultural.

BRUNA KARL RODRIGUES DA SILVA  
RICARDO MONTEIRO DA SILVA  
JOÃO PAULO FERNANDES

---

## 20. PROJETO USINAS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUTIR QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS, PÓS-VERDADES E FAKE NEWS NO ENSINO DE FÍSICA

---



## Objetivos da sequência

A sequência de atividades apresentada neste capítulo possui como objetivo articular os conhecimentos cotidianos prévios dos alunos com os conhecimentos científicos contemplados no ambiente escolar a partir da temática Usinas. Nessa proposta, priorizamos discussões de aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais que tangem ao meio científico, por meio de controvérsias sociocientíficas, pós-verdades e notícias falsas no contexto das aulas de Física. No quadro a seguir apresentamos uma síntese das atividades propostas:

Quadro 20.1: Síntese das atividades realizadas durante o Projeto Usinas.

<b>Atividade</b>	<b>Breve descrição</b>
Introdução ao Projeto Usinas	Os alunos devem pensar se é possível a construção de uma usina e qual o tipo de usina mais adequado para a sua região, a partir de pesquisas realizadas na internet. Posteriormente, devem redigir um relatório em grupo expondo suas opiniões e argumentos.
Aplicação de questionário sobre TDIC <sup>102</sup>	Tem como objetivo conhecer a visão que os alunos têm sobre o uso das tecnologias no ensino de física e como isso pode contribuir para a elaboração das outras atividades da sequência didática.
Discussão do texto: “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea”	Propor uma reflexão sobre o homem pré-histórico e suas condições de sobrevivência. Discutir os aspectos que levaram o homem a sua evolução tecnológica, e o papel da energia nesse processo, ressaltando que até mesmo nos dias de hoje, nem todas as pessoas são favorecidas com a produção de energia elétrica.
Busca por informações sobre o	Os alunos devem pesquisar, em mídias sociais, informações sobre o aquecimento global, e formular

---

<sup>102</sup> Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

aquecimento global em mídias sociais	opiniões acerca do tema e suas influências na sociedade. A partir disso, devem criar um perfil para cada grupo na rede social Instagram para postar a atividade.
Debate simulado sobre os impactos do aquecimento global na sociedade contemporânea	Utilizando os levantamentos de informações da atividade anterior, concomitantemente com um novo embasamento em fontes confiáveis, deverá ser proposto um debate simulado acerca do aquecimento global como causa antropogênica ou natural e de que maneira as usinas termelétricas influenciam no meio ambiente.
Elaboração de usinas com material de baixo custo	Os educandos podem ser estimulados a construir protótipos de usinas utilizando materiais de baixo custo. No formato de feira de ciências na própria sala de aula, devem explicar o funcionamento dessas usinas, quais são os conceitos físicos ali presentes e a explicar a influência no âmbito social.

## Contexto e Natureza

**Dimensão de Contextualização:** Sociocientífica

**Natureza das atividades:** Argumentativa

## Fundamentação Teórico-Metodológica

Acreditamos que a escola básica deve fornecer ao educando embasamento para melhor compreensão da sociedade em que está inserido, bem como subsídios para discutir aspectos concernentes à produção de ciência e tecnologia (C&T), e os impactos na sociedade. Nesta perspectiva, buscamos ressaltar o processo de elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática de Física que prioriza possíveis relações entre as controvérsias sociocientíficas, pós-verdades e notícias falsas, trazendo o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade como ponto de partida para essa discussão.

Em meados do século XIX, com os avanços do homem moderno, o domínio e a exploração dos recursos naturais, associado ao gradativo processo de industrialização e desenvolvimento atrelado à produção de C&T foram caracterizados como semelhantes ao progresso. Como consequência, podemos observar que a partir do século XX “as sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade” (Santos & Mortimer, 2000, p. 2).

O que antes era visto como avanço somente benéfico, começa então a ganhar novas interpretações, na medida em que os mecanismos tecnológicos, e seus exacerbados usos, começam a interferir diretamente no meio ambiente, através da extração de elementos da natureza que são úteis ao homem e ao seu bem-estar.

Porém, os avanços nos âmbitos científicos e tecnológicos não beneficiaram a todos. Uma minoria, por meio dos seus recursos, conseguiu ampliar seus domínios utilizando-se de um discurso neutro sobre C&T, e através do discurso de progresso científico, acabou por deixar a maioria às margens da sociedade, no que se refere ao conhecimento.

É notório que a C&T influenciam no ambiente, e muitas temáticas relacionadas às aplicações e consequências são passíveis de debates com valores éticos e concepções acerca da não neutralidade científica, com desenvolvimentos que implicam nos aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais (Santos & Mortimer, 2001).

À medida que a sociedade muda, a cultura associada a esta também passa por modificações. Anteriormente, a C&T era fruto da necessidade de domínio e controle público, contribuindo para um ensino que valorizasse o poderio social da ciência. Contudo, com a propagação do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), a discussão de temas com cunho social em sala de aula tornou-se recorrente.

Temos, então, que o movimento CTS originou-se na contrapartida ao cientificismo, que propagava a ciência por si própria, proveniente de atividade neutra e desenvolvida por um público restrito, que almejava o progresso científico a qualquer custo, enaltecendo irrefletidamente seus resultados positivos. Assim, a partir da necessidade de compreender as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, elencando a C&T a processos sociais, houve uma nova percepção da filosofia e sociologia da ciência (Santos & Mortimer, 2001).

Um currículo embasado na temática CTS aborda as correlações entre a elucidação científica, a delineação tecnológica e a tomada de decisão no âmbito social (Santos & Mortimer, 2001). Assim, o planejamento curricular não deve tratar os aspectos científicos, tecnológicos e sociais de maneira isolada, mas conjunta, explicitando as relações e influências que promovem no coletivo.

Aikenhead (1994) se dedicou a analisar diferentes propostas curriculares baseadas no enfoque CTS, em vários países do mundo. Os materiais analisados pelo autor possuíam, em sua maioria, estruturas organizadas segundo a ilustração da Figura 1, em que a seta mostra os passos e a estrutura que orientaram o planejamento das atividades propostas neste trabalho: (i) introdução de um problema social; (ii) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (iii) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (iv) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; (v) discussão da questão social original.



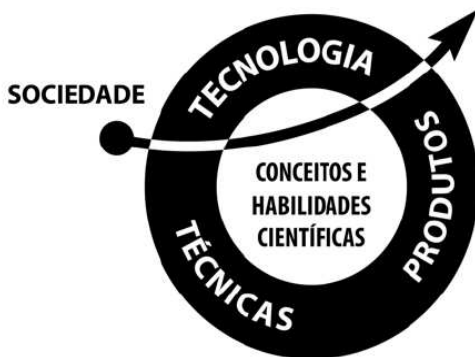


Figura 20.1: Uma sequência para o ensino de ciências embasado no movimento CTS. Fonte: Aikenhead (1994, p.46).

Bazzo et al. (2003), explicitam que os currículos voltados à educação em ciências com temática CTS almejam capacitar os educandos para tomar decisões e ter opiniões bem estruturadas, além de incentivar a busca por informações que proporcionem reflexões sobre o conteúdo e sua veracidade.

No que concerne à busca por conhecimento, devemos levar em consideração que estamos inseridos numa sociedade imersa no meio digital. À medida que temos um ambiente virtual capaz de promover discussões e interações entre os educandos, há também diversas fontes de informação que podem estimular o desenvolvimento de controvérsias sociocientíficas e discussões de tópicos relacionados às pós-verdades.

A discussão de pós-verdades não é exclusiva do campo científico, sendo contemplada em diversas áreas, podendo citar as tecnológicas, políticas e sociais. A vista disto, no ano de 2016, o termo “pós-verdade” ganhou notoriedade ao ser nomeado pelo Dicionário Oxford, definido como “relacionado ou denotado às circunstâncias nas quais fatos objetivos são menos influentes na formação da opinião

pública do que apelos à emoção e crença pessoal<sup>103</sup> [tradução nossa]”.

Os problemas com características sociocientíficas, segundo Reis (2004), são multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores e pouco delimitados. Assim, as possíveis respostas para estas questões não se encaixam em parâmetros como certo e errado, mas estimulam reflexões sobre as potencialidades e limitações das proposições analisadas para que fundamentem, posteriormente, a formação de opinião.

Lima et al. (2019, p. 173), partindo de reflexões teóricas e metafísicas embasadas em Bruno Latour, definem o conceito de pós-verdades como “[...] as proposições que, apesar de muito menos articuladas que as proposições científicas, são divulgadas como equipolentes ou superiores a elas”. Nesta perspectiva, acreditamos que as pós-verdades podem ser entendidas como concorrências entre proposições, ou seja, um mesmo tema pode ter diferentes interpretações, que serão consideradas como iguais ou superiores às científicas. Além, cada proposição possui um intervalo espaço-temporal de validade, que varia de acordo com a aceitabilidade da sociedade, ou seja, as proposições são sustentadas por articulações entre si, e quanto melhor articulada, terá maior intervalo espaço-temporal.

Em alguns casos, as pós-verdades são, equivocadamente, associadas às notícias falsas. Segundo Santaella (2018), as notícias falsas são notícias, estórias, fofocas ou rumores, produzidos e disseminados a fim de favorecer interesses políticos e econômicos próprios, no que se refere à assuntos de caráter público. Ademais, não passam por rigores editoriais, e são facilmente disseminadas,

---

<sup>103</sup> “Relating to or denoting circumstances in which objective facts are less influential in shaping public opinion than appeals to emotion and personal belief”. Available on: <https://www.lexico.com/en/definition/post-truth>. Access on: April 30th, 2020.

principalmente em redes sociais.

No que se refere às controvérsias sociocientíficas, temos que estas são questões originadas através da relação CTS, e que dividem a opinião da sociedade acerca de diferentes explicações e possíveis soluções que não dialogam entre si, geralmente embasadas em crenças e valores que envolvem dimensões éticas e morais (Reis, 2013; Simonneaux & Simonneaux, 2011; Santos & Mortimer, 2009).

De maneira geral, podemos presumir que as controvérsias sociocientíficas, atreladas aos problemas de cunho social estimulam a discussão de pós-verdades por meio de debates profícuos de possíveis soluções e explicações para estas questões, enquanto as notícias falsas se aproveitam dos resultados obtidos e manipulam as informações (Santaella, 2018).

As controvérsias sociocientíficas, através da abordagem de temáticas que envolvam apelativos à sociedade, tais como crenças e valores (Reis, 2013; Sadler, 2004; Mundin & Santos, 2012), são capazes de gerar a discussão de pós-verdades na medida que há conflito sobre possíveis explicações para um mesmo tema de cunho social, gerando assim concorrência entre diferentes proposições, de dimensões morais e éticas. Desta maneira, as proposições que possuam melhores fundamentações terão maior aceitabilidade pela sociedade, e conseqüentemente um maior espaço-temporal de validade (Lima et al., 2019).

Neste sentido, acreditamos que as temáticas voltadas a estas características controversas, atreladas às pós-verdades, precisam ser analisadas sob as perspectivas dos conhecimentos científicos para que se tenha os embasamentos necessários para reflexão e discussão. E, para que possam ser melhor compreendidas tanto pela comunidade científica quanto à sociedade, a fim de definir as melhores estratégias a serem adotadas para que se busque alcançar a população em geral.

Contudo, podemos perceber que o ensino de ciências vem sendo

desenvolvido de forma descontextualizada nas escolas (Santos, 2007). Os alunos aprendem um conteúdo na sala de aula e não conseguem relacionar com as situações que acontecem em seu cotidiano, tampouco a implicação deste na sociedade. Como alternativa ao incentivo de práticas curriculares que visem a formação de senso crítico, a interdisciplinaridade, e a contextualização, as questões sociocientíficas surgem como auxiliadoras à integração do ensino de ciências como prática cidadã e reflexiva. Contemplam as controvérsias sociocientíficas presentes na atualidade, e as suas formas de propagação, através de mídias impressas e digitais, por exemplo, envolvendo os impactos econômicos, políticos, tecnológicos e científicos que podem ser contemplados em aulas de ciências (Pérez & Carvalho, 2012).

## **Sequência de Atividades**

### ***Atividade 1: Introdução ao Projeto Usinas***

Esse primeiro momento é elaborado com o objetivo de propor aos alunos o estudo sobre a realidade microssocial, por meio de uma situação fictícia em que eles precisam pensar se é possível a construção de uma usina elétrica no local onde eles residem, e quais são os reflexos desse fato na sociedade em que estão inseridos (Santos, 2007). Com uma folha de instruções em mãos – contendo os objetivos da atividade, data de entrega e um mapa do local –, os alunos são orientados a se dividir em grupos para a realização da atividade. As escolhas dos grupos não devem sofrer influência do professor, dependendo apenas das relações que os educandos possuem entre si.

A partir dessa problemática inicial, devem explorar textos de diversas fontes na internet, identificando-as posteriormente, e pesquisar sobre os tipos de usinas elétricas existentes. Feita a pesquisa, devem redigir um relatório, em grupos, contendo explicações sobre o tipo de usina que foi escolhida, como se dá o seu funcionamento e quais são os impactos que causam na sociedade. Aconselhamos a

não indicar os parâmetros a serem considerados, tais como: econômico, social e ambiental, pois dessa forma será possível analisar, a partir dos resultados obtidos, qual a temática mais abordada pela turma. Esse momento se configura como um momento exploratório inicial sobre o tema.

### ***Atividade 2: Aplicação de questionário para conhecer as concepções dos educandos sobre as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação***

O questionário é elaborado com o intuito de conhecer a visão que os alunos têm sobre o uso das tecnologias (Pischetola, 2016) no Ensino de Física. De maneira geral, é interessante conhecer suas concepções sobre tecnologias, redes sociais e como poderia ser realizado um trabalho escolar unindo esses dois eixos centrais. A partir do retorno dos educandos, é possível reestruturar as atividades da sequência didática previamente planejadas.

Como sugestões de perguntas, temos:

1. Comente sobre o que você considera como tecnologia.
2. Podemos afirmar que toda tecnologia é digital, ou seja, está relacionada com o uso/avanço da informática? Justifique.
3. De que maneira você realiza as pesquisas para os trabalhos escolares? Quais são as tecnologias utilizadas nesse processo?
4. Você utiliza alguma(s) rede(s) social(is) com frequência? Em caso afirmativo, qual(is)?
5. Você considera possível conciliar as redes sociais com a aprendizagem de física? Por quê?
6. Dê sua opinião sobre como poderíamos utilizar a rede social “Instagram” ou outras redes sociais na realização de trabalhos escolares.

Por meio do retorno dos alunos, o professor pode ser capaz de compreender as possibilidades e os desafios da inserção de tecnologias digitais de informação e

comunicação no ensino, bem como a maneira que os alunos se sentem mais confortáveis para a realização de atividades no ambiente virtual.

***Atividade 3: Discussão do texto “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea”***

Nesse encontro, sugerimos a disponibilização do texto “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea” de autoria de Bruna Karl Rodrigues da Silva presente no apêndice I deste capítulo.

Este texto contempla a importância da abordagem da história da ciência no ensino (Rosenthal, 1989 apud Santos & Mortimer, 2000; Quintal & Guerra, 2009) almejando proporcionar uma reflexão sobre o homem pré-histórico e suas condições de sobrevivência. Posteriormente, podem ser discutidos, junto com a turma, os aspectos que levaram o homem a sua evolução, e o papel da energia nesse processo. É importante ressaltar que o objetivo da discussão é que os educandos percebam que mesmo nos dias de hoje, nem todas as pessoas são favorecidas com os avanços da produção de energia elétrica.

Também consideramos relevante refletir sobre o fato de que nem todas as pessoas são favorecidas com os avanços decorrentes da modernidade, bem como a necessidade de utilização de diversas fontes energéticas para um desenvolvimento social consciente e sustentável.

***Atividade 4: Busca por informações, em mídias sociais, sobre o que é o aquecimento global, com apresentação de argumentos acerca das causas naturais e antropogênicas***

Com as diversas fontes de informações que temos acesso, saber filtrar o conteúdo é fundamental para que não se tenha propagação de ideias distorcidas da realidade. No mais, consideramos que grande parte das notícias que chegam até nós – enquanto sociedade –, utiliza como veículo de propagação as mídias sociais, por

ser um meio em que as pessoas têm acesso com mais facilidade, além de ser o local onde a propagação de notícias falsas pode ser recorrente (Santaella, 2018).

Dessa maneira, aproveitando as respostas obtidas com o questionário previamente realizado, sugerimos a discussão sobre o papel das mídias sociais no ensino e propomos uma atividade em grupo para ser realizada no ambiente virtual, cujo objetivo é verificar se pode surgir alguma controvérsia sociocientífica (Reis, 2004; Santos, 2007; Reis, 2013) durante as reflexões sobre as causas do aquecimento global. Para isso, adotando a rede social Instagram como ferramenta de ensino, solicita-se aos alunos que criem uma conta por cada grupo nesta rede social, e sigam o perfil coordenado pelo professor supervisor. Tal perfil serve de controle para verificar as postagens e manter um padrão para as análises posteriores.

Escolhemos o Instagram por ser uma rede social que aceita diversas mídias, como fotos, vídeos, além de outras funcionalidades, e podem ser criadas contas privadas, sem expor a imagem dos alunos publicamente.

#### *Atividade 5: Debate simulado<sup>104</sup> sobre os impactos do aquecimento global na sociedade contemporânea*

Utilizando os levantamentos de dados anteriormente procurados nas mídias sociais, nesse momento os alunos devem buscar embasamento para esses argumentos em fontes que eles próprios considerarem confiáveis para realizar um debate simulado entre as duas vertentes: o aquecimento global como causa natural e antropogênica.

Para a realização da atividade, os alunos se dividem em dois grandes grupos.

---

<sup>104</sup> “Planejamento de uma situação simulada a partir de um problema real, em torno do qual se situam vários atores sociais com posturas, interesses e valores diferentes” (Vieira & Bazzo, 2007, p. 7).

Também escolhem três representantes, pessoas com mais autonomia de fala, para que defendam os argumentos levantados pelo grupo. Esses representantes são eleitos pelos próprios membros dos grupos, sem a influência do professor.

Inicialmente, propõe-se aos alunos que façam uma breve introdução, com a duração de cinco minutos, sobre o ponto de vista que estão defendendo: o aquecimento global como causa antropogênica ou natural. A próxima etapa da atividade consiste em três perguntas para cada grupo, com direito à resposta e réplica. Nesse momento, os alunos dispõem de tempo livre para formulação da pergunta, dois minutos para resposta e mais dois minutos para réplica.

Posteriormente a fase de perguntas, é interessante que o professor elabore uma mesma pergunta para os dois grupos, relacionando o conteúdo estudado no bimestre com a temática do aquecimento global. Assim, espera-se que os alunos busquem rapidamente informações nas mais diversas fontes e reflitam sobre os aspectos contemplados.

O último momento do debate simulado consiste nas considerações finais de cada grupo, em que os alunos têm dois minutos para sintetizar suas concepções. Contudo, consideramos importante ouvir as considerações dos alunos, sem que haja a influência e obrigatoriedade de falar somente sobre o que estão defendendo. Ao final do encontro, consideramos relevante disponibilizar um espaço de fala aos educandos para que relatem se a visão que eles tinham sobre o aquecimento global continua presente ou se houve uma mudança de ponto de vista a partir da atividade.

*Atividade 6: Apresentação de protótipos de usinas de baixo custo, no formato de feira de ciências, na própria sala de aula*

Nesta última etapa, os alunos são solicitados a construir protótipos das usinas elétricas que foram estudadas ao longo do ano, utilizando materiais de baixo custo. Na própria sala de aula, os alunos organizam-se em grupos e interagem entre si



durante a explicação sobre o funcionamento das usinas e os conceitos físicos que estão envolvidos nesse processo. É importante salientar que, com o decorrer do Projeto Usinas, pode ser que os grupos sofram modificações por escolha dos próprios educandos. Contudo, nenhuma atividade será afetada.

É interessante relembrar as discussões iniciais que foram realizadas sobre usinas, buscando correlações com as novas concepções dos alunos e contemplando todos os aspectos levantados pelo Projeto Usinas. Nessa perspectiva, o professor pode preparar algumas perguntas para nortear as reflexões. Algumas sugestões: “Quais são os impactos que essa usina pode trazer para a sociedade local?”, “Retomando a nossa atividade inicial do projeto, ‘Introdução ao Projeto Usinas’, vocês construíram o protótipo da primeira usina escolhida ou mudaram de concepção a partir das pesquisas realizadas? Por quê?”.

## Referências Bibliográficas

- Aikenhead, G. (1994). What is STS teaching? In: Solomon, J.; Aikenhead, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 169-186.
- Bazzo, W.A., Lisingen, I.V., & Pereira, L. T. V. (2003). Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), *Cadernos de Ibero América*. OEI-Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid.
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Moraes, A. G., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. H. (2019). Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 155-189.
- Mundim, J. V., & Santos, W. L. P. (2012). Science teaching in elementary school through socio-scientific themes: analysis of a pedagogical practice with a view to overcoming disciplinary education. *Science & Education*, 18(4), 787-802.
- Pérez, L. F. M., & Carvalho, W. L. P. (2012). Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências.

São Paulo, *Revista Educação e Pesquisa*, 38(3).

- Pischetola, M. (2016). *Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula*. Editora Vozes, Petrópolis.
- Quintal, J. R., & Guerra, A. (2009). A história da ciência no processo de ensino-aprendizagem. *Física na Escola*, 10(1), 21-25.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1).
- Reis, P. G. R. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536.
- Santaella, L. (2018). *A Pós verdade é verdadeira ou falsa?* 1ª ed. Barueri, SP: Estação das Letras e Cores.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2009). Approach to socio-scientific aspects in science classes: possibilities and limitations. *Science Teaching Investigations*, 14(2), 191-218.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(especial).
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111.
- Simonneaux, J., & Simonneaux, L. (2012). Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues within the Perspective of Sustainability Research. *Science Education*, 42(1), 75-94.
- Vieira, K. R. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, 1(especial).

## Apêndice I

### **A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea**

**Bruna Karl Rodrigues da Silva**

Desde a antiguidade, a humanidade está em constante evolução no que diz respeito às suas necessidades energéticas. Durante período paleolítico, ou pré-história, o homem possuía hábitos diurnos e contava somente com energia dos alimentos que consumia. Quando a noite chegava, não havia como continuar realizando suas tarefas, pois a claridade era escassa. No momento em que o homem dominou o uso do fogo, além de satisfazer suas necessidades básicas, tais como queimar madeira para se aquecer e cozinhar, conseguiu desenvolver a agricultura e a pecuária, permitindo que fosse possível armazenar o excedente energético, cultivar a terra e utilizar energia animal.

Com o avanço das áreas relacionadas à matemática, engenharia e geometria, na idade média, estimulou-se o domínio das transformações de energia presentes na natureza. Desta maneira, em sua obra, Arquimedes diz que o cientista fez alavancas e mecanismos capazes de mover objetos maciços, além de formular o princípio da hidrostática. Sendo assim, através da utilização de artefatos mecânicos complexos, seria possível um crescimento das formas de energia que o homem tinha conhecimento, principalmente para o aproveitamento da energia contida no vapor e nos ventos.

Apesar do recente aproveitamento dos ventos para a produção de energia elétrica, o que chamamos de energia eólica já era utilizada há muitos anos. Os egípcios utilizavam velas em suas embarcações à remo para tornar a navegação mais rápida, à medida que os fenícios dispunham de barcos completamente movidos à vela. Na China e na Pérsia foram desenvolvidos moinhos de vento, posteriormente

aperfeiçoados pela Holanda, que eram responsáveis pela moagem de grãos e bombeamento de água.

Na idade contemporânea, o homem já utilizava intensamente a energia térmica, proveniente da queima de combustíveis fósseis, nas máquinas a vapor. O carvão mineral foi o primeiro desses combustíveis a ser aproveitado em larga escala, substituindo a lenha para ser usado na combustão direta para produção de vapor, nas máquinas de Watt. Porém, no final do século XIX, com a descoberta do petróleo e a utilização da gasolina nos motores à explosão, o carvão deixa de ser a principal fonte primária de energia no mundo.

Os estudos de Galileu Galilei e Isaac Newton formam os fundamentos da Mecânica Clássica e serviram de base para a compreensão das diversas formas de energia mecânica, como a cinética, potencial gravitacional e potencial elástica. Michael Faraday descreveu a obtenção de energia elétrica a partir da energia mecânica. Tendo base nisto, foram construídos grandes geradores, utilizados nas hidrelétricas, termelétricas e até mesmo nos aerogeradores.

As constantes pesquisas por energias alternativas que lhe proporcionassem maior facilidade para elaboração de tarefas desencadearam migrações do homem do campo para os grandes centros urbanos, possibilitaram o processo de industrialização e posteriormente a globalização. Com maior compreensão sobre os fenômenos relacionados à eletricidade, e o desenvolvimento de tecnologias e dínamos eletromagnéticos, houve no final do século XIX a construção das primeiras usinas termelétricas e hidrelétricas.

A primeira aplicação da eletricidade ocorreu no âmbito das comunicações, com os telefones elétricos e o telégrafo. No ano de 1882, Thomas Edison, para satisfazer os sistemas de iluminação, desenvolveu as primeiras usinas geradoras de corrente contínua. Já em 1886, realizou-se a primeira transmissão de energia elétrica

em corrente alternada por George Westinghouse. Os sistemas polifásicos propostos por Nikola Tesla, concomitantemente com o uso da corrente alternada e o transformador eficiente de Willian Stanley possibilitaram o uso doméstico e a transmissão a grandes distâncias da eletricidade. Podendo ser diretamente convertida em qualquer outro tipo de energia, a energia elétrica torna-se a principal matéria-prima da sociedade atual.

Nos dias de hoje, a eletricidade está presente em praticamente tudo ao nosso redor. O simples fato de colocarmos o celular para carregar, ou então acendermos a luz do quarto, nos remete aos conceitos de transformação de energia que vieram sendo descobertos ao longo da história. Visto isso, podemos pensar nas questões que envolvem as usinas elétricas, e quais são as suas relevâncias na sociedade.

O crescimento urbano, atrelado à expansão energética, pode propiciar novas perspectivas sociais e ambientais, tais como avanços na área médica, ampliação de saneamento básico e melhoria nos padrões de moradia e alimentação, além de conceber novas formas de lazer. Todavia, boa parte da população ainda reside em favelas ou periferias, às margens da “sociedade moderna”. Assim, pode-se concluir que nem todos são favorecidos com o acesso aos privilégios propostos pela modernidade.

No que se refere ao futuro, é importante que tenha diversidade das fontes geradoras de energia elétrica, para que seja possível um aumento na confiabilidade dos sistemas e não se crie dependência de uma fonte exclusiva. Considera-se também que o crescimento da eficiência energética e a produção do consumo racional e consciente serão fundamentais para o uso sustentável da energia.

# AUTORES

---



### **Adriana Ester Santos Malaquias**

Graduanda em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Desenvolve atividades de iniciação científica no Grupo de Pesquisa Êmico – Discurso e Cotidiano da Sala de Aula de Ciências.

### **Armando Gil Ferreira dos Santos**

Doutorando em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET-RJ, mestre em Ensino de Ciências com especialização em Administração e Supervisão Escolar. Possui graduação em Licenciatura e Bacharelado pela Faculdade de Humanidades Pedro II (1993), atuando principalmente no desenvolvimento de práticas inovadoras com o uso de tecnologias na melhoria do processo de ensino e de aprendizagem e investigação científica a respeito de práticas docentes compartilhadas no ensino de Física.

### **Beatriz Carvalho Almeida**

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto e Mestre em Educação e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é integrante do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências. Seus interesses de pesquisa incluem temas como História da Ciência e Natureza da Ciência no ensino de Ciências.

### **Bruna Karl Rodrigues da Silva**

Mestranda em Educação em Ciências e Saúde – na linha de pesquisa sobre Mediações Socioculturais nas Ciências e na Saúde – pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (NUTES) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Licenciada em Física pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Integrante do Núcleo de

Atividades e Pesquisa em Ensino de Física (NAPEF) no CEFET/RJ Campus Petrópolis.

### **Bruna Pires Rodrigues**

Licencianda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Possui interesse pela Divulgação Científica, tendo experiência no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.

### **Clara Avelar Resende**

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professora do Cursinho Popular Humanizar. Seus interesses de pesquisa são Aprendizagem Baseada em Problemas e Metodologia da Problematização.

### **Cristhian Dias Gomes**

Licenciando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Participa do projeto de Extensão “Ações Educativas, Acessibilidade e Estudos de Público no Espaço do Conhecimento UFMG”, atuando como mediador. Atualmente é professor de Biologia no Cursinho Popular Dom Quixote.

### **Cristiano Barbosa de Moura**

É professor e pesquisador do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), onde atua como orientador no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (CEFET/RJ) e professor do Ensino Médio Integrado. Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado e Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET/RJ. Realizou estágio de doutoramento sanduíche (com financiamento CNPq) na *York University* (Canadá). Seus



temas de pesquisa são: Ensino de Química; História, Filosofia & Sociologia das Ciências no Ensino; História Cultural das Ciências; Teorias de Currículo; Estudos pós-coloniais e Metodologias da Pesquisa em Ensino.

### **Danilo Dessio Pereira**

Graduando em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas pela Universidade Federal do ABC. Tem experiência com programação e desenvolvimento de sistemas.

### **Daniel Marchetti Maroneze**

Licenciado e bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), mestre e doutor em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente, é Professor do Colégio Técnico da UFMG (COLTEC) e orienta no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO).

### **Danusa Munford**

Possui Bacharelado e Licenciatura, em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, mestrado em Biologia Genética também pela USP, doutorado em *Curriculum and Instruction* na Pennsylvania State University e pós-doutorado na Ohio State University. É professora titular do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do ABC.

### **Deborah Cotta**

Formada em Pedagogia (UFMG) e mestre em Educação (UFMG) atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social (FaE-UFMG). Participa do grupo de pesquisa Êmico: Discurso e Cotidiano da Sala de aula de Ciências e tem interesse em discussões sobre ciências e mídias e ensino e aprendizagem de ciências, a

partir das perspectivas sócio-histórico-cultural e etnográfica. É professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental na Rede Municipal de Belo Horizonte.

#### **Denise Suzane Oliveira Cláudio**

Mestra em Educação pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), bióloga licenciada (UFOP). Integrante do grupo de pesquisa *Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências* (UFOP). Atua como professora de Ciências na Educação Básica.

#### **Edyth Priscilla Campos Silva**

Graduada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), atualmente é mestranda na Faculdade de Educação da UFMG (PPGE/FaE/UFMG). Atuou no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), na UFMG, e sua pesquisa atual tem ênfase na análise práticas epistêmicas em sala de aula.

#### **Elaine Soares França**

Graduada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), mestre e doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG). Atualmente, é professora do Ensino Fundamental no Centro Pedagógico da Escola de Educação Básica e Profissional da UFMG. Seus interesses de estudos buscam relacionar as articulações entre Educação em Ciências e imaginação, a partir de uma perspectiva sócio-histórico-cultural.

### **Ellen Catharina Ponciano Siqueira**

Licenciada em Química e Mestranda em Educação e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é integrante do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências. Seus interesses de pesquisa incluem temas como Alfabetização Científica, Natureza da Ciência e Argumentação.

### **Francisco Ângelo Coutinho**

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Filosofia e doutor em Educação pela mesma universidade. É professor da Faculdade de Educação da UFMG, onde atua na graduação e na pós-graduação. É líder do grupo AntLab, que investiga como os actantes, humanos e não humanos, formam redes e moldam os contextos de aprendizagem de ciências.

### **Gabriel Cunha Martins**

Graduando na Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas realizada na Universidade Federal do ABC. Tem desenvolvido atividades de iniciação científica sobre Ensino de Ciências e Matemática na UFABC e com experiência na área de Química.

### **Gabriel Victor Alves dos Santos**

Licenciando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente é bolsista no programa Residência Pedagógica na UFMG.

### **Giselle Faur de Castro Catarino**

Licenciada e Bacharel em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal Fluminense. É Professora Adjunta do Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente é Professora credenciada no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE). Realiza pesquisas na área de Ensino de Física e Educação, com ênfase em Ensino e Aprendizagem, investigando e atuando principalmente nas seguintes linhas: formação e prática de professores, ensino de física, linguagem.

### **Glauco dos Santos Ferreira da Silva**

Possui Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mestrado e doutorado em Ensino de Ciências (Modalidade Física) pela Universidade de São Paulo (USP), tendo realizado estágio no exterior, junto ao *Graduate Center of City University of New York* (CUNY). Atualmente é professor efetivo do CEFET/RJ - Campus Petrópolis, onde participa do Núcleo de Atividades e Pesquisa em Ensino de Física (NAPEF) deste campus e credenciado no Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do CEFET/RJ. Realiza pesquisa na área de Ensino de Ciências com ênfase em formação de professores, estágio supervisionado, codocência e PIBID.

### **Glória Regina Pessoa Campello Queiroz**

Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestrado em Ciências dos Materiais pelo Instituto Militar de Engenharia e doutorado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Atualmente é credenciada no Programa de Pós-

Graduação Ciência Tecnologia e Educação (PPCTE) do CEFET/RJ e professora adjunta do Instituto de Física da UERJ. Realiza pesquisas na área de Educação, com ênfase em Ensino e Aprendizagem de ciências, investigando principalmente: formação de professores, ensino de física, CTS, Ciência e Arte.

### **Guilherme Ferreira**

Graduando no curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas pela Universidade Federal do ABC.

### **Isabel Martins**

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Doutora em Educação pela Universidade de Londres. É Professora Titular do Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde da UFRJ e editora da revista Ciência em Tela.

### **Isabel Vitoria da Silva de Melo**

Graduanda no Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC. Atualmente é bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq no Programa “Ciência na Escola” em um projeto mais amplo que analisa a aprendizagem de ciências em dimensões espaço-temporais. Desenvolve pesquisas na criação de um protótipo de ferramenta para docentes e discentes no Ensino por Investigação Online. Possui interesse de pesquisas que relacionem educação científica, tecnologia inclusiva e políticas educacionais.

### **João Paulo Fernandes**

Docente na Graduação Licenciatura em Física no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, Campus Petrópolis, Doutor e Mestre em Educação em Ciências e Saúde pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (NUTES/UFRJ). Realizou estágio no exterior financiado pelo PDSE da CAPES, junto ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa em Portugal (2017). Atuou como Professor de Física na Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Seus temas de interesse são: Ensino de Ciências, Energia, Desempenho de Estudantes, Práticas Educativas, a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Materiais de Ensino, abordagens de questões sociocientíficas e o ativismo social no contexto do ensino de ciências

### **José Anderson de Oliveira**

Licenciado em Física pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Campus Petrópolis. Atualmente é mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências, Tecnologia e Educação (PPCTE) na mesma instituição, Campus Maracanã. Participa Grupo de Pesquisa Perspectiva Sociais em Ensino de Ciências (GPPSEC), realizando pesquisas na área de Ensino de Ciências, Educação e Linguagem.

### **Joyce Cristina de Oliveira**

Licencianda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Realiza Iniciação Científica no Laboratório de Seleção Sexual e Interações Agonísticas e tem experiência no programa de Residência Pedagógica da UFMG.

### **Letícia de Cássia Rodrigues Araújo**

Possui licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Ouro Preto e mestrado em Educação pela mesma instituição. É professora de ciências e biologia na educação básica e atualmente é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto. Tem como ênfase a pesquisa voltada para o Ensino de Ciências.

### **Letícia Maria Nogueira Rodrigues Assis**

Graduanda em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Desenvolve atividades de iniciação científica no Grupo de Pesquisa Êmico – Discurso e Cotidiano da Sala de Aula de Ciências.

### **Luan Henrique Alves**

Possui licenciatura em Ciências Biológicas e especialização em Didática e Docência do Ensino Superior pela Faculdade Patos de Minas/MG; especialização em Mídias na Educação e Mestrado em Educação pela Universidade Federal de Ouro Preto. Tem experiência no ensino de ciências e biologia na educação básica, e na formação de professores, em nível de especialização, na modalidade EaD. Atualmente é doutorando do programa de pós-graduação em Educação da UFOP com pesquisa voltada ao campo da Educação em Ciências.

### **Ludmila Fernandes Kelles**

Formada em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela UFMG com especialização em Ensino de Biologia. Atualmente é professora na rede municipal de Lagoa Santa-MG e mestranda em Educação pela UFMG, na linha de pesquisa de Educação e Ciências.

### **Luiz Gustavo Franco**

Licenciado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente é professor da UFMG no Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, desenvolvendo pesquisas na área de Educação em Ciências.

### **Marcelo Rocha**

Graduado em Ciências Biológicas pela UFRJ, Mestre pelo Instituto NUTES, Doutor em Ciências Biológicas pela UFRJ e Pós-doutor em Administração Pública pela FGV. Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ e do Instituto NUTES e docente colaborador do IBqM-UFRJ. Coordena o Laboratório de Divulgação Científica e Ensino de Ciência -LABDEC.

### **Marcia Garcia**

Professora de Física, licenciada pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) campus Petrópolis. Mestre em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) campus Nilópolis e Doutoranda em Educação em Ciências e Saúde pelo Instituto NUTES da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Integrante do grupo de pesquisa Linguagens e Mediações na/da Educação em Ciências (NUTES/UFRJ).

### **Marcos Corrêa**

Doutorando em Educação em Ciências e Saúde pelo Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde - UFRJ, Mestre em Educação na área de Ciências, Sociedade e Educação, pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Possui Licenciatura em Física pela UFF. Atualmente é professor efetivo



do CEFET/RJ - Campus Petrópolis, onde participa do Núcleo de Atividades e Pesquisa em Ensino de Física (NAPEF) deste campus.

### **Marcos Rodrigues Fernandes Junior**

Graduando em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas na Universidade Federal do ABC. Atualmente é bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) na UFABC.

### **Monique Santos**

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com período sanduíche em *Università degli Studi di Roma Tor Vergata*, Roma. Também é Mestre e Doutoranda em Educação e Ciências pela UFMG. Atualmente, é Professora Convocada da Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais e integrante do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências. Seus interesses de pesquisa incluem os seguintes temas: Introdução de História, Filosofia e Sociologia da Ciência, Ensino Fundamentado em Modelagem em contextos Cotidiano, Científico e Sociocientífico, Ensino de Natureza da Ciência e suas implicações, Conhecimentos de Professores e Formação de Professores, ambos na área de Ensino de Ciências/Química.

### **Morganna Justen Baptista**

Licenciada em Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e mestre em Ensino de Física pela UFJF. Atua como professora de Física do ensino médio na rede estadual e privada do município de Petrópolis/RJ.

### **Paula Cristina Cardoso Mendonça**

Licenciada em Química, Mestra e Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Departamento de Química e do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Coordenadora do grupo de pesquisa *Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências* (UFOP).

### **Ricardo Monteiro da Silva**

Licenciado em Física pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca com mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é professor de Física na rede estadual do Estado do Rio de Janeiro. Colaborou como professor supervisor no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de licenciatura em Física do CEFET/RJ de 2015 à 2019, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física, pesquisa em ensino de Física. Participa ativamente de grupos de pesquisa com foco para desenvolver estratégias e materiais para o ensino de Física na escola básica.

### **Rosária Justi**

Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais; Mestre em Educação pela Faculdade de Educação da UNICAMP; e Doutora em Educação em Ciências pela Universidade de Reading, Reino Unido. Também realizou dois pós-doutorados, sendo um na Universidade de Leiden, Holanda e o outro na Universidade de Bristol, Reino Unido. Atualmente, é Professora Titular do Departamento de Química da UFMG, e líder do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências. É bolsista PQ-1C do CNPq e seus interesses de pesquisa incluem, principalmente, os seguintes temas: Ensino Fundamentado em Modelagem,

Analogias no ensino de Ciências, Formação de Professores e Introdução de História e Filosofia da Ciência no ensino.

### **Roberta Guimarães Corrêa**

Licenciada em Química, Mestre em Química e Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente, é Professora Adjunta do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais e integrante do Grupo de Pesquisa REAGIR – Modelagem e Educação em Ciências. Seus interesses de pesquisa incluem, principalmente, os seguintes temas: Ensino e Aprendizagem; Formação Inicial de Professores de Química; Abordagens de ensino como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj) e Estudos de Caso (científicos e sociocientíficos).

### **Sarah Cristina Pereira do Nascimento**

Licencianda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, nesta mesma universidade, participa como aluna de Iniciação Científica no Laboratório de Imunologia e Biologia Celular de Parasitas e atua no projeto de Extensão “Interagir”, no Núcleo de Educação e Comunicação em Ciências da Vida.

### **Sergio Geraldo Torquato de Oliveira**

Mestre em Educação e Docência pela FaE/UFMG, graduado em Ciências Biológicas pelo Instituto Superior de Educação Anísio Teixeira (FHA/UEMG) com especialização em Ensino de Ciências por Investigação (FAE/UFMG) e Educação Ambiental (FACEL-PR). Atualmente é professor de Biologia na rede pública de Minas Gerais e doutorando em Educação pela UFMG, na linha de pesquisa de Educação e Ciências.

### **Victor Lopes Chamone Jorge**

Graduando em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é bolsista do programa PIBID (UFMG) e desenvolve atividades de iniciação científica no Grupo de Pesquisa Êmico – Discurso e Cotidiano da Sala de Aula de Ciências.

### **Victória Silva Galvão**

Graduanda em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Exatas pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Desenvolve atividades de iniciação científica sobre Ensino de Ciências e Matemática na UFABC e tem experiência na área de Biologia.



Neste livro discutimos propostas didáticas que visam favorecer o desenvolvimento de visões mais complexas sobre a ciência e o seu papel na sociedade atual. Partimos da concepção de que os estudantes são agentes em suas realidades e que o ensino de ciências está articulado a diferentes contextos socioculturais. Nesse tipo de concepção, a contextualização do ensino de ciências oferece potencialidades às quais buscamos explorar como alternativa para a ciência escolar no mundo contemporâneo.

