



**Luciana Valéria Nogueira**



**LIVRO DO  
PROFESSOR**

**REFLEXÕES  
e PRÁTICAS**  
**FORMAÇÃO CONTINUADA**

**BIOLOGIA**

**LIVRO DE FORMAÇÃO CONTINUADA**  
**CAMPO DE SABER: BIOLOGIA**  
Área do conhecimento:  
**Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

 **MODERNA**



**MODERNA**

**Luciana Valéria Nogueira**

Bacharela em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Mestre em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Professora de Biologia há 20 anos na rede privada de São Paulo.

**REFLEXÕES  
e PRÁTICAS**  
**FORMAÇÃO CONTINUADA**

**BIOLOGIA**

**LIVRO DO PROFESSOR**

**CAMPO DE SABER: BIOLOGIA**

**Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

1ª edição

São Paulo, 2021

 **MODERNA**

**Coordenação editorial:** Cintia Kanashiro  
**Assistência editorial:** Tania Ogasawara  
**Edição de texto:** Luciana Soares da Silva, Beatriz Alves  
**Gerência de design e produção gráfica:** Everson de Paula  
**Coordenação de produção:** Patrícia Costa  
**Gerência de planejamento editorial:** Maria de Lourdes Rodrigues  
**Coordenação de design e projetos visuais:** Marta Cerqueira Leite  
**Projeto gráfico:** Daniela Cunha  
**Capa:** Otávio dos Santos, Douglas Rodrigues José  
*Ilustração:* Otavio Santos, Daniela Cunha  
**Coordenação de arte:** Denis Torquato  
**Edição de arte:** Teclas Editorial  
**Editoração eletrônica:** Teclas Editorial  
**Revisão:** Ofício do Texto Projetos Editoriais  
**Coordenação de pesquisa iconográfica:** Luciano Baneza Gabarron  
**Pesquisa iconográfica:** Neuza Faccin  
**Coordenação de bureau:** Rubens M. Rodrigues  
**Tratamento de imagens:** Teclas Editorial  
**Pré-impressão:** Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa  
**Coordenação de produção industrial:** Wendell Monteiro  
**Impressão e acabamento:**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Nogueira, Luciana Valéria  
Reflexões e práticas formação continuada :  
biologia : livro do professor / Luciana Valéria  
Nogueira. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2021.

"Campo de saber: Biologia  
Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas  
tecnologias".

1. Biologia (Ensino médio) I. Título.

20-50107

CDD-570

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Biologia : Ensino médio 570

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

**EDITORA MODERNA LTDA.**

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho

São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904

Vendas e Atendimento: Tel. (0<sub>11</sub>) 2602-5510

Fax (0<sub>11</sub>) 2790-1501

www.moderna.com.br

2020

Impresso no Brasil

# SUMÁRIO

Apresentação: Carta ao professor .....	5
<b>INTRODUÇÃO</b> A Biologia do século XXI, a Biologia para o século XXI .....	6
Conceitos introdutórios e as metodologias abordadas neste livro .....	6
Organização deste livro .....	11
Organização geral dos capítulos .....	15
Mapa de atividades .....	17
Referências bibliográficas .....	23
<b>CAPÍTULO 1</b> A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) .....	36
Abertura .....	36
ABP: aspectos iniciais .....	37
ABP: aspectos históricos .....	38
ABP: aspectos metodológicos .....	40
Na prática .....	41
Como avaliar .....	45
Práxis .....	46
Perspectivas transversais .....	47
<b>CAPÍTULO 2</b> Disciplinaridades: multi, inter e transdisciplinaridade .....	50
Abertura .....	50
Pensando as disciplinas: aspectos gerais .....	52
Pensando as disciplinas: aspectos específicos .....	53
Pensando as disciplinas: aspectos metodológicos .....	54
Na prática .....	57
Como avaliar .....	62
Práxis .....	62
Perspectivas transversais .....	63
<b>CAPÍTULO 3</b> Aprendizagem Baseada em Projetos e o ensino de Biologia .....	66
Abertura .....	66
Aprendizagem Baseada em Projetos: aspectos históricos .....	67
Aprendizagem Baseada em Projetos: aspectos metodológicos .....	69
Aprendizagem Baseada em Projetos: o papel dos estudos do meio .....	72
Na prática .....	74
Como avaliar .....	79
Práxis .....	80
Perspectivas transversais .....	81
<b>CAPÍTULO 4</b> O Ensino por Investigação e a abordagem experimental no ensino de Biologia .....	84
Abertura .....	84
Ensino por Investigação: aspectos históricos .....	85
Ensino por Investigação: aspectos metodológicos .....	88

Ensino por Investigação: experiências, experimentos e experimentação .....	91
Na prática .....	96
Como avaliar .....	103
<i>Práxis</i> .....	104
Perspectivas transversais .....	105
<b>✓ CAPÍTULO 5</b> A História e a Filosofia das Ciências como ferramentas no ensino de Biologia .....	108
Abertura .....	108
A História e a Filosofia das Ciências no ensino: aspectos teóricos .....	108
A História e a Filosofia das Ciências no ensino: aspectos metodológicos .....	112
Na prática .....	117
Como avaliar .....	125
<i>Práxis</i> .....	125
Perspectivas transversais .....	126
<b>✓ CAPÍTULO 6</b> As questões sociocientíficas e a argumentação no ensino de Biologia .....	131
Abertura .....	131
Questões sociocientíficas: aspectos iniciais .....	132
Questões sociocientíficas: argumentação e aspectos metodológicos .....	135
Na prática .....	141
Como avaliar .....	143
<i>Práxis</i> .....	144
Perspectivas transversais .....	145
<b>✓ CAPÍTULO 7</b> As questões étnico-raciais e o ensino de Biologia .....	149
Abertura .....	149
Questões étnico-raciais: aspectos iniciais .....	150
Questões étnico-raciais: aspectos metodológicos .....	152
Na prática .....	154
Como avaliar .....	165
<i>Práxis</i> .....	167
Perspectivas transversais .....	168
<b>✓ CAPÍTULO 8</b> As Tecnologias da Informação e Comunicação e o ensino de Biologia .....	173
Abertura .....	173
As TICs e a educação: aspectos iniciais .....	174
As TICs e a educação: aspectos teóricos .....	175
As TICs e a educação: aspectos metodológicos .....	179
Na prática .....	186
Como avaliar .....	189
<i>Práxis</i> .....	190
Perspectivas transversais .....	191
<b>Apêndice: Caixa de ferramentas</b> .....	194

Caros(as) professores(as),

É com muita alegria que apresento este livro para vocês. Ele foi pensado e produzido com uma profunda consciência da importância das Ciências e da Biologia para o entendimento e a resolução das complexas questões da atualidade. Mais do que isso, ele foi pensado e produzido com uma profunda consciência da importância do papel dos(as) professores(as) e de sua formação.

Ser professor(a) ultrapassa os limites usuais de outras profissões porque exige a delicada tarefa de lidar com pessoas em formação. Com seus saberes e imbuídos da extraordinária responsabilidade que lhes compete, vocês são promotores diretos dessa formação e, portanto, atores fundamentais na construção do futuro.

O livro considera como elemento-base a participação ativa dos estudantes nos processos de ensino-aprendizagem, para que os conhecimentos possam ser construídos de forma significativa. Aos professores, cabe o papel da mediação, que fortalece os estudantes no protagonismo de seu desenvolvimento integral ao longo de todo o processo formativo.

Eis uma metáfora para ilustrar a visão da estrutura deste livro: ele foi imaginado como uma casa, com um piso que a alicerça e cômodos que a compõem internamente. As paredes, as janelas e o teto seriam a perspectiva **CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)**, pois as Ciências e o conhecimento são estruturas essenciais para a vida em sociedade. Já o piso da casa, o fundamento, seria a **Abordagem Baseada em Problemas (ABP)**.

Problematizar, questionar, buscar o estranhamento e a não naturalização da realidade são habilidades essenciais para desenvolver a autonomia, o espírito crítico e um sentimento de pertencimento que se traduz em responsabilidade pelo mundo. Decorre dessa convicção a escolha da ABP como solo epistemológico comum a todas as abordagens aqui apresentadas e discutidas.

O capítulo inicial, portanto, traz essa base, o alicerce sobre o qual essa “casa” foi construída. Os demais capítulos representam os cômodos dessa casa. Assim, todos eles têm por base a ABP e estão contemplados na perspectiva CTSA, que é descrita na Introdução, juntamente com a apresentação de cada um dos capítulos.

Esperamos que você se encante e reencante com a Biologia nesse contexto interdisciplinar e com a docência. Que você tenha os subsídios necessários para colocar a paixão pela profissão em prática, aprendendo e compartilhando seus saberes com seus estudantes. Enfim, que você possa pensar e repensar sua prática docente como um **espaço biográfico**, que é sempre aberto a múltiplas possibilidades, como se fosse um projeto de vida.

Pensar a própria vida a partir da perspectiva docente pode ajudar a revelar seus desejos, seus sonhos, aquilo que conhece de si na profissão, suas emoções e como lidar com elas, reconhecer suas forças e fraquezas, enfim, perceber o quanto “ser professor” está implicado em modos de ação no mundo que impactam o presente e o futuro.

Com muita sinceridade, espero que este livro possa trazer para você, professor(a), subsídios que não sejam meramente instrumentais, mas, antes de tudo, recursos capazes de promover a produção de significados que você mesmo deseja atribuir à sua vida.

A autora.

# A Biologia do século XXI, a Biologia para o século XXI

## ■ Conceitos introdutórios e as metodologias abordadas neste livro



PEDRO GUERREIRO/AGÊNCIA PARA

Na perspectiva CTSA, a aprendizagem se dá “fazendo”, participando. Estudantes no Parque do Utinga, em Belém (PA), 2019.

Caro professor, na carta introdutória, endereçada a você, mencionamos que este livro foi concebido, imageticamente falando, como uma casa cuja “estrutura externa” seria a perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como o alicerce sobre o qual essa casa foi edificada.

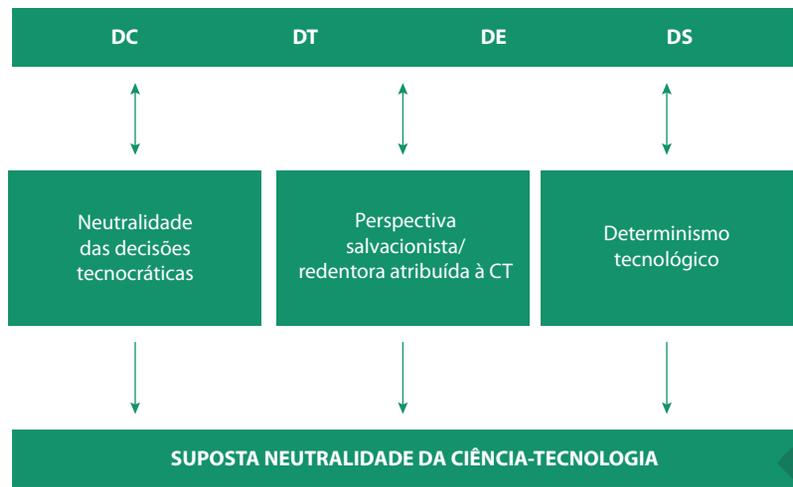
Para a ABP, reservamos o capítulo 1 deste volume. Portanto, aqui falaremos mais extensamente a respeito da perspectiva CTSA e de sua importância nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências e de Biologia.

A perspectiva CTSA firmou-se no cenário educacional brasileiro nos anos 1990. Pode-se entender que ela ganhou espaço à medida que a visão positivista das Ciências começou a perder terreno. Cachapuz (1999) identifica o declínio do positivismo nas Ciências e no ensino de Ciências como o momento da **virada conceitual** na qual um olhar mais rico e consciente das complexidades inerentes à realidade passou a ser construído também em relação às Ciências e ao seu ensino (CACHAPUZ, 1999, p. 2).

No Brasil, a perspectiva CTSA desenvolveu-se acoplada ao pensamento de Paulo Freire. Há, entre ambos, consonâncias que foram se complementando ao longo do tempo. Assim, na pedagogia freiriana, temos como categorias centrais o **diálogo** e a **problematização** do conhecimento diante da realidade por meio dos temas geradores e da investigação temática. Vale destacar a noção de **curiosidade epistemológica**, que pressupõe o engajamento e o interesse por um objeto de estudo (AULER; DELIZOICOV, 2015, p. 277-278). Obedecendo a essa mesma lógica, a perspectiva CTSA busca trazer o conhecimento para o mundo, uma vez que ele é produzido no e para o mundo. Trata-se, em última análise, de uma visão rigorosamente contextualizadora e problematizadora que busca superar os reducionismos e promover a participação da sociedade em processos decisórios que envolvam as Ciências. É a ciência vista como cultura e, portanto, integrante do mundo da vida.



Os dois esquemas mostrados abaixo podem dar-nos uma ideia da proposta de transformação do ensino de Ciências que a perspectiva CTSA trouxe para o cenário educacional brasileiro. No esquema I, temos uma visão tecnicista/positivista do ensino de Ciências alicerçada na suposta neutralidade das Ciências, isto é, uma visão da produção de conhecimentos científicos não como cultura. Trata-se de uma visão, segundo os autores, ingênua.



Fonte: AULER & DELIZOICOV, 2006a, p. 342 *apud* AULER & DELIZOICOV, 2015, p. 280.

Nesse modelo, o Desenvolvimento Científico (DC) gera Desenvolvimento Tecnológico (DT) que, por sua vez, gera Desenvolvimento Econômico (DE), determinando, portanto, o Desenvolvimento Social (DS); Nessa lógica, DC > DT > DE > DS.

Em uma perspectiva freireana-CTSA, teríamos:



Fonte: AULER & DELIZOICOV, 2006a, p. 342 *apud* AULER & DELIZOICOV, 2015, p. 280.

Percebemos, pela comparação dos dois esquemas, que, de fato, na perspectiva CTSA há um esforço de tecer leituras críticas da realidade, buscando entender as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Note que a categoria “Ambiente” foi incorporada posteriormente, mas hoje é um aspecto fundamental da perspectiva aqui tratada. Há, portanto, uma tentativa evidente de superação da concepção de “primeiro saber sobre” para depois “colocar em prática”. Essa dicotomia leva a uma dissociação perniciosa entre o pensar e o atuar, porque os processos de conhecimento e de intervenção não se encontram, de fato, dissociados. Isso equivale a dizer que os processos de aprendizagem se dão “fazendo”, participando. Dessa forma, entende-se que a formação científica ocorre sincronicamente à participação social em processos que se retroalimentam continuamente, ou seja, ainda que o aprendizado tenha uma dimensão individual e subjetiva, ele não ocorre em um “vazio social” (AULER, 2007, p. 184-185).

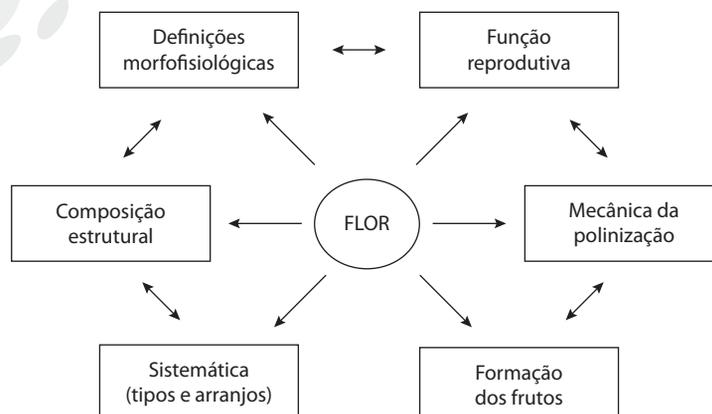
Podemos afirmar, portanto, que o enfoque CTSA visa à formação e ao desenvolvimento integrais do estudante, de tal sorte a transformá-lo em um cidadão comprometido com as questões sociais, ou seja, imbuído da responsabilidade pelo mundo com base nos conhecimentos científicos que construiu ao longo de sua educação básica. Em suma, o enfoque aqui apresentado e que norteia esta obra busca formar cidadãos alfabetizados cientificamente.

Tomemos alguns exemplos com o intuito de clarear a “virada” de perspectiva que acreditamos ser necessária para que a aprendizagem de Ciências e de Biologia se torne efetivamente significativa.

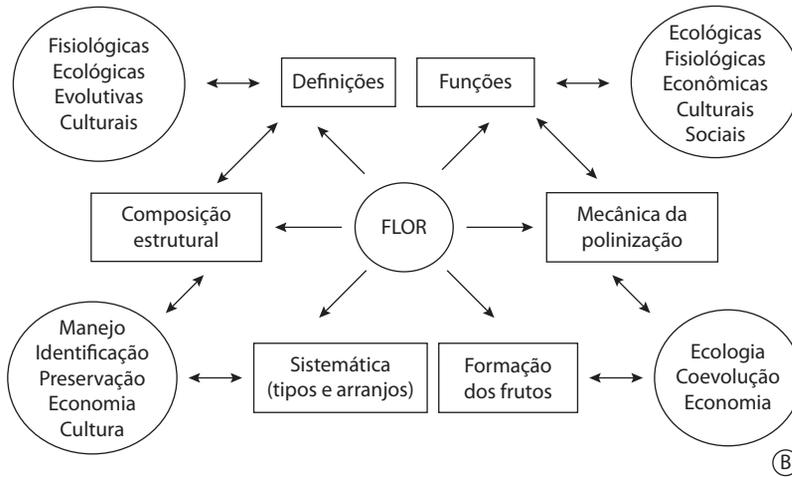
A Biologia é o campo do conhecimento que se preocupa em entender o fenômeno “vida”. Dessa forma, pode-se dizer que a vida é o objeto de estudo da Biologia. De que maneira esse objeto tem aparecido em nossas escolas e em nossas aulas? Pesquisas mostram que o fenômeno “vida” é trabalhado em uma perspectiva que desconsidera os aspectos políticos, sociais e culturais, ou seja, em um vazio social. A compreensão que acaba sendo construída é a de que esse fenômeno, “vida”, é determinado única e exclusivamente por fatores internos aos organismos, de tal sorte que nada que lhe seja externo teria influência sobre o seu desenvolvimento. É desnecessário dizer que a vida vista com base nessa perspectiva simplesmente não existe (BRITO *et al.*, 2008, p. 131). Em uma mirada CTSA, o fenômeno “vida” ganha outros contornos e se mostra relacional e complexo, sendo afetado e afetando diversos elementos em uma verdadeira rede de relações.

Um segundo exemplo que trazemos para reflexão é a visão do corpo humano veiculada pelas aulas de Biologia. O corpo humano, de modo geral, é apresentado como uma máquina, fragmentado em sistemas que dificilmente estabelecem diálogos entre si. Afora isso, também ele se encontra em um vazio social. Os diversos marcadores sociais, tais como gênero, sexualidade, etnia, geração, crenças, entre outros, raramente aparecem ligados a esse corpo estudado (BRITO *et al.*, 2008, p. 131). Mais uma vez é preciso que se diga: um corpo desenhado dessa forma simplesmente não existe no mundo real. Em uma perspectiva CTSA ele é colocado em relação, em uma rede na qual é afetado ao mesmo tempo que afeta a rede. É a complexidade que está em jogo aqui, e não os reducionismos preconizados pela visão positivista.

Finalizando nossa exemplificação, trazemos os conteúdos de Botânica, talvez os mais prejudicados nessa perspectiva tecnicista e positivista. Pesquisas mostram que o ensino de Botânica, no geral, se encontra totalmente desvinculado da vida dos estudantes, com ênfase em decorar nomes de grupos vegetais, de tecidos e de reações complexas da fotossíntese, por exemplo, sem que a vinculação com a realidade seja feita e sem enfatizar a importância das plantas para a vida de todos os seres no planeta (FIGUEIREDO *et al.*, 2012, p. 489). Essa abordagem gera o que é conhecido como “cegueira botânica”, que implica a não percepção das plantas no ambiente, e o “analfabetismo botânico”, traduzido como ausência de interesse pela temática botânica (URSI, 2018, p. 13). No enfoque CTSA, os conteúdos de Botânica apresentam-se em dimensões que abrangem uma dimensão ambiental; uma dimensão filosófica, cultural e histórica; uma dimensão médica (terapêutica); e, ainda, as dimensões ética e estética. Os esquemas abaixo mostram o diferencial efetivo entre uma abordagem “tradicional” (A) e uma abordagem CTSA (B):



(A)



Fonte: FIGUEIREDO *et al.*, 2012, p. 495.

Queremos, com esses exemplos, mostrar o quanto o ensino de Biologia pode ganhar em relevância para os estudantes que passam a atribuir significados aos seus estudos, porque percebem as íntimas e inescapáveis relações entre aquilo que se aprende na escola e o mundo. O descompasso entre os conhecimentos escolares e o mundo da vida produz desinteresse, falta de autonomia e ausência de espírito crítico. O enfoque CTSA propõe um caminho alternativo para a significação dos conteúdos. Trabalhando com o pensamento complexo, ele mostra como a trajetória pode ser significativa se realizada de forma consistente ao mundo da vida. Para isso a **contextualização**, em seus mais diferentes níveis, e a **interdisciplinaridade** são fundamentais.

Este livro, partindo desses pressupostos teóricos e metodológicos, pretende trazer subsídios para que você possa refletir sobre sua própria prática, sobre a Biologia como área do conhecimento científico, mas também como um produto de uma cultura no mundo em dado momento histórico e sobre a educação no mundo contemporâneo. Ele traz, ainda, sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas por você em sala de aula, com base em uma abordagem fundamentalmente problematizadora e interdisciplinar, em consonância com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A BNCC (BRASIL, 2018, p. 7-10) tem por marco fundamental a defesa dos direitos de aprendizagem e o desenvolvimento de todos os estudantes brasileiros ao longo de sua trajetória escolar. Trata-se de um esforço de integração da política nacional da Educação Básica, entendendo que deve haver um patamar comum de aprendizagens de todos, ainda que as particularidades de cada realidade escolar sejam respeitadas. Suas diretrizes apontam e orientam-se pelos princípios éticos, políticos e estéticos para promoção de uma formação integral aos estudantes, bem como de construção de uma sociedade democrática, justa e inclusiva. Em sua estrutura básica, a BNCC objetiva assegurar o desenvolvimento de dez competências gerais de todos os estudantes. Essas competências compreendem a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para a resolução de problemas da vida cotidiana, para o exercício pleno da cidadania e para o mundo do trabalho. Dessa forma, a BNCC encontra-se aliada à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Segundo a Agenda 2030, a educação deve ser entendida como meio e ferramenta para a afirmação de valores e atitudes que contribuam positivamente para a transformação da sociedade, tornando-a mais justa e comprometida com a proteção e a preservação do meio ambiente, seja ele urbano ou natural.

As competências gerais propostas pela BNCC foram pensadas de maneira integrada. Isso significa que elas se articulam entre si por meio das propostas didáticas que perpassam toda a escolaridade básica. Dessa forma, neste volume, você encontra sugestões capazes de contemplar não apenas as competências gerais, mas, sobretudo, a integração entre elas.

Destaca-se, ainda, que a organização dos conteúdos no Ensino Médio obedece à lógica das áreas de conhecimento, que não exclui os componentes curriculares com suas especificidades e saberes próprios, mas, antes, busca fortalecer e explicitar as relações entre elas. O documento define quatro áreas de conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. A essa organização soma-se o apelo para a construção de um intenso e constante diálogo entre as áreas, e não apenas entre os

componentes curriculares que formam cada área de conhecimento. Depreende-se disso que a interdisciplinaridade é um traço marcante da proposta da BNCC.

A interdisciplinaridade traz necessariamente uma nova dinâmica aos processos de ensino e aprendizagem, pois requer que o foco recaia sobre temas e problemas da realidade concreta e, em particular aqui, sobre as realidades vivenciadas pelos jovens no mundo atual. Dessa forma, a contextualização para apreensão e intervenção na realidade solicita um trabalho conjunto dos professores no planejamento e na execução de planos de ensino (BRASIL, 2018, p. 32). Aposta-se, assim, nas potencialidades da perspectiva interdisciplinar como fomentadora de uma efetiva **alfabetização científica** (ou **letramento científico**, como preferem alguns estudiosos). Nesse contexto, caberia às Ciências da Natureza, articulando os olhares da Biologia, da Física e da Química, proporcionar um aprendizado para além dos conteúdos disciplinares.

À almejada integração responde-se com a prática da **interdisciplinaridade** como fundamento mesmo da ação pedagógica, com o uso de **metodologias ativas de aprendizagem** que, em conjunto, têm o potencial para desenvolver a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes, com **processos avaliativos** condizentes com essas metodologias e preocupados com a formação tanto dos estudantes quanto dos professores e com a contínua e renovada reflexão docente sobre suas práticas, sua vida e suas relações consigo mesmo, com os colegas de profissão e com os estudantes. Trata-se, portanto, de pensar em uma espécie de **projeto de vida** do professor que se espalha em direção aos estudantes. Dessa forma, o material aqui reunido alicerça-se nesses quatro pilares – interdisciplinaridade, metodologias ativas, processos avaliativos e projetos de vida (docente e discente) – com a finalidade de ajudar você, professor, a vencer o grande desafio que é a **educação no e para o século XXI**, no geral, e **o ensino de Ciências e de Biologia no e para o século XXI**, em particular.

No que se refere aos **processos avaliativos**, tendo em vista a contextualização CTSA e as metodologias abordadas neste livro, não seria possível imaginar ou propor uma avaliação que fosse meramente somativa. Antes, o que aqui propomos não é uma avaliação, mas um processo avaliativo com potencialidades formativas. Entender a avaliação como um processo e como uma oportunidade de formação é um dos aspectos mais fundamentais de práticas pedagógicas inseridas no contexto da ABP e da perspectiva CTSA.

A avaliação como processo tem desafios intrínsecos que vão desde o abandono de práticas avaliativas muito arraigadas em nosso ambiente escolar focadas na comparação de desempenhos em vez de em objetivos, até a construção de uma visão que leve em conta a complexidade do pensamento e, portanto, a complexidade dos atos avaliativos.

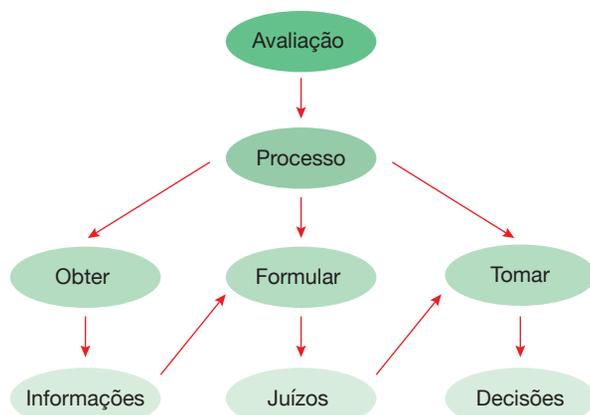
Nesse sentido, o processo avaliativo, como o nome indica, deve ser contínuo, isto é, acontecer ao longo da sequência didática ou da unidade temática em que o trabalho esteja sendo desenvolvido. Essa característica de continuidade tem a função não apenas de perceber os avanços e as dificuldades dos alunos, mas também os erros e acertos do planejamento de maneira a possibilitar mudanças de curso caso se entenda que isso é uma necessidade. Philippe Perrenoud descreve a essência da avaliação formativa:

A ideia de avaliação formativa sistematiza esse funcionamento, levando o professor a observar mais metodicamente os alunos, a compreender melhor seus funcionamentos, de modo a ajustar de maneira mais sistemática e individualizada suas intervenções pedagógicas e as situações didáticas que propõe, tudo isso na expectativa de otimizar as aprendizagens: “A avaliação formativa está portanto centrada essencial, direta e imediatamente sobre a gestão das aprendizagens dos alunos (pelo professor e pelos interessados)” (BAIN, 1988b, p.24, *apud* PERRENOUD, 1999, p. 89).

Toda e qualquer avaliação deve ser capaz de perceber aquilo que os alunos aprenderam, de que maneira aprenderam e o que não aprenderam ainda. Mas é necessário pensar quais os significados que atribuímos ao aprendizado, isto é, o que, para nós, significa aprender. No contexto de trabalho desta obra e no espírito da BNCC, aprender vai além da capacidade de memorização e de repetição. Aprender significa conectar, estabelecer relações de tal forma a poder resolver problemas pessoais e coletivos. Fica claro, portanto, que a avaliação como processo é formativa porque busca promover justamente esse sentido do aprender. Perrenoud descreve o objetivo da avaliação formativa:

[...] afirmo que uma avaliação é formativa se, ao menos na mente do professor, supostamente contribuir para a *regulação* das aprendizagens em curso no sentido dos domínios visados. Essa linguagem abstrata permite definir a regulação por meio de suas *intenções*, sem se fechar de saída em uma concepção particular dos objetivos, da aprendizagem ou da intervenção didática. [...] (PERRENOUD, 1999, p. 77)

O diagrama a seguir resume a dinâmica própria a um processo avaliativo que se pretende formativo.



HERBERT TSUI

Fonte: MERIGUETE, Morgana Simões Portugal; PASSOS, Marize; JESUS, Renata. Formação, ação e reflexão: um curso sobre o uso de metodologias ativas para professores da Educação Profissional e Tecnológica. *ResearchGate*, out. 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/338411894\\_Formacao\\_acao\\_e\\_reflexao\\_um\\_curso\\_sobre\\_o\\_uso\\_de\\_metodologias\\_ativas\\_para\\_professores\\_da\\_Educacao\\_Profissional\\_e\\_Tecnologica](https://www.researchgate.net/publication/338411894_Formacao_acao_e_reflexao_um_curso_sobre_o_uso_de_metodologias_ativas_para_professores_da_Educacao_Profissional_e_Tecnologica)>. Acesso em: 11 dez. 2020.

Percebe-se, pelo diagrama, que a avaliação tomada como processo se abastece de informações que são importantes para a formulação de juízos sobre o nosso planejamento e sobre os processos de aprendizagem dos alunos. A partir deles, decisões podem ser tomadas a fim de otimizar as condições de êxito de alunos promovendo uma aprendizagem significativa. Isso leva, sem dúvidas, à construção de conhecimento de forma autônoma, responsável e com embasamento científico. O desafio é grande e urgente se, de fato pretendemos que nossas práticas sejam emancipadoras.

## ■ Organização deste livro

A fim de alcançar os objetivos educacionais descritos e propostos pela BNCC, este volume é composto por: **a)** uma carta a você, professor, e uma introdução que apresenta o contexto geral da obra e os principais pressupostos teóricos e metodológicos que a norteiam; **b)** oito capítulos que focam em temas determinados, que podem ser desenvolvidos nos processos de ensino e aprendizagem de Biologia; **c)** um apêndice chamado de “caixa de ferramentas”, em que se encontram informações e orientações de como proceder para a confecção de diversos tipos de produtos finais.

Vale ressaltar que, da mesma forma que há um esforço de integração das competências gerais e das disciplinas na BNCC, na organização aqui proposta há esse mesmo espírito de trazer organicidade e integração entre os temas.

Portanto, a fim de cumprir os objetivos declarados, comentamos, a seguir, os capítulos que compõem este livro e sua estrutura geral.

No **capítulo 1, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)** e seus aspectos históricos e metodológicos são apresentados. Vale ressaltar que a ABP é encarada como um alicerce sobre o qual as mais variadas metodologias ativas podem-se assentar. Assim, todos os demais capítulos deste livro partem da ABP para trabalhar as demais possibilidades de propostas pedagógicas.



GILSON TEIXEIRA/SECOM/GOVERNO DO MARANHÃO

A Aprendizagem Baseada em Problemas, que permeia todo o livro, pressupõe que os estudantes devem resolver problemas reais para dar relevância ao seu aprendizado. São Luís (MA), 2019.

Em linhas gerais, podemos dizer que a ABP propõe que sejam apresentados problemas que os estudantes devem buscar resolver. Mas é fundamental ter em mente que os problemas devem ser reais. Isso significa tomar alguma situação da realidade concreta, do mundo da vida, e problematizá-la, ou seja, torná-la um problema de fato. A problematização é um passo fundamental no contexto dessa abordagem.

São apresentados os Três Momentos Pedagógicos (TMP) que balizam o trabalho por meio da apresentação de situações-problema pelos estudantes. Os principais objetivos que podem ser contemplados pela ABP são o desenvolvimento da autonomia e o protagonismo dos estudantes, a construção de um pensamento crítico e a consolidação de processos de ensino e aprendizagem significativos. Esses aspectos, bem conduzidos, podem oportunizar a construção de **projetos de vida** não somente pelos estudantes, mas também pelos professores.

Tendo em vista que a ABP, habitualmente, se desenvolve por temas, a **interdisciplinaridade** é largamente favorecida. Por isso, a lógica disciplinar é desafiada e preterida a todo momento. Além disso, a própria condução das sequências didáticas (SDs) na perspectiva da ABP leva a um tipo de **avaliação** que é **formativa**, e não meramente somativa.

O **capítulo 2** trata das **disciplinaridades**, por meio da **multidisciplinaridade**, da **interdisciplinaridade** e da **transdisciplinaridade**. Como já mencionado, a adoção de uma perspectiva baseada na apresentação e no desenvolvimento de situações-problema questiona, de saída, o afã disciplinar típico do nosso sistema de ensino. Em todos os capítulos deste volume há discussões a respeito da pertinência ou não da disciplinaridade nos processos de ensino e aprendizagem. No entanto, no capítulo 2 essa discussão é radicalizada, a fim de que você, professor, possa refletir a respeito do tema. Discute-se não apenas a disciplinaridade, mas também a **multidisciplinaridade**, a **interdisciplinaridade** e a **transdisciplinaridade**. Para cada modalidade, os prós e os contras são apresentados, a fim de trazer subsídios para escolhas docentes que levem em consideração a pertinência de cada uma das abordagens.

No contexto da BNCC e das áreas de conhecimento, bem como da ABP, a abordagem interdisciplinar ganha destaque e mostra-se uma ferramenta potente no que diz respeito à promoção dos direitos de aprendizagem de todos os estudantes. Acreditamos que o olhar e a prática interdisciplinares objetivam, com larga margem de sucesso, ampliar a visão dos estudantes de tal sorte que eles sejam capazes de apreender a complexidade inerente ao mundo e, assim, agir com responsabilidade sobre ele.

A perspectiva de o trabalho pedagógico se concretizar por meio da **Aprendizagem Baseada em Projetos** é tratada no **capítulo 3**, a partir da apresentação de seus pressupostos históricos e metodológicos. Os projetos pressupõem sempre a escolha de temas. Sob esse prisma, a concretização de processos de ensino e aprendizagem a partir de projetos vai ao encontro da visão da BNCC em relação às Ciências da Natureza, na medida em que a base propõe que os conteúdos sejam organizados em torno de três grandes temas, a saber: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

Ressalta-se que uma das características mais marcantes da abordagem baseada em projetos é a **interdisciplinaridade**. Isso não equivale a dizer que um projeto só possa ser assim desenvolvido, mas, antes, que o ensino focado em projetos é francamente favorecido pela interdisciplinaridade. A pedagogia de projetos, portanto, tem propósitos e objetos consistentes para a resolução de um dado problema. É interessante observar que a literatura da área aponta para o desenvolvimento da competência de aprender a aprender. Dessa forma, pode-se perceber o quanto a metodologia por projetos fomenta a autonomia dos estudantes e coloca o professor na condição de um mediador da máxima importância, ressignificando, portanto, também a sua prática e contribuindo para a construção de seu projeto de vida nos termos discutidos na seção I – Introdução.

Nesse capítulo são destacados, ainda, os cuidados necessários para que boas iniciativas não se transformem em *quasi*-projetos ou não projetos.

No **capítulo 4** nos dedicamos ao **Ensino por Investigação** e à **abordagem experimental no ensino de Biologia** mostrando a importância das aulas práticas, de laboratório ou não. O Ensino por Investigação (EI), de acordo com a literatura especializada, é majoritariamente referido no contexto do ensino de Ciências, no geral. Ainda que não se limite às Ciências da Natureza, o EI mostra-se

particularmente rico e significativo para essa área do conhecimento. Dessa forma, nesse capítulo são apresentados os elementos históricos que acabaram por estabelecer esse tipo de processo de ensino e aprendizagem e os elementos metodológicos que fundamentam a pertinência dessa abordagem no ensino de Ciências, no geral, e de Biologia, em particular.

O capítulo propõe uma reflexão sobre a escola como espaço privilegiado para a construção de conhecimento. Nesse contexto, o ensino por investigação ou a educação pela pesquisa são abordagens potentes capazes de criar condições para a construção de conhecimentos pelos estudantes de forma autônoma e crítica. Ao pesquisar ou investigar na escola, há um questionamento que leva à reconstrução dos saberes em uma perspectiva política, que desemboca em uma postura ética. Essa ética, assim produzida e negociada entre os atores da comunidade escolar, pode ser traduzida na qualidade daquilo que é produzido e na atitude diante da vida. Educar pela investigação implica, necessariamente, um abandono de práticas caracterizadas pela cópia, reprodução ou mera memorização; antes, acena para processos significativos de ensino e aprendizagem. A negação da aula-cópia e da aula-reprodução coloca tanto os estudantes quanto os professores no papel de sujeitos ativos que buscam suas próprias respostas às situações que são colocadas em um ambiente escolar que acredita que aprender é, de fato, construir em um contexto que favoreça a interdisciplinaridade e a elaboração de projetos de vida.

No **capítulo 5, a História e a Filosofia das Ciências (HFC)** são apresentadas como uma ferramenta potente para a construção de conhecimentos em uma perspectiva crítica, fomentando, assim, uma reflexão fundamental para professores de Ciências.

Nos modelos de escola atrelados à transmissão de conhecimentos, estes, de um modo geral, são apresentados como prontos e acabados, como verdades últimas, sem que haja espaço para nenhum tipo de discussão. Impera, portanto, uma visão positivista das Ciências. Essa postura acaba por gerar nos estudantes, mas não apenas neles, a crença de que as Ciências são neutras e que a produção de conhecimentos científicos é absolutamente objetiva. Nada mais distante da realidade. É fundamental que a escola seja um espaço de debates e que o ensino de Ciências coloque em perspectiva os modos pelos quais a produção de conhecimentos ocorre.

Em suas competências gerais, a BNCC aponta a necessidade de que os conhecimentos científicos sejam contextualizados historicamente e que aspectos de Natureza das Ciências (NdC) tenham espaço na escola como conteúdos a serem debatidos, a fim de que os estudantes desenvolvam o espírito crítico.

A utilização de episódios da História e da Filosofia das Ciências (HFC) no ensino de conceitos científicos tem sido apontada como uma estratégia pedagógica fundamental no sentido de fomentar visões informadas sobre as Ciências e sobre a produção dos conhecimentos científicos. Assim, esse capítulo tem por objetivo apresentar as potencialidades dessa abordagem na construção de conhecimentos de forma crítica, mostrando a você, professor, de que maneira a contextualização histórica e a discussão de aspectos de NdC podem engajar os estudantes e favorecer a apreensão dos conceitos científicos. Nessa perspectiva, a interdisciplinaridade é favorecida e privilegia-se a utilização de abordagens distintas, tais como Ensino por Projetos (EP), Ensino por Investigação (EI), entre outras, mostrando que há integração entre as metodologias.

O **capítulo 6** ocupa-se das **questões sociocientíficas (QSC)** no contexto do ensino de Biologia. As questões sociocientíficas são aquelas que mais claramente mostram as implicações dos conhecimentos científicos no tecido social. Dentre esses conhecimentos, podemos citar os transgênicos, os processos de clonagem, o uso de células-tronco de embriões humanos, as questões relacionadas a raça e gênero, entre outros. Percebe-se que a Biologia e as biotecnologias têm um papel central nesse contexto.



A investigação suscita os estudantes a buscar informações confiáveis e a exercer o questionamento crítico das informações analisadas. Primavera do Leste (MT), 2018.

Assim, os objetivos desse capítulo são apresentar e discutir essas questões, que não podem estar apartadas do ensino na contemporaneidade. Por meio do levantamento do histórico das QSC e suas potencialidades no ensino de Biologia, o capítulo traz, ainda, uma extensa discussão sobre argumentação no contexto dos processos de ensino e aprendizagem de Biologia. A argumentação aqui desempenha a função central de auxiliar professores e estudantes na tomada de decisões com vistas à construção de posturas éticas e ativas na sociedade. Dessa forma, o capítulo busca trazer elementos para que possam ser desenvolvidas atividades que promovam uma argumentação consistente e condizente com os conhecimentos científicos e com os valores próprios de uma sociedade democrática.

Vale ressaltar que a fecundidade das discussões relacionadas às QSC pode ser favorecida em consonância com as abordagens CTSA e HFC, com questões étnico-raciais, com a interdisciplinaridade, entre outras. Nessa perspectiva, o desenvolvimento do pensamento crítico, a responsabilidade social e a autonomia e o protagonismo dos estudantes são maximizados, e uma aprendizagem significativa pode ser construída.

O **capítulo 7** apresenta uma proposta de reflexão a respeito das **relações étnico-raciais no ensino de Biologia**. A necessidade dessa discussão tem-se acentuado bastante nos últimos anos, sobretudo em decorrência de legislação específica sobre o tema e dos documentos oficiais educacionais (BNCC, por exemplo) que apontam nesse sentido.

No entanto, parece pairar uma concepção de senso comum segundo a qual esse tipo de discussão estaria restrito às áreas de conhecimento das “humanidades”. Esse capítulo tem por objetivo principal quebrar essa visão.

Assim, por meio da discussão da legislação e do paradigma da multiculturalidade, foco de teorias pós-críticas do currículo, esse capítulo busca trazer uma reflexão consistente que pretende engajar os professores de Biologia na tarefa ética urgente de valorizar e visibilizar as culturas amplamente subalternizadas em nossa sociedade e no mundo.

A reflexão proposta traz numerosos exemplos de trabalhos que podem ser desenvolvidos, tendo por foco a discussão das relações étnico-raciais. Dessa forma, aliada a outras metodologias e perspectivas apresentadas neste volume, o capítulo mostra que construir uma sociedade justa e igualitária é um compromisso que deve ser abraçado por todos, possibilitando o desenvolvimento de posturas éticas condizentes.

O **capítulo 8** busca pensar a pertinência do uso de **Tecnologias de Informação e de Comunicação (TICs)** nos processos educativos como uma tarefa urgente. Ao mesmo tempo que essa utilização mostra-se inescapável, há também a necessidade de discutir sua adequação em ambiente escolar.

A sigla TICs refere-se a uma multiplicidade de tecnologias proporcionadas por diferentes equipamentos e com diferentes funções, permitindo criar, capturar, guardar, receber e transmitir informações, por exemplo, via internet, computadores em rede, e-mail e ferramentas de busca. Mostra-se desnecessário dizer o quanto o mundo contemporâneo foi modificado e moldado por essas tecnologias. Para os mais jovens, os nativos digitais, navegar pelo mundo digital não é um problema; no entanto, para boa parte dos professores isso não é verdade. Trata-se de um desafio a ser vencido, pois negar a penetração dessas tecnologias na vida dos estudantes é correr o risco de não ter nada a dizer aos jovens estudantes, uma vez que a escola não é mais uma fonte exclusiva de distribuição de conhecimentos. Afora isso, cabe à escola o papel fundamental de discutir com os estudantes a confiabilidade das informações. As notícias falsas (*fake news*) têm-se mostrado uma ameaça à democracia no mundo todo.

A fim de ajudar você, professor, a vencer o desafio imposto pela realidade contemporânea, nesse capítulo são propostas reflexões que buscam levar ao entendimento de que não basta adaptar velhas formas de aprender e ensinar pela mudança pura e simples de suporte utilizado para isso. Há que se desenvolver uma nova prática para que a utilização das TICs seja significativa.

Os objetivos aqui são os de dar elementos para que a utilização das tecnologias de informação e comunicação sejam propulsoras do desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem capazes de desenvolver o pensamento crítico e o discernimento dos estudantes.



## Apêndice: “Caixa de ferramentas”

Não é incomum encontrarmos propostas de sequências didáticas ou de atividades a serem desenvolvidas com os estudantes que proponham como produção final ou fechamento um *blog*, um *podcast*, um portfólio, um texto de divulgação científica, um artigo científico, entre tantas outras produções. No entanto, essas mesmas propostas raramente esclarecem ou indicam como o professor deve proceder. Dessa forma, uma boa proposta de trabalho com potencialidades positivas pode acabar sendo perdida por falta de uma orientação mais clara em relação aos procedimentos.



O professor pode sugerir o uso de ferramentas tecnológicas de maneira integrada às atividades para compartilhar informações, produzir os trabalhos, apresentar resultados etc.

O apêndice deste volume busca trazer elementos para mitigar essa problemática. Trata-se mesmo de uma “caixa de ferramentas” para você utilizar da maneira que considerar mais interessante. Nele você encontra explicações e exemplos detalhados de como produzir um *blog*, um vídeo, um *podcast*, um portfólio, um relatório etc. com seus estudantes. Ele traz ainda uma análise crítica sugerindo a pertinência dessas produções em relação às propostas pedagógicas. Por exemplo, no caso de uma atividade prática de laboratório, é mais interessante propor aos estudantes a produção de um artigo científico ou de um vídeo? Além disso, nesse apêndice você encontra sugestões para avaliação das diferentes produções dos estudantes em uma perspectiva formativa e várias indicações de materiais que podem ser consultados, dependendo de suas necessidades.

### ■ Organização geral dos capítulos

Todos os capítulos apresentam as mesmas seções fixas. A saber: **I. Abertura**; **II. Na prática**; **III. Como avaliar**; **IV. Práxis**; **V. Perspectivas transversais**.

#### I. Abertura

Em cada capítulo, a **Abertura** objetiva trazer os principais pressupostos teóricos e metodológicos do tema em questão. Trata-se não apenas de uma ocasião privilegiada para a ampliação de conhecimentos e perspectivas, mas também da possibilidade de refletir acerca de seu próprio projeto de vida. Vale a pena nos determos sobre essa particularidade – dos projetos de vida.

Pensar a sua prática docente, ainda que você esteja respaldado por uma longa trajetória profissional, não é tarefa simples. Antes, diante de um mundo que muda em uma velocidade nunca antes vista, a reflexão sobre os caminhos e descaminhos profissionais torna-se urgente e indispensável. Debruçar-se sobre sua prática de forma reflexiva e ativa é pensar sobre seu próprio projeto de vida – pessoal e profissional.

A noção de projetos de vida ganha força e forma no mundo ocidental a partir dos trabalhos do neuropsiquiatra austríaco e fundador da escola de psicoterapia Logoterapia e Análise Existencial, Viktor Frankl (1905-1997), com base nas experiências que viveu em campos de concentração nazistas. Em sua obra *Em busca de sentido*: um psicólogo no campo de concentração (1946), ele relatou dados coletados junto aos seus companheiros de Auschwitz. Em seu relato, Frankl afirma que os prisioneiros que mostravam ter crenças sobre o sentido da vida encontravam-se mais capazes de enfrentar o sofrimento infligido pelos nazistas do que aqueles que apenas lutavam pela sobrevivência (FRANKL, 1987, p. 57). Essa constatação é próxima daquilo que hoje chamamos de resiliência, isto é, a capacidade de lidar com problemas, de adaptar-se às mudanças e de superar obstáculos.

Aos primeiros escritos de Frankl seguiram-se muitos trabalhos no campo psicológico a respeito de como ter um **propósito** na vida pode ser impulsionador das ações individuais que, inevitavelmente, se espraiam para o social e o coletivo. Ter propósito significa ter um projeto de vida que pode ser entendido como um fenômeno pessoal, na medida em que é construído internamente, mas que também se manifesta na relação com os outros. Entende-se, portanto, que os projetos de vida são psicossociais, pois estão assentados na intersecção entre os interesses e valores individuais e os valores presentes na cultura na qual o indivíduo está inserido (DANZA, 2019, p. 25).

É particularmente valioso para o campo educacional que propósitos existam e sejam claros. Propósitos coletivos – o que se espera dos processos educacionais e da escola –, mas também individuais, pois é a partir do propósito de indivíduos que os propósitos coletivos podem ser construídos de forma significativa. Dito de outra forma, é necessário que cada indivíduo da comunidade escolar tenha seu projeto de vida, para que essa comunidade, como um todo, cumpra sua função de conservar as conquistas democráticas e pluralistas do mundo e promover as mudanças necessárias para o alcance da igualdade e da justiça entre os homens e mulheres da realidade em que vivemos.

Dessa forma, todos os capítulos deste volume criam as condições para que os propósitos (os projetos de vida) sejam construídos e clarificados tanto para os estudantes quanto para os professores. Essas condições encontram-se distribuídas em todas as seções dos capítulos, mas, de maneira mais contundente, na introdução de cada capítulo. O exercício da reflexão e da empatia e o autoconhecimento promovidos pela abertura dos capítulos geram potência para a ação docente capaz de “esperançar”, como já dizia Paulo Freire (1924-1997), e, assim, angariar forças para uma ação no mundo.

## **II. Na prática**

Nessa seção, você encontra propostas de atividades que podem ser desenvolvidas com seus estudantes. As atividades são comentadas com sugestões de encaminhamento prático. Vale ressaltar que todas elas já foram largamente executadas em sala de aula. Dessa forma, seus pontos fortes e suas eventuais dificuldades são destacadas, a fim de que você possa tirar o máximo proveito delas com ganhos efetivos para uma aprendizagem significativa.

Essa seção também cumpre o papel de impulsionar sua criatividade e sua imaginação e propiciar a referida articulação entre teoria e prática, visando ao estabelecimento de uma *práxis* pedagógica. Longe de se tratar de receitas prontas que devem ser seguidas fielmente, elas são sugestões que devem ser apropriadas, modificadas e adaptadas a cada realidade escolar e a cada perfil docente.

## **III. Como avaliar**

Os principais avaliadores nas escolas são, de fato, os professores. No entanto, os processos avaliativos feitos por esses profissionais padecem de um paradoxo: os professores são os principais avaliadores, mas, no geral, não têm uma formação específica para assim proceder. Avaliar de forma consistente não é algo inerente à docência. Trata-se de um elemento central da prática docente e que deve passar por reflexão e por aprendizado. É fundamental, por exemplo, que exista coerência entre a forma como os processos de ensino e aprendizagem são conduzidos e os processos avaliativos para que não haja contradição entre objetivos declarados e formas avaliativas válidas.

Tendo em vista que este volume assume as metodologias ativas como alicerce das práticas docentes, as avaliações devem ser condizentes e, portanto, formativas, ou seja, processuais e focadas no aprendizado. Dessa forma, nessa seção, são apresentadas sugestões de processos avaliativos para as atividades propostas, buscando promover a reflexão sobre um aspecto tão fundamental da vida profissional dos professores.

## **IV. Práxis**

A seção *Práxis* tem por objetivo dar a oportunidade para que você, professor, verifique seu próprio aprendizado acerca dos temas trabalhados em cada capítulo. Trata-se de um momento no qual é possível fazer um exercício metacognitivo, processo fundamental para entender de que maneira os conteúdos foram apreendidos por você. Exercícios de metacognição são importantes sempre no percurso daqueles que nunca param de estudar e de aprender. Não se pode perder de vista que é uma ocasião privilegiada também para pensar em seu próprio projeto de vida por meio do autoconhecimento.

## V. Perspectivas transversais

A seção **Perspectivas transversais** traz sugestões de livros, filmes, documentários e *sites* específicos para cada tema tratado. Essas sugestões são bastante valiosas, pois ampliam o repertório de cada um, amplificando, portanto, os olhares, algo efetivamente fundamental em uma perspectiva crítica dos processos de ensino e aprendizagem e de uma atividade docente embasada na reflexão e na construção de uma identidade profissional própria, ativa e dinâmica.

## VI. Referências bibliográficas

Para além da necessária honestidade intelectual exigida de toda e qualquer atividade acadêmica, como é o caso dos capítulos do volume que você tem em mãos, a seção de Referências bibliográficas traz a oportunidade de aprofundar os temas trabalhados de acordo com seus próprios interesses. Nesse sentido, as referências bibliográficas são um importante instrumento para a construção de seu projeto de vida, pois levam a um aprofundamento das reflexões propostas em cada capítulo. Além disso, essa seção pode ainda lhe dar a oportunidade de auxiliar de maneira mais efetiva e informada seus estudantes em seus próprios projetos de vida.

### ■ Mapa de atividades

A seguir, apresentamos um mapa que indica as atividades e vivências propostas em cada capítulo, com justificativa, objetivos, procedimentos adotados, materiais de apoio e sugestões de tempo.

## Capítulo 1 - A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

**Justificativa:** A teoria da evolução biológica é um tema estruturante da Biologia moderna, perpassando, portanto, todos os conteúdos desse componente curricular. Assim, debruçar-se sobre os aspectos centrais desse tema é fundamental para a compreensão da Biologia. Afora isso, a literatura especializada tem apontado a necessidade de que os conteúdos escolares de Ciências da Natureza promovam a alfabetização científica (AC). A AC pressupõe a discussão não apenas dos conceitos científicos, mas também de como os conhecimentos científicos são produzidos. A sequência didática proposta busca contemplar esses dois âmbitos: o da teoria da evolução e o da reflexão acerca de aspectos de Natureza das Ciências.

Proposta 1 – A ancestralidade comum e a teoria da evolução	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender a noção de ancestralidade comum, conceito basilar da teoria darwinista da evolução.</li><li>• Refletir sobre os aspectos de Natureza das Ciências (NdC), tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica; o caráter coletivo das ciências; a diferença entre leis e teorias nas ciências em geral e na Biologia em particular.</li><li>• Desenvolver a habilidade de formular hipóteses, testá-las e comunicar os resultados por meio da escrita científica.</li></ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Discussão em grupos para a elaboração de hipóteses explicativas para a situação-problema proposta.</p> <p><b>2º passo:</b> Socialização das discussões feitas pelos grupos e sistematização das hipóteses levantadas e seus devidos questionamentos.</p> <p><b>3º passo:</b> Elaboração de experimentos que sejam capazes de sustentar a hipótese explicativa escolhida.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Utilizar os registros do 1º passo como material para avaliação formativa antes do produto final.</p>
Materiais de apoio	Copos plásticos, terra, sementes, sal e água.
Sugestões de tempo	A SD é longa porque há necessidade de acompanhar a germinação das sementes. Assim, se realizada como proposta, a parte experimental leva um mês (sem a realização da duplicata) ou dois meses (caso seja feita em duplicata).

Proposta 2 – Existe “um” método científico?	
Objetivo	Refletir acerca de aspectos de Natureza das Ciências (NdC), tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica; o caráter coletivo das ciências; a diferença entre leis e teorias nas ciências em geral e na Biologia em particular.
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Levantamento das opiniões dos estudantes.</p> <p><b>2º passo:</b> Condução da pesquisa pelos estudantes.</p> <p><b>3º passo:</b> Apresentação dos resultados.</p> <p><b>4º passo:</b> Produção do produto final.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Utilizar a análise preliminar de dados obtidos nas pesquisas dos grupos como material para avaliação formativa antes do produto final.</p>
Materiais de apoio	Computadores e acesso à internet para as pesquisas e gravador ou papel para registro das entrevistas.
Sugestões de tempo	Esse trabalho pode ser desenvolvido em duas semanas. É importante que ele não se estenda muito, para que não se disperse e perca o sentido.

## Capítulo 2 - Disciplinaridades: multi, inter e transdisciplinaridade

**Justificativa:** A SD proposta trabalha, basicamente, com a ideia de apropriação indevida de conceitos científicos para outros âmbitos da vida humana. Dessa forma, fazer uso das ideias da teoria da evolução na construção de mecanismos de análise da vida social é fazer uma utilização indevida. A SD busca, assim, promover o desenvolvimento do pensamento crítico no sentido de facultar aos estudantes a percepção de que os conhecimentos científicos têm suas limitações e são criados em contextos que não podem ser transpostos a bel prazer e de acordo com os valores e crenças de indivíduos.

Proposta 1 – Teoria da Evolução: darwinismo social?	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender os aspectos centrais da Teoria da Evolução proposta por Charles Darwin (1809-1882).</li> <li>Compreender os principais aspectos do higienismo nas primeiras décadas do século XX no Brasil.</li> <li>Refletir acerca das apropriações indevidas do pensamento darwinista com vistas a difundir políticas de exclusão social supostamente respaldadas cientificamente.</li> <li>Verificar de que maneira as artes (notadamente a literatura) podem ser utilizadas tanto para difundir uma dada ideologia quanto para criticá-la.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Leitura compartilhada e discussão em grupos do texto-base 1.</p> <p><b>2º passo:</b> Socialização das discussões feitas pelos grupos e produção de texto dissertativo-argumentativo coletivo.</p> <p><b>3º passo:</b> Leitura compartilhada do texto-base 2 e discussão nos grupos.</p> <p><b>4º passo:</b> Socialização das discussões feitas nos grupos e produção de um novo texto dissertativo-argumentativo.</p> <p><b>5º passo:</b> Leitura compartilhada do texto-base 3 e discussão nos grupos.</p> <p><b>6º passo:</b> Socialização das discussões e leitura da reescrita do trecho de O cortiço.</p> <p><b>7º passo:</b> Orientações para a produção final sobre os temas debatidos.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Criação e aplicação de grades de correção para definir condições e critérios, além de autoavaliação.</p>
Materiais de apoio	Disponibilização dos textos para os estudantes.
Sugestões de tempo	O trabalho deve ser desenvolvido em período curto de tempo para evitar a dispersão e a perda de interesse. Dessa forma, sugerimos que seja conduzido em duas semanas.

## Capítulo 3 - Aprendizagem Baseada em Projetos e o ensino de Biologia

**Justificativa:** Praticamente ao longo de toda a escolaridade básica, o continente antártico não é estudado. Em alguma medida, o estudo de Botânica aproxima-se da situação do continente antártico no âmbito

escolar. De modo geral, mesmo quando há discussão sobre os conteúdos específicos de Botânica na escola, ela ocorre de maneira muito tradicional, isto é, como um conteúdo a ser decorado. Soma-se a isso o “analfabetismo botânico” entendido aqui como falta ou pouco interesse sobre o reino vegetal. Tanto a cegueira quanto o analfabetismo botânico se retroalimentam em grande medida com uma abordagem desinteressante e pouco significativa feita na escola (URSI *et al.*, 2018, p. 13). Essas duas situações, do continente antártico e da Botânica em ambiente escolar, merecem atenção e ação no sentido de que mudanças sejam empreendidas com ganhos para os processos de ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio.

Proposta 1 – Projeto Antártica ou Antártida? A fauna e a flora do continente antártico: aspectos evolutivos	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as principais características do continente antártico.</li> <li>• Compreender a importância do continente antártico para a manutenção do equilíbrio ecológico da Terra.</li> <li>• Significar os conteúdos de Evolução, Botânica e Zoologia estudados por meio do estudo de caso do continente antártico.</li> <li>• Discutir aspectos de Natureza das Ciências por meio do estudo de como é fazer pesquisa no continente antártico, bem como as fontes de fomento e as principais linhas de pesquisa.</li> </ul>
Proposta 1 – Projeto Antártica ou Antártida? A fauna e a flora do continente antártico: aspectos evolutivos	
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Debate sobre a questão norteadora: “Quem é o pulmão/a brânquia do mundo: a Antártica ou a Amazônia?”</p> <p><b>2º passo:</b> Aulas expositivas dialogadas sobre o continente antártico.</p> <p><b>3º passo:</b> Separação dos grupos de trabalho por grupo de seres vivos e orientações para o desenvolvimento desta etapa.</p> <p><b>4º passo:</b> Apresentação dos seminários.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Avaliação da participação dos estudantes na discussão e em grupo (avaliação por pares) das produções dos colegas.</p>
Materiais de apoio	Computadores e acesso à internet.
Sugestões de tempo	Um mês.
Proposta 2 – As muitas faces do reino vegetal	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar os fenômenos da “cegueira botânica”.</li> <li>• Reconhecer e conhecer os principais grupos vegetais e suas características e adaptações evolutivas.</li> <li>• Desenvolver o sentimento de pertencimento ao espaço escolar e à cidade.</li> <li>• Desenvolver o protagonismo juvenil agindo no mundo.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>Módulo I: Introdução à morfologia e à fisiologia dos principais grupos vegetais</b> Confecção de um portfólio</p> <p><b>Módulo II: Extração de pigmentos e produção de Perfumes</b> Elaboração de relatório</p> <p><b>Módulo III: Nutrição</b> Elaboração de um vídeo ou de um debate que defenda posições opostas</p> <p><b>Módulo IV: Etnobotânica</b> Produção de trabalhos artísticos e montagem de uma exposição com esses trabalhos e reproduções.</p> <p><b>Módulo VI: Paisagismo</b> Elaboração e execução de um projeto paisagístico para algum espaço do ambiente escolar.</p> <p><b>Módulo VII: Paisagismo de interiores</b> Elaboração e execução de um projeto paisagístico no interior das salas de aula e em outros espaços fechados da escola.</p> <p><b>Módulo VIII: Estufa e hidroponia</b> Elaboração e execução de um projeto para a construção de uma estufa com hidroponia na escola.</p> <p><b>Módulo IX: A praça é nossa</b> <b>Identificação das árvores da praça e construção de uma horta comunitária</b></p> <p><b>Como avaliar:</b> Avaliação da participação dos estudantes na discussão e em grupo (avaliação por pares) das produções dos colegas.</p>

Continua

Proposta 2 – As muitas faces do reino vegetal	
Materiais de apoio	Computadores e acesso à internet para a condução das pesquisas. Caso seja realizado o módulo II, reagentes específicos deverão ser disponibilizados. São compostos orgânicos, que variam dependendo da técnica utilizada. Para os demais módulos, materiais de papelaria, como tinta e cartolina. No caso dos módulos de paisagem, materiais recicláveis e de construção, como canos e telas dependendo do projeto que for elaborado.
Sugestões de tempo	Um mês.

## Capítulo 4 - O Ensino por Investigação e a abordagem experimental no ensino de Biologia

**Justificativa:** As aulas práticas de laboratório podem ser utilizadas como um fim em si mesmas, isto é, podem ser uma situação para o desenvolvimento de habilidades e atitudes específicas, como o correto uso de equipamentos e vidrarias, a observância de normas de segurança, o trabalho colaborativo etc. No entanto, parece-nos que essas aulas têm potencialidades que extrapolam as finalidades mencionadas. Elas podem ser uma ocasião privilegiada para o desenvolvimento das habilidades e competências investigativas que foram tratadas ao longo deste capítulo.

Proposta 1 – O sistema circulatório humano: por que morremos?	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o funcionamento do sistema circulatório humano.</li> <li>• Refletir sobre aspectos de Natureza das Ciências, tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as Ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica; o caráter coletivo das Ciências; a diferença entre leis e teorias nas Ciências, em geral, e na Biologia, em particular.</li> <li>• Desenvolver a habilidade de conduzir uma pesquisa investigativa e comunicar os seus resultados.</li> <li>• Perceber a importância da atividade física para a manutenção da saúde.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Apresentação dos dados e levantamento de hipóteses explicativas iniciais.</p> <p><b>2º passo:</b> Socialização das discussões feitas pelos grupos e sistematização das hipóteses. Apresentação do novo conjunto de informações: montagem das equipes de investigação.</p> <p><b>3º passo:</b> Elaboração parcial: produção de podcast/seminário.</p> <p><b>4º passo:</b> Discussão da importância de William Harvey para a história da Medicina e da Biologia.</p> <p><b>5º passo:</b> Replicação de experimentos históricos: William Harvey e a circulação do sangue.</p> <p><b>6º passo:</b> Atividades práticas em interdisciplinaridade com o componente curricular de Educação Física.</p> <p><b>7º passo:</b> Fechamento do ciclo investigativo com a realização de um vídeo ou a produção de algum material digital ou impresso</p> <p><b>Como avaliar:</b> Avaliação da participação dos estudantes na discussão e em grupo (avaliação por pares) das produções dos colegas.</p>
Materiais de apoio	Lenços ou pedaços de tecido para servir como garrote.
Sugestões de tempo	Dois semanas.
Autoavaliação do professor (Projeto de vida)	Elaboração de biografema do professor, avaliando, além de suas práticas na profissão, suas dúvidas, motivações, inseguranças e desejos, profissionais e pessoais.

## Capítulo 5 - A História e a Filosofia das Ciências como ferramentas no ensino de Biologia

**Justificativa:** Proposta 1 - A teoria da evolução biológica é um tema estruturante da Biologia moderna e tema fundamental para a sua compreensão. Além disso, a alfabetização científica é vista como elemento essencial que pressupõe a discussão não apenas dos conceitos científicos, mas também de como os conhecimentos científicos são produzidos. A seqüência didática proposta busca contemplar esses dois âmbitos: o da teoria da evolução e da reflexão acerca de aspectos de Natureza das Ciências. Proposta 2 - As tecnologias advindas dos conhecimentos produzidos acerca do DNA estão presentes no mundo contemporâneo de forma inegável. Dessa forma, propiciar aos estudantes os elementos necessários para a compreensão das biotecnologias é fundamental. Assim, essa proposta não apenas traz os principais conceitos da Biologia Molecular, mas também propicia momentos de reflexão sobre aspectos de Natureza das Ciências a partir de uma contextualização histórica. É uma oportunidade ímpar de promover a alfabetização científica.

Proposta 1 – A ancestralidade comum e a Teoria da Evolução.	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a noção de ancestralidade comum, conceito basilar da teoria darwinista da evolução.</li> <li>• Refletir acerca de aspectos de Natureza das Ciências, tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos, as Ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica, o caráter coletivo das Ciências; a diferença entre leis e teorias nas Ciências, em geral e na Biologia, em particular.</li> <li>• Desenvolver a habilidade de formular hipóteses, testá-las e comunicar os resultados por meio da escrita científica.</li> <li>• Apropriar-se de eventos significativos do contexto histórico em que Charles Darwin formulou sua teoria evolutiva.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Leitura compartilhada de dois textos sobre a teoria darwinista da evolução e discussão socializada entre toda a turma.</p> <p><b>2º passo:</b> Produção de texto em grupo sobre as diferenças entre os dois textos discutidos.</p> <p><b>3º passo:</b> Leitura compartilhada e discussão do trecho do capítulo XII de A origem das espécies e construção, em grupo, de um mapa conceitual.</p> <p><b>4º passo:</b> Leitura das cartas trocadas entre Darwin e naturalistas de seu tempo e produção de texto de divulgação científica.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Criação e aplicação de grades de correção para definir condições e critérios, além de autoavaliação.</p>
Materiais de apoio	Disponibilização dos textos que devem ser lidos pelos estudantes.
Sugestões de tempo	Dois semanas.
Proposta 2 – Como o DNA se tornou a molécula da hereditariedade.	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refletir acerca de aspectos de Natureza das Ciências (NdC), tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as Ciências como uma construção cultural por meio da contextualização.</li> <li>• histórica; o caráter coletivo das ciências; o papel das crenças e dos valores pessoais e coletivos na produção dos conhecimentos científicos.</li> <li>• Conhecer a estrutura dos ácidos nucleicos e seus mecanismos de duplicação, transcrição e tradução.</li> <li>• Compreender as relações entre a molécula de DNA e a hereditariedade.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Atividade prática experimental de extração de DNA.</p> <p><b>2º passo:</b> Discussão dos resultados e registro escrito.</p> <p><b>3º passo:</b> Apresentação da linha do tempo de como o DNA se tornou a molécula da hereditariedade.</p> <p><b>4º passo:</b> Discussão a partir do artigo de Watson e Crick sobre o modelo da molécula de DNA: mecanismos de replicação.</p> <p><b>5º passo:</b> Fechamento: escrevendo sobre HFC – a produção de uma linha do tempo interativa.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Criação e aplicação de grades de correção para definir condições e critérios, além de autoavaliação.</p>
Materiais de apoio	Materiais de laboratório: frutas, etanol, sal, detergente, água e vidrarias.
Sugestões de tempo	Um mês.
Autoavaliação do professor (Projeto de vida)	Avaliação sobre as práticas profissionais em sala de aula, em sua carreira e também sobre suas emoções e sentimentos diante dos desafios da educação.

## Capítulo 6 - As questões sociocientíficas e a argumentação no ensino de Biologia

**Justificativa:** A proposta de atividade aqui apresentada tem por finalidade permitir a reflexão acerca das biotecnologias e suas consequências para o mundo e sobretudo, para a própria formação das subjetividades humanas. Essa reflexão, nesta proposta, é mediada pela arte, sobretudo pelo cinema, e pode ser desenvolvida em interdisciplinaridade, com grande proveito, com os componentes curriculares de Arte, Filosofia, Sociologia, História e Língua Portuguesa. Além disso, ela também sugere a discussão e o estudo de conceitos biológicos.

Proposta 1 – Biotecnologia, cinema e Bioética: uma conexão necessária	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender os conceitos específicos de Biologia Molecular: estrutura e função do DNA e do RNA, duplicação do DNA, transcrição e tradução gênicas.</li> <li>Compreender as principais técnicas utilizadas em biotecnologias: clonagem, transgênicos, teste de paternidade, Biologia Forense etc.</li> <li>Refletir acerca de aspectos de Natureza das Ciências e sobre questões sociocientíficas.</li> <li>Desenvolver a capacidade de argumentação e de tomada de decisão.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Divisão da turma em duplas ou trios, escolha do filme: primeiras discussões.</p> <p><b>2º passo:</b> Produção de ensaio ou texto argumentativo.</p> <p><b>3º passo:</b> Socialização das reflexões produzidas.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Análise das respostas e textos produzidos com base no modelo de argumentação de Toulmin, em um trabalho interdisciplinar com o professor de Língua Portuguesa; troca dos textos entre colegas para avaliação por pares.</p>
Materiais de apoio	Disponibilização de textos de apoio, computadores e acesso à internet.
Sugestões de tempo	Três semanas.

## Capítulo 7 - As questões étnico-raciais e o ensino de Biologia

**Justificativa:** Proposta 1 - A SD propõe uma discussão acerca de aspectos de Natureza das Ciências com vistas não apenas à alfabetização científica, mas também para refletir como as Ciências podem auxiliar no combate ao racismo. Por meio de um estudo de caso de racismo científico, as noções de raças humanas são discutidas a fim de trazer elementos para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes e a tomada de decisão de maneira consciente. Proposta 2 - Por meio da discussão dos saberes e conhecimentos de povos tradicionais, a SD busca amplificar o repertório dos estudantes promovendo a empatia e o respeito à diversidade cultural humana. Esses elementos são aspectos centrais para a construção de uma sociedade democrática, em que os direitos humanos são respeitados a partir do estabelecimento de diálogos.

Proposta 1 – A paleontologia, a evolução e a Vênus Negra	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refletir como fatores não epistêmicos (consulte capítulo 5 deste volume) afetam a condução dos estudos dos cientistas. Esse é um importante aspecto de Natureza das Ciências para sua reflexão como professor e biólogo e dos seus estudantes.</li> <li>Desenvolver a habilidade de formular hipóteses, testá-las e comunicar os resultados por meio da escrita científica.</li> </ul>
Procedimentos	<p><b>1º passo:</b> Aula prática de laboratório: Os tentilhões de Darwin.</p> <p><b>2º passo:</b> Atividade prática com árvores filogenéticas.</p> <p><b>3º passo:</b> Aula prática de laboratório: "Paleontólogo por um dia".</p> <p><b>4º passo:</b> O caso Saartjie "Sarah" Baartman.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Avaliações das produções semanais para identificar pontos de dificuldade e propor e fazer ajustes; autoavaliação e avaliação em grupo.</p>
Materiais de apoio	Para o laboratório dos tentilhões: pinças, prendedores de roupas, bandejas e sementes diversas. Para o laboratório de fósseis: argila, gesso, folhas e papel. Para o 4º passo: acesso à internet e computadores ou aparelhos celulares.
Sugestões de tempo	Um mês.
Proposta 2 – Vozes indígenas sobre gravidez e parto	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender as práticas relacionadas à gestação e ao parto características dos grupos estudados (brancos e indígenas).</li> <li>Desenvolver o espírito crítico.</li> <li>Respeitar e valorizar os saberes e conhecimentos de outros povos.</li> </ul>
Procedimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitura de textos.</li> <li>Roda de conversa e discussão em grupo.</li> </ul> <p><b>Como avaliar:</b> Avaliações das produções semanais para identificar pontos de dificuldade e propor e fazer ajustes; autoavaliação e avaliação em grupo.</p>
Materiais de apoio	Disponibilização do texto para os estudantes.
Sugestões de tempo	Duas aulas.



## Capítulo 8 - As Tecnologias da Informação e Comunicação e o ensino de Biologia

**Justificativa:** Nesta seção Na Prática, propomos atividades que buscam construir um registro do curso de Biologia ao longo de todo ano. Esse registro deve se dar por meio de alguma tecnologia da informação e comunicação, à escolha do professor e dos estudantes. Trata-se de uma oportunidade de apreender os conteúdos de Biologia discutidos ao longo do ano todo e de desenvolver uma escrita autoral em um suporte digital que permita a criação de hiperlinks, hipertextos, inserção de efeitos especiais de som e de imagem, dependendo da TIC a ser usada.

Professor, experimente, aventure-se a produzir um material que pode se tornar um recurso educacional aberto posteriormente.

Proposta 1 – Escrevendo o curso de Biologia	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver a capacidade de escrita e comunicação em diferentes formatos e linguagens.</li><li>• Refletir criticamente sobre os conteúdos de Biologia e apropriar-se dos conceitos.</li><li>• Desenvolver a habilidade de produção de materiais em diferentes linguagens digitais.</li></ul>
Procedimentos	<p><b>1º Passo:</b> Organização das frentes de trabalho.</p> <p><b>2º Passo:</b> Apresentação da produção final.</p> <p><b>Como avaliar:</b> Propor aos estudantes a avaliação das habilidades socioemocionais colocadas em prática nas atividades e compartilhar as reflexões que resultarem da autoavaliação do professor.</p>
Materiais de apoio	Computadores e acesso à internet.
Sugestões de tempo	O tempo depende da escolha do professor. O projeto pode durar um bimestre, um trimestre, um semestre ou o ano todo.
Autoavaliação do professor (Projeto de vida)	Autoavaliação para refletir sobre as próprias habilidades socioemocionais, como o autoconhecimento, a autorregulação, os relacionamentos pessoais, a consciência social e a tomada de decisões responsáveis. Além disso, refletir em que medida as práticas oportunizam o desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### ■ INTRODUÇÃO

ANDRADE, Bruno Silva; VASCONCELOS, Carlos A. O enfoque CTSA no Ensino Médio: um relato de experiência no ensino de Biologia. *Scientia Plena*, v. 10, n. 4b, 2014. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1936>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Os autores apresentam um relato de experiência no ensino de Biologia segundo o enfoque CTSA, com base na discussão dos resultados obtidos com uma prática pedagógica por meio do fenômeno da fermentação.

AULER, Décio. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em Ciências. *Revista Contexto & Educação*, ano 22, n. 77, jan./jun. 2007, p.

167-188. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1089>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta as relações intrínsecas entre a pedagogia freireana e a abordagem CTSA por meio de um levantamento histórico e filosófico dos pressupostos de Paulo Freire e do enfoque CTSA.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*, v. 21, n. 45, mai./ago. 2015, p. 275-296, Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/4525>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Por meio de um percurso histórico e filosófico, os autores apresentam as principais características do pensamento de Paulo Freire e do enfoque CTSA no contexto latino-americano.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, e 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

A BNCC apresenta a nova proposta de condução da educação básica brasileira, destacando as metodologias ativas e a interdisciplinaridade como fundamentais para a formação integral de um cidadão crítico e atuante no mundo.

BRITO, Luisa Dias; SOUZA, Marcos Lopes de; FREITAS, Denise de. Formação inicial de professores de Ciências e Biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTSA. *Revista Interações*, n. 9, 2008, p. 129-148.

Os autores discutem a pertinência da abordagem CTSA no ensino de Ciências, focando na necessidade de os professores conheçam esse enfoque e na percepção de que o enfoque CTSA exige formas de ver e ensinar Ciências a partir da complexidade.

CACHAPUZ, A F. Epistemologia e ensino das Ciências no pós-mudança conceitual: análise de um percurso de pesquisa. **II ENPEC**, 1999, Atas. Valinhos, 1999.

Francamente partidário de uma perspectiva crítica, o autor mostra as fragilidades da visão positivista em confronto com uma realidade que é complexa. Dessa forma, assevera que a visão crítica é a que mais condiz com a realidade do mundo e suas redes de relações.

DANZA, Hanna Cebel. **Conservação e mudança dos projetos de vida de jovens**: um estudo longitudinal sobre Educação em Valores. 2019. 248 f. Tese (Doutorado em Psicologia e Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Essa tese faz um apanhado conceitual e teórico valioso para o entendimento do que seja um projeto de vida e da importância dele na vida de todos (e dos jovens em particular), destacando a questão da educação como formadora de valores.

FIGUEIREDO, José Arimatéa; COUTINHO, Francisco Ângelo; AMARAL, Fernando Costa. O ensino de Botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, 2012, p. 488-498.

Focando especificamente nos conteúdos de Botânica, os autores apresentam as dificuldades do ensino dessa área da Biologia. Por meio da proposta de uma sequência didática de abordagem CTSA, os autores mostram o quanto o ensino de Botânica pode ser significativo.

FRANKL, Viktor. **Em busca de sentido**: um psicólogo no campo de concentração. Porto Alegre: Sulina, 1987.

Um dos principais referenciais teóricos quando o assunto é "projeto de vida", Frankl apresenta, nesse livro, sua própria trajetória e como construiu seu projeto de vida após sobreviver a um campo de concentração.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

Perrenoud apresenta suas reflexões acerca dos processos avaliativos, apontando para a avaliação como um processo que pode auxiliar na aprendizagem.

URSI, Suzana; BARBOSA, Pércia Paiva; SANO, Paulo Takeo; BERCHEZ, Flávio A. de Souza. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00007.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Preocupados com a cegueira e o analfabetismo botânicos, os autores apresentam uma discussão bem fundamentada a respeito do ensino de Botânica, apontando para soluções e práticas pedagógicas mais consistentes com a educação científica.

## ■ CAPÍTULO 1

BACHELARD, Gaston. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

O pensador Bachelard apresenta uma discussão sobre filosofia das Ciências apontando para os limites do racionalismo, do empirismo e do realismo e propondo uma nova visão: o racionalismo aplicado.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, v. 2, n. 2, fevereiro de 1998, p. 139-154. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v2n2/08>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta uma discussão sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas e as formas de problematização no ensino, de forma geral, mostrando as diferentes possibilidades de trabalhar em uma perspectiva problematizadora.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5456840/mod\\_resource/content/1/Problemas\\_problematizacao.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5456840/mod_resource/content/1/Problemas_problematizacao.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Delizoicov é um dos principais nomes dos Três Momentos Pedagógicos e sua aplicação no ensino de Ciências. Nesse artigo, apresenta uma discussão sobre o que é uma problematização.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

Livro fundamental que apresenta diferentes propostas de como promover um ensino de Ciências mais significativo. Seu foco é a perspectiva CTSA.

DEWEY, John. **Democracia e educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

A influência do pensamento de John Dewey na educação brasileira é inegável. Nesse livro, Dewey apresenta suas ideias sobre a escola e seu papel como instância social, defendendo que a escola deve estar comprometida com a construção da democracia.

DEWEY, John. **Experiência e educação**. São Paulo: Vozes, 2010.

Um dos pontos centrais do pensamento de Dewey é a noção de experiência como uma vivência mais abrangente. Neste livro, o educador apresenta as relações entre suas ideias sobre experiência e os processos educativos.

DIAS, Renata Flávia Nobre Canela e FONSECA, Valter Machado da. Avaliação da aprendizagem na metodologia PBL – aprendizagem baseada em problemas. **VIII Encontro de Pesquisa em Educação/III Congresso Internacional**: Trabalho docente e processos educativos. Universidade de Uberaba, setembro de 2015. Disponível em: <<https://www.uniube.br/eventos/epeduc/2015/completos/04.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Os autores discutem a Aprendizagem Baseada em Problemas, fazendo uma avaliação dessa metodologia a partir de pesquisa sobre o tema.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

O reconhecido educador Freire reitera neste livro sua convicção de que a educação pode ser libertadora quando busca a emancipação do ser humano.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

“A pedagogia do oprimido” (1968) é uma obra que, de certa forma, inaugura o pensamento educacional de Paulo Freire. Nele, o autor apresenta a noção de educação bancária, contrapondo-se a ela a partir da proposta de que a educação é um ato de dialogia capaz de emancipar o ser humano, fazendo-o, assim, um ser feliz.

GATTI, Bernadete Angelina. O professor e a avaliação em sala de aula. *Estudos em Avaliação Educacional*, n. 27, jan.-jun. 2003, p. 97-114. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/ea/article/view/2179/2136>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta a avaliação como um processo que deve ser feito ao longo dos processos de ensino-aprendizagem para que se torne um instrumento formativo.

SILVA, Tatiana Tavares da. **Darwin na sala de aula**: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25072014-173516/pt-br.php>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Silva apresenta os resultados de sua pesquisa com a aplicação de uma sequência didática baseada na replicação de experimentos históricos de Charles Darwin. Tendo em vista que o trabalho está pautado em HFC, a autora disponibiliza na dissertação uma série de materiais que podem ser utilizados com muito proveito em práticas docentes que adotem a mesma perspectiva para o ensino de Ciências.

## ■ CAPÍTULO 2

BIZZO, Nelio; PELLEGRINI, Giuseppe (org.). **Os jovens e a ciência**. Curitiba: Editora CRV, 2015.

Este livro apresenta os resultados de pesquisas de larga escala, mostrando os problemas e as dificuldades no ensino e no aprendizado de Ciências.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

O livro discute os processos avaliativos focando em uma abordagem formativa, isto é, a avaliação pode ser um momento de formação e não apenas um momento somativo.

LAPA, Jancarlos Menezes; BEJARANO, Nelson Rui; PENIDO, Maria Cristina Martins. Interdisciplinaridade e o ensino de ciências: uma análise da produção recente. In: VIII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)/I CIEC (Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias), 2011. Campinas. **Atas...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2011.

Pesquisa do tipo “estado da arte” mostra os resultados do levantamento sobre interdisciplinaridade e ensino de Ciências. Os resultados apontam para as potencialidades dessa perspectiva ainda pouco utilizada entre nós.

MORIN, Edgar. **O método 1**: a natureza da natureza. Porto Alegre: Sulina, 2013.

Morin apresenta suas ideias acerca do pensamento complexo e de como ele pode ser revolucionário no campo da educação.

PIETROCOLA, Maurício; ALVES-FILHO, José de Pinho; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

A interdisciplinaridade tem sido apontada como um caminho promissor para processos de ensino-aprendizagem que sejam mais significativos. No entanto, essa perspectiva precisa fazer parte da formação dos professores. É essa discussão que o artigo apresenta.

TOLENTINO NETO, Luiz Caldeira Brant de. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências**: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil, 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://roseproject.no/network/countries/brazil/bra-caldeira-tolentino-neto.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Esta tese insere-se no contexto de pesquisas de larga escala em um esforço internacional para compreender os desejos e as opiniões dos jovens em relações às Ciências. Entre outros elementos, ela mostra que os jovens têm, em certa medida, interesse pelas Ciências, mas não pensam em abraçar nenhuma carreira científica.

## ■ CAPÍTULO 3

ASSIS, Machado. **Lição de Botânica**, 1906. Disponível em: <[http://machado.mec.gov.br/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&layout=category&task=category&id=20&order=year&searchword=li%C3%A7%C3%A3o+de+bot%C3%A2nica&Itemid=668](http://machado.mec.gov.br/index.php?option=com_k2&view=itemlist&layout=category&task=category&id=20&order=year&searchword=li%C3%A7%C3%A3o+de+bot%C3%A2nica&Itemid=668)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Machado de Assis brindou-nos em *Lição de Botânica* com um texto irônico e mordaz. A peça conta a história de um barão que pretende impedir o casamento de seu sobrinho, pois, sendo ele um cientista, apaixonado por Botânica, acredita ser o casamento incompatível com a ciência, a qual deseja que seu sobrinho abraçe. Por meio de lições de Botânica, cujo interesse a jovem pretendente finge ter, conquista o coração do barão, fazendo-o reconsiderar suas ideias.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **Metodologia de projetos**: aprender e ensinar para a produção do conhecimento numa visão complexa. 2014, p. 95-106. Coleção Agrinho. Disponível em: <[https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2\\_04\\_Metodologia-de-projetos.pdf](https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_04_Metodologia-de-projetos.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Esse artigo apresenta, de forma didática, os principais pressupostos do ensino por projetos, a metodologia de construção e implementação desse tipo de abordagem, bem como as formas avaliativas mais condizentes com uma prática pedagógica baseada em projetos.

CARVALHO, José Sérgio Fonseca de. **Construtivismo, uma pedagogia esquecida da escola**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

Carvalho propõe esclarecer o que vem a ser o construtivismo. Por meio de uma abordagem história e uma análise filosófica, mostra que sob a alcunha de “construtivismo” há muitas ideias e práticas distintas.

COLL, C. *et al.* **O construtivismo na sala de aula**. 6. ed. São Paulo: Ática, 2009.

César Coll é um dos principais teóricos do construtivismo. Neste livro, ele apresenta os pressupostos teóricos e metodológicos do construtivismo.

DERISSO, José Luís. Construtivismo, pós-modernidade e decadência ideológica. In: MARTINS, Lígia M., DUARTE, Newton (org.). **Formação de professores**: limites contemporâneos e alternativas necessárias. São Paulo: Editora UNESP/Cultura Acadêmica, 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/yysnm8>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O livro (*on-line* e gratuito) apresenta diversos artigos que tomam por referencial teórico a “pedagogia histórico-crítica”. O artigo aqui destacado oferece uma análise bastante crítica e negativa das pedagogias ditas ativas, por entender que todas elas partem de pressupostos carregados de neoliberalismo aplicados à educação.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

Paulo Freire nos oferece nesse livro reflexões que complementam suas ideias sobre o papel da educação e as características que acredita que ela tem. A saber: toda educação deve ser emancipatória, capaz de fornecer aos indivíduos condições de ler o mundo.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Transgressão e mudança na educação**: os projetos de trabalho. Porto Alegre, Artmed, 1998.

Defensor da pedagogia de projetos, o educador espanhol apresenta as razões pelas quais acredita que essa pedagogia seja uma abordagem pertinente para a educação do século XXI. Com didática e clareza, apresenta as principais etapas para o desenvolvimento consistente de projetos em âmbito escolar.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. O conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre, Artmed, 2017.

Essa obra apresenta a experiência de Hernández como coordenador da implementação da pedagogia de projetos em duas escolas. Assim, no formato “relato de experiência”, o livro traz uma série de reflexões sobre por que e como implementar essa pedagogia.

LOPES, Claudivan Sanches; PONTUSCHKA, Nídia Nacib. Estudo do meio: teoria e prática. **Geografia (Londrina)**, v. 18, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2360>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta os principais pressupostos teóricos e metodológicos que norteiam a elaboração e a execução de estudos do meio. A discussão sobre esse tipo de prática pedagógica é bastante pertinente.

MARX, Karl. **O capital**. v. 1. São Paulo: Boitempo, 2017.

*O capital* é um clássico da Filosofia Política. Nele, é apresentada uma análise minuciosa sobre os elementos constitutivos do capitalismo do século XIX, lançando luzes para análises posteriores.

MEIRELES, Cecília. **Romanceiro da inconfidência**. São Paulo: Global editora, 2015.

Dona de uma poesia impar no cenário literário brasileiro, Cecília Meireles nos brinda com uma poesia de temática social inspirada por uma visita a Ouro Preto.

MOURA, Dácio Guimarães de; BARBOSA, Eduardo Ferreira. **Trabalhando com projetos**: planejamento e gestão de projetos educacionais. Petrópolis: Vozes, 2006.

Com uma linguagem clara e direta, esse livro apresenta aos educadores as ferramentas básicas para o planejamento, a coordenação, a execução e a avaliação de projetos em ambiente escolar.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Ângela; ARAÚJO, Ives Solano. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de Física: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), p. 551–577. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546/2982>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo tem por foco o ensino por projetos voltado para o ensino de Física; no entanto, traz informações históricas importantes que contextualizam a aprendizagem baseada em projetos.

RADIGONDA, José Roberto; MOURA, Jeani Delgado Paschoal. O estudo do meio na aprendizagem de geografia. **Cadernos PDE: Os desafios da escola pública paranaense**. v. 1, 2014. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uel\\_geo\\_artigo\\_jose\\_roberto\\_radigonda.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_geo_artigo_jose_roberto_radigonda.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Por meio da apresentação dos pressupostos teóricos e metodológicos dos estudos do meio, o artigo traz de forma clara e didática recomendações de como conduzir esse tipo de atividade de maneira consequente, a fim de que os objetivos propostos sejam alcançados.

SANTOS, Lucelena Fernanda Ferreira dos; PEDROSA, Leticia Leonard; AIRES, Joanez Aparecida. Contribuições da educação não formal para educação formal: um estudo de visitas de alunos da educação básica ao Departamento de Química da UFPR. *ACTIO*, v. 2, n. 1, p. 456–473, jan./jul. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6804>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Esse artigo apresenta os pressupostos teóricos que norteiam a educação não formal com orientações fundamentais para que essa estratégia seja utilizada de forma consistente.

URSI, Suzana; BARBOSA, Pércia Paiva; SANO, Paulo Takeo; BERCHEZ, Flávio A. de Souza. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados*, 32 (94), 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00007.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Preocupados com a cegueira e o analfabetismo botânicos, os autores desse artigo apresentam uma discussão bem fundamentada a respeito do ensino do Botânica na escola, apontando para soluções e práticas pedagógicas mais consistentes com a educação científica. Trata-se de um texto fundamental para a formação de professores de Biologia.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Rev. Ensaio*, v. 13, n. 3, p. 67–80, set.-dez., 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Pesquisadores comprometidos com o ensino por investigação, os autores apresentam nesse artigo diversas abordagens metodológicas que podem ser vistas como alternativas viáveis para um ensino de ciências mais significativo. Por meio de um olhar histórico, são apresentados importantes referenciais teóricos dessa linha de pesquisa no campo do ensino de Ciências. Um texto fundamental para todos os professores de Biologia e de Ciências.

## ■ CAPÍTULO 4

AQUINO, Julio Groppa. A escrita como modo de vida: conexões e desdobramentos educacionais. *Educação e Pesquisa*, v. 37, n. 3, p. 641 - 656, set./dez. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ep/v37n3/a13v37n3.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Nesse artigo, o autor apresenta o ato de escrever como uma experiência da ordem do performativo, isto é, a escrita como possibilidade de conhecer-se e transformar-se, e suas implicações para o campo educacional.

CACHAPUZ, Antônio *et. al.* (org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

O livro traz uma série de artigos que versam a respeito de diferentes aspectos do ensino de ciências e da formação de professores. Temas como o valor social da educação científica, as epistemologias associada ao ensino de ciências, o ensino por investigação, entre outros, são tratados por especialistas da área, contribuindo para a reflexão e a revolução, de fato, necessária no ensino de ciências.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES-FILHO, José de Pinho. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. *ALEXANDRIA – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 101-129, maio 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo busca traçar um paralelo entre a utilização do ensino por investigação e a motivação para aprender ciências, utilizando-se para isso da teoria da autodeterminação.

COSTA, Luciano Bedin da. **Estratégias biográficas**: o biografema com Barthes, Deleuze, Nietzsche e Henry Miller. Porto Alegre: Sulina, 2011.

Esse livro apresenta uma vigorosa pesquisa teórica a respeito do biografismo. A partir da construção da biografia de quatro importantes figuras da cultura ocidental branca, o livro destaca o caráter “pessoal” de toda biografia mostrando que, na verdade, as biografias são biografemas.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.

O artigo apresenta de forma clara um panorama da situação educação científica brasileira e defende que as aulas de laboratório poderiam contribuir para a melhoria desse quadro.

ZOURABICHVILI, François. **O vocabulário Deleuze**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. Disponível em: <<https://escolanomade.org/wp-content/downloads/deleuze-vocabulario-francois-zourabichvili.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O pensador francês Gilles Deleuze (1925-1995) foi um dos mais importantes e influentes filósofos do século XX. Com o psicanalista e amigo Felix Guattari (1930-1992), produziu um pensamento filosófico vigoroso e original repleto de conceitos criados por ele (e por Guattari) para pensar o mundo. Esses conceitos foram agrupados e apresentados no livro *O vocabulário Deleuze*.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 2011.

O livro pretende ser uma espécie de introdução teórico-prática de como educar e educar-se pela pesquisa. Em uma linguagem

clara e didática, com muitos esquemas sinópticos, essa obra é uma excelente oportunidade para pensar sobre as potencialidade da educação que se faz por meio da pesquisa.

\_\_\_\_\_. **Experiência e natureza**: lógica – A teoria da investigação – A arte como experiência – Vida e educação – Teoria da vida moral. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

Por meio desta coletânea, é possível entrar em contato com o pensamento de Dewey não apenas no que diz respeito à educação, mas também de suas relações com a construção da democracia, suas ideias sobre arte, entre outras.

FOUCAULT, Michel. Conversa com Michel Foucault. In: **Repensar a política**: ditos & escritos VI. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010. p. 289-347.

Em um formato didático, os capítulos podem ser lidos de forma independente de acordo com o interesse e as necessidades do leitor. Trata-se de uma obra singular para aqueles que desejam conhecer o pensamento foucaultiano, que tem grande penetração no pensamento educacional e pedagógico brasileiro.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

Paulo Freire nos oferece nesse livro reflexões que complementam suas ideias sobre o papel da educação e as características que acredita que ela tem. Emancipação e autonomia são as suas palavras-chave.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/08.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Nesse artigo, os autores propõem que a “educação pela pesquisa” seja o fio condutor da formação de professores partindo da convicção de que a educação pela pesquisa é uma forma não apenas de conduzir o ensino, mas também uma possibilidade para educar a si mesmo.

GOMES, Emerson Ferreira; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho. Georges Snyders, Rock n’ Roll e o discurso sobre a ciência: perspectivas culturais no ensino de ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa**, 5-9 dez. 2011, Campinas.

Tomando de Snyders o conceito de cultura primeira e de cultura geral, os autores mostram a potência da abordagem cultural baseada no ensino de ciências, sobretudo no que diz respeito à motivação e ao engajamento dos estudantes nas atividades assim desenvolvidas.

GÓMEZ, Alma; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. La actividade científica escolar: una actividade situada. *Revista Configuraciones Formativas II: Formación e Praxis*. México: Universidad de Guanajuato, 2007, p. 219 - 236.

Partindo do eixo “aprender a fazer ciências”, os autores defendem que a abordagem didática investigativa e a promoção de aulas práticas de laboratório são potentes na educação científica, mas que, na verdade, não se trata de fazer ciências, mas de “fazer ciências na escola, uma vez que a prática acadêmica de pesquisa guarda muitas diferenças com as práticas escolares.

HARVEY, William. **Estudo anômico do movimento do coração e do sangue nos animais**. São Paulo: Editora Unifesp, 2009.

Esse livro escrito por Harvey, em 1628, traz o relato de suas descobertas e a proposição de uma nova explicação para a grande circulação no ser humano e nos animais não humanos. Trata-se de uma obra ímpar que revolucionou as ciências médicas e biológicas no século XVII, cujos desdobramentos encontram-se presentes até os dias de hoje.

HOOKS, Bell. **Ensinando a transgredir**: a educação como prática da liberdade. São Paulo: Martins Fontes, 2017.

A pensadora estadunidense e ativista feminista negra bell hooks apresenta nesse livro o cerne de sua pedagogia. Professora assumidamente freiriana, hooks pensa a educação como prática da liberdade, condição de possibilidade para a emancipação.

KRASILCHIK, Myrian. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta um apanhado histórico e analítico das transformações pelas quais o ensino de ciências passou. Estudando as reformas educacionais de 1950 a 2000, a autora mostra que não apenas os objetivos da educação científica se modificaram ao longo do tempo, mas também as metodologias e o papel do professor.

MORA, José Ferrater. **Dicionário de Filosofia**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1978.

O Dicionário de Filosofia de Mora é um excelente exemplar para sanar dúvidas a respeito de termos e conceitos filosóficos.

Ó, Jorge Ramos do; AQUINO, Julio Groppa Aquino. Em direção a uma nova ética do existir: Foucault e a experiência da escrita. *Educação e Filosofia Uberlândia*, v. 28, n. 55, p. 199-231, jan./jun. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/EducaoFilosofia/article/view/15010/15253>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Os autores trazem nesse artigo uma leitura analítica que aponta para os papéis éticos que a experiência da escrita pode ter na vida. De extração foucaultiana, eles mostram que o ato de escrever é performativo, isto é, constrói subjetividades que podem direcionar ao novo.

PINHO-ALVES, José. Regras de transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 174-182, ago. 2000. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo concentra esforços em trazer elementos para os professores que desejam incorporar as aulas práticas de laboratório às suas práticas docentes.

PRESTES, Maria Elice B. A arte de observar e fazer experiências. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (org.). **O saber fazer e seus muitos saberes**: experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Editora Livraria da Física/EDUC/Fapesp, 2006, p. 227-254.

Por meio de uma abordagem histórica, a bióloga e historiadora da Biologia Maria Elice Prestes “viaja” pelos séculos XVIII e XIX, mostrando o quanto as noções de observações e experiências foram mudando ao longo do tempo.

REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira. Experimento, observação e imaginação em Charles Darwin. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo(org.). **O saber fazer e seus muitos saberes**: experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Editora Livraria da Física/EDUC/Fapesp, 2006, p. 351-378.

Especialista nas ideias de Charles Darwin, a autora apresenta, nesse capítulo, as noções de experimento e observação na obra *A origem das espécies* e destaca o papel fundamental da imaginação nos escritos do naturalista inglês.

RIBEIRO, Gabriel; SILVA, José Luís Coelho. Replicação de uma experiência histórica em Anatomia Humana: o papel da experiência de William Harvey a favor do movimento circular do sangue. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 20, 2019, p. 725-737.

Esse artigo apresenta a proposta de uma sequência didática baseada em fontes primárias na replicação de experimentos históricos.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 49-67, novembro, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Nesse artigo, a autora estabelece conexões fundamentais entre a Alfabetização Científica (AC) e o Ensino por Investigação (EI), defendendo que o EI pode favorecer enormemente os processos que levam a uma compreensão mais informada das ciências e da maneira como os conhecimentos científicos são produzidos.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Por meio de uma extensa revisão bibliográfica, as autoras defendem o uso do termo “alfabetização” e não “letramento” quando se trata de trazer elementos para que os estudantes e professores tenham uma visão mais informada das Ciências da Natureza.

\_\_\_\_\_. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, pp. 333-352, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

As autoras apresentam resultados significativos na Alfabetização Científica (AC) no Ensino Fundamental. A pesquisa acabou por identificar e derivar indicadores de AC que podem ser usados como ferramentas de análise importantes e potentes em pesquisas futuras.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00025.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

As autoras apresentam os pressupostos teóricos e metodológicos do ensino por investigação (EI) de forma muito clara e didática. Defendem que o EI é uma abordagem potente quando o assunto é ensino de ciências e alfabetização científica.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em

Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, jan./jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

A literatura especializada aponta para as ligações intrínsecas entre o exercício da argumentação e a abordagem didática de ensino de ciências por investigação. Isso porque, no ciclo investigativo, a necessidade de produzir discursos argumentativos mostra-se inerente ao ensino fundamentado na investigação.

SILVA, Arleide Rosa da; SILVA, Idione da. O papel da alfabetização científica na formação docente para o ensino de Ciências nas séries iniciais. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 28-28 jul. 2016, Blumenau, SC. **Anais eletrônicos...** Blumenau, SC: Universidade Regional de Blumenau- FURB, 2016. p. 1-10. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1820-2.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

As autoras, por meio de pesquisa desenvolvida junto a professores, defendem a importância da inclusão de discussões sobre alfabetização científica nos cursos de formação de professores.

SNYDERS, Georges. **Estudantes felizes**: Reflexão sobre a alegria na escola a partir de textos literários. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

O educador francês Georges Snyders, assumidamente progressista, apresenta nessa obra a necessidade fundamental de a escola ser um lugar capaz de fazer nascer a alegria de aprender. Snyders apresenta, ainda, a possibilidade de esse processo se dar por meio do uso de textos literários. Uma obra capaz de renovar a pedagogia e o ensino de qualquer área.

SOUZA, Rosa Andréa Lopes de. **A viagem de Alfred Russel Wallace ao Brasil**: uma aplicação de história da ciência no ensino de biologia, 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Esta dissertação traz a pesquisa desenvolvida com História e Filosofia das Ciências a partir da viagem de Wallace ao Brasil. Com material didático inédito, a autora mostra as potencialidades do uso da abordagem de HFC nos processos de aprendizagem de conceitos da Biologia.

TOLENTINO NETO, Luiz Caldeira Brant de. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências**: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil, 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://roseproject.no/network/countries/brazil/bra-caldeira-tolentino-neto.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Esta tese insere-se no contexto de pesquisas de larga escala em um esforço internacional para compreender os desejos e as opiniões dos jovens em relações às ciências. Entre outros elementos, ela mostra que os jovens têm, em certa medida, interesse pelas ciências, mas não pensam em abraçar nenhuma carreira científica.

VIEIRA, Renata de Almeida; ALMEIDA, Maria Isabel. Contribuições de Georges Snyders para a pedagogia universitária. *Educação & Pesquisa*, v. 43, n. 2, p. 499-514, abr./jun., 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ep/v43n2/1517-9702-ep-51517-9702201605141169.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

As autoras apresentam os conceitos centrais da obra do pedagogo francês Georges Snyders, buscando mostrar de que maneira eles podem contribuir para a formação universitária brasileira.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes

abordagens. *Rev. Ensaio*, v. 13, n. 3, p. 67-80, set.-dez., 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Pesquisadores comprometidos com o ensino por investigação, os autores apresentam nesse artigo diversas abordagens metodológicas que podem ser vistas como alternativas viáveis para um ensino de ciências mais significativo.

## ■ CAPÍTULO 5

ACEVEDO, J. A. *et al.*. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132005000100001&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132005000100001&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Neste artigo, os autores defendem não apenas o uso da História e Filosofia das Ciências no ensino de Ciências, mas também que essa inserção deve ser feita de forma explícita. O artigo sugere não apenas a explicitação das ideias, mas também um processo contínuo de reflexão por parte dos estudantes e professores.

BERÇOT, F. F. **História da Biologia e natureza da Ciência na formação inicial de professores**: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley. 2018. 349 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11012019-142836/publico/Filipe\\_Faria\\_Bercot\\_Original.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11012019-142836/publico/Filipe_Faria_Bercot_Original.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

A tese de Berçot apresenta uma pesquisa original sobre o uso de HFC no ensino de Ciências. Partindo de um episódio histórico do século XVIII sobre a reprodução animal, por meio da elaboração de uma sequência didática constituída por uma narrativa histórica e pela utilização de objetos virtuais, o autor apresenta dados relevantes para a formação de professores.

CORTEZ, E. P. M. **Descobrimo a seleção natural**: uma proposta de ensino baseada na História da Ciência. 2018. 258 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25072018-140725/publico/Eduardo\\_Pessonnia\\_Molina\\_Cortez.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25072018-140725/publico/Eduardo_Pessonnia_Molina_Cortez.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Cortez apresenta a possibilidade de trabalhar em conjunto com HFC e gamificação. A partir da noção da seleção natural, o autor desenvolve sua pesquisa com sequências didáticas e jogos eletrônicos, tendo por base a História das Ciências aplicada ao ensino.

DICKENS, C. **Tempos difíceis**. São Paulo: Boitempo, 1854-2014.

O livro de Dickens retrata as dificuldades da classe trabalhadora da Inglaterra em plena Revolução Industrial.

DURBANO, J. P. M. **Investigação de concepções de alunos de Ciências Biológicas do IB/USP acerca da Natureza da Ciência**. 2012. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-01052013-152707/pt-br.php>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Durbano apresenta dados levantados junto a estudantes de Biologia. Em seu trabalho, buscou compreender o que os estudantes pensam sobre as ciências. De acordo com o autor, a adoção de uma abordagem baseada em HFC contribuiria muito para a melhoria desse quadro.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico:** introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento. Tradução de Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

Neste livro, o médico e pensador polonês Ludwik Fleck apresenta sua epistemologia e suas principais categorias de análise, como as noções de “estilo de pensamento” e “coletivo de pensamento”. Considera-se que Fleck tenha “inaugurado” com seu livro o campo da Sociologia das Ciências.

GURGEL, I.; WATANABE, G. **A elaboração de narrativas em aulas de Física.** A aprendizagem em Ciências como manifestação cultural. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

O livro foca na ideia de que as Ciências devem ser entendidas como “cultura”. Com base nessa perspectiva, os autores sugerem uma série de reflexões e de práticas, trazendo importantes subsídios para professores críticos e engajados no ensino de Ciências.

ISKANDAR, J. I.; LEAL, M. R. Sobre o positivismo e educação. *Revista Diálogo Educacional*, v. 3, n. 7, p. 89-94, set./dez. 2002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/321284794\\_SOBRE\\_POSITIVISMO\\_E\\_EDUCACAO](https://www.researchgate.net/publication/321284794_SOBRE_POSITIVISMO_E_EDUCACAO)>. Acesso em: 25 nov. 2020.

O artigo apresenta as bases conceituais do positivismo, ampliando a perspectiva dos leitores na medida em que faz um percurso histórico sobre essa corrente filosófica.

KLIEBARD, H. M. Burocracia e teoria do currículo. **Currículo sem Fronteiras**, v. 11, n. 2, p. 5-22, jul.-dez. 2011. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol11iss2articles/kliebard-burocracia.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Kliebard oferece uma perspectiva histórica acerca dos currículos tradicionais, apresentando suas principais ideias. A análise do autor é bastante crítica e mostra de que maneira visões hegemônicas advindas de outros contextos sociais podem acabar por determinar as escolhas curriculares.

LIMA, M. A. M.; MARINELLI, M. A epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. **Revista de Ciências Humanas**, v. 45, n. 2, p. 393-406, out. 2011.

O artigo apresenta os principais conceitos e pressupostos da epistemologia de Gaston Bachelard, buscando contrapor a epistemologia bachelardiana às epistemologias vigentes até o início do século XX. Bachelard é um autor fundamental para uma boa formação filosófica dos professores de Ciências. O artigo configura-se como uma boa iniciação ao pensamento desse autor.

MARTINS, Lilian A.-C. Pereira. **A teoria cromossômica da herança:** proposta, fundamentação, crítica e aceitação. 1997. Universidade Estadual de Campinas, 1997.

Tese de doutorado da bióloga e historiadora da Biologia, este trabalho traz uma análise minuciosa do quadro histórico que emoldurou a proposição da teoria cromossômica no início do século XX, mostrando os embates e as disputas teóricas que estavam em jogo então.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente:** ideologia, autonomia e formação de professores. São

Paulo: Editora Unesp, 2012. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bd67t>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O livro de Martínez-Pérez traz uma perspectiva crítica acerca dos currículos e da prática docente. Defendendo perspectivas que envolvem a abordagem CTSA, o autor apresenta uma excelente fundamentação teórica e diversos dados de pesquisas empíricas.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. de A. Introdução. A importância da História da Ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2009.

As autoras apresentam, de forma didática, a importância de trabalhar na perspectiva de HFC no ensino de Ciências, a fim de fomentar a construção do pensamento crítico e, portanto, promover o letramento científico.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A concepção de Ciência de Popper e o ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 2, p. 269-89, 2009.

O artigo apresenta de forma clara os principais conceitos e pressupostos da epistemologia de Karl Popper.

SCHMIDT, P.; SANTOS, J. L. dos. O pensamento epistemológico de Karl Popper. *ConTexto*, Porto Alegre, v. 7, n. 11, 1<sup>o</sup> sem. 2007.

O artigo apresenta de forma clara os principais conceitos e pressupostos da epistemologia de Karl Popper e as críticas que ele recebeu de outros epistemólogos.

SILVA, T. T. da. **Documentos de identidade.** Uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 2011b.

Esse livro apresenta as principais correntes teóricas nesse quesito. Assim, desde os currículos tradicionais até os pós-críticos são discutidos de forma didática e consistente. Trata-se de um material fundamental para refletir sobre as escolhas curriculares que fazemos.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Nesse livro, o autor tece discussões fundamentais sobre o ensinar. Partindo do conceito de unidades de análise, o autor propõe que o planejamento das SD é indispensável para a prática docente que almeja alcançar seus objetivos.

## ■ CAPÍTULO 6

ASEM, Érica Cavalcanti de Albuquerque Dell. **Argumentos, conhecimentos e valores em respostas a questões sociocientíficas** – um caso no ensino fundamental. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-31052012-110059/pt-br.php>>. Acesso em: 31 out. 2020.

Nessa dissertação, a autora relata os resultados de sua pesquisa, desenvolvida junto a estudantes do 5<sup>o</sup> ano do Ensino Fundamental – Anos Iniciais. Trata-se de um trabalho bastante relevante, pois auxilia o desenvolvimento de práticas voltadas para a discussão de QSC, além de mostrar como essa metodologia contribui para a melhora de formas argumentativas de expressão de ideias.



CHACAL, Ricardo. **Belvedere**. São Paulo: Cosac & Naify, 2007.

Poeta carioca e representante da chamada Literatura Marginal, Chacal nos brinda nesse livro maravilhoso com seus poemas doces e desafiadores.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no Ensino de Ciências. In: \_\_\_\_\_ (org.). **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77-118.

Esse capítulo apresenta uma análise bastante detida acerca das relações entre a perspectiva CTSa (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e as QSC (questões sociocientíficas) no ensino de Ciências. Trata-se de um apelo ao compromisso social dos educadores.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Evolução e ética na tomada de decisão em questões sociocientíficas. In: Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias, IX. Comunicación. **Girona**: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. Esp., 2013. p. 803-807. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306202/396096>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Tomando como estudo de caso o ensino de evolução lógica, os autores desse artigo empreendem um estudo sobre motivações, valores e crenças que podem facilitar ou dificultar o aprendizado desse conteúdo específico. Focado na ideia de tomada de decisão com responsabilidade social (TDRS), o artigo mostra o quanto a Biologia faz parte do campo social.

FRASSON, Fernanda; LABURÚ, Carlos Eduardo; ZÔMPERO, Andréia de Freitas. Aprendizagem significativa conceitual, procedimental e atitudinal: uma releitura da teoria ausubeliana. *Revista Contexto & Educação*, ano 34, n. 108, maio/ago. 2019, p. 303-318. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/8840>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Um artigo claro e didático que reinterpreta as ideias de Ausubel, buscando dar a elas a atualidade que merecem. Por meio da discussão da tríade de conteúdos de currículos (conceitual, procedimental e atitudinal), os autores ressignificam a Teoria da Aprendizagem Significativa.

GONTIJO, Eduardo Dias. Os termos “Ética” e “Moral”. *Mental*, v. 4, n. 7, p. 127-135, nov. 2006. Disponível em: <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-44272006000200008&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-44272006000200008&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Em um artigo curto, o autor apresenta a origem das palavras “ética” e “moral”, assumindo que podem ser tomadas como sinônimos, apesar de tecer algumas considerações sobre as nuances que os termos podem ter de acordo com diferentes filósofos ao longo da história da Filosofia.

LENHARO, Ana Flávia Lopes; LOPES, Nataly Carvalho. Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e Educação de Ciências. A potencialidade do uso de questões sociocientíficas para o desenvolvimento da competência argumentativa em estudantes do Ensino Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

As autoras buscam estabelecer as relações a alfabetização científica, a perspectiva CTSa e o ensino de Ciências, mostrando as potencialidades dessa abordagem.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; SIERRA, Diana Fabíola Moreno. Questões sociocientíficas e formação de professores. In: CARVALHO, Lizete

Maria O. de; CARVALHO, Washington Luiz P. de; LOPE-Júnior, Jair (org.) **Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2016.

O capítulo busca discutir a importância das discussões de questões sociocientíficas na formação de professores, de tal sorte que cada vez menos professores sejam adeptos da pedagogia tradicional e tecnicista, que creia as Ciências como neutras.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Passando por diversas correntes pedagógicas e distintas metodologias, os autores nos incentivam a pensar o ensino de Ciências e a renová-lo. Um livro fundamental para todos aqueles que desejam pensar suas práticas pedagógicas e o ensino de Ciências.

RESI, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 1. jan./jun. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9577/3/DA%20DISCUSS%C3%83O%20%C3%80%20A%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo apresenta uma discussão teórica sobre questões sociocientíficas acerca da importância da inclusão na sala de aula de Ciências. O autor defende que essa abordagem é positiva tanto para o aprendizado de conceitos científicos quanto para a tomada de posição diante da QSC.

SÁ, Luciana Passos; KASSEBOEHMER, Ana Claudia; QUEIROZ, Salete Linhares. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Rev. Ensaio*, v. 16, n. 3, p. 147-170, set.-dez., 2014.

O artigo faz uma explanação geral do esquema argumentativo proposto por Toulmin e suas possíveis aplicações para a análise de textos produzidos em ambiente escolar.

SACRINI, Marcus. **Introdução à análise argumentativa**: teoria e prática. São Paulo: Paulus, 2016.

Voltado para estudantes de graduação no geral, o livro apresenta as bases da argumentação lógica com vistas a fornecer subsídios para a leitura e a escrita. Trata-se de uma obra básica sobre argumentação em linguagem clara e acessível.

SCARPA, Daniela Lopes. **Cultura escolar e cultura científica**: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de Biologia e na Biologia. 2009. 237 f. Tese (Doutorado em Educação – Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo: s.n., 2009. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23092009-144938/pt-br.php>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Fruto de uma pesquisa educacional realizada na 3ª série do Ensino Médio, essa tese apresenta as noções de cultura escolar e cultura científica que se colocam em jogo no ensino de Biologia. A autora mostra a importância do trabalho com a argumentação nas práticas educativas para a construção de conhecimentos que sejam significativos.

SOUSA, Polliane Santos de; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Questões sociocientíficas no ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Rev. Ensaio*, v. 19, e2569, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epcc/v19/1983-2117-epcc-19-e2569.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Por meio do uso da Análise Textual Discursiva, as autoras elaboraram categorias de análise e concluíram que é necessário haver uma ampliação das discussões sobre o papel das Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências, que permitam esclarecer se estas constituem um recurso didático-pedagógico, objeto de aprendizagem em sala de aula, ou um elemento estruturante do currículo.

## ■ CAPÍTULO 7

BARBOZA, Ana C. Maia; SCHITTINI, Bárbara B.; NASCIMENTO, Lia M. Meyer. Quebrando estereótipos na sala de aula: contribuições de cientistas negras para a ciência. In: PINHEIRO, Bárbara C. Soares. ROSA, Katemari (org.). **Descolonizando saberes**. A Lei 10.639/2003 no ensino de ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 110-122.

As autoras apresentam uma proposta de sequência didática na qual as contribuições de cientistas para as ciências é utilizada a fim de quebrar os estereótipos, ressaltando os aspectos coloniais dos currículos. Por meio de uma pesquisa de levantamento de dados, as autoras mostram que a interseccionalidade entre gênero e raça gera preconceitos mais expressivos do que se considerarmos apenas o gênero ou a raça.

BONIN, Iara Tatiana; RIPOLL, Daniela; AGUIAR, José Vicente. A temática indígena sob as lentes dos Estudos Culturais e Educação – algumas tendências e enfoques analíticos. **Educação** (Porto Alegre, impresso), v. 38, n. 1, p. 59-69, jan.-abr. 2015.

Nesse artigo, os autores apresentam as potencialidades desse campo de pesquisa em relação à temática indígena. Trata-se, assim, de um artigo fundamental para pensar as relações étnico-raciais como um campo de pesquisas a se desenvolver.

BRADY, Jeanne. Multiculturalismo e o sonho americano. In: STEINBERG, Shirley R.; KINCHELOE, Joe L. (org.). **Cultura infantil: a construção corporativa da infância**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001, p. 339-352.

Ainda que voltado para as questões da educação infantil, esse capítulo ilumina o pensamento em relação à importância das visões não etnocêntricas acerca da educação. Constitui-se, portanto, em um material valioso para a reflexão acerca da diversidade cultural humana e suas intersecções com a educação.

CANDAU, Vera. Multiculturalismo e educação: desafios para a prática pedagógica. In: MOREIRA, Antônio Flávio; CANDAU, Vera Maria (org.). **Multiculturalismo e educação: desafios para a prática pedagógica**. Petrópolis: Vozes, 2013, p. 13-37.

Os autores desse volume têm se firmado no cenário nacional como educadores de primeira ordem quando o assunto é multiculturalismo e educação. Tanto o capítulo em questão quanto o livro como um todo trazem elementos fundamentais para pensar uma educação efetivamente inclusiva e multicultural, na qual nenhuma voz é silenciada.

CARDOSO, Silná M. Batinga; ROSA, Isabela S. Correia. A cor da sua pele faz alguma diferença? Uma proposta de ensino interdisciplinar antirracista a partir do estudo da melanina. In: PINHEIRO, Bárbara C. Soares. ROSA, Katemari (org.). **Descolonizando saberes**. A Lei 10.639/2003 no ensino de ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 75-88.

As autoras mostram, nesse capítulo, que é possível trabalhar conteúdos de Biologia a partir da descolonização do currículo. Por meio da elaboração de uma sequência didática cuidadosa e densa, elas utilizam como estudo de caso a melanina a fim de problematizar e politizar as discussões acerca do conceito de raça.

COLAGROSSI, Ana Luiza Raggio; VASSIMON, Geórgia. A aprendizagem socioemocional pode transformar a educação infantil no Brasil. *Revista Construção Psicopedagógica*, v. 25, n. 26, p. 17-23, 2017. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cp/v25n26/03.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O desenvolvimento das competências e habilidades socioemocionais têm sido apontadas como um caminho fundamental para a criação de uma sociedade mais harmoniosa na medida em que pressupõe a promoção das inteligências inter e intrapessoais. Nesse artigo, as autoras apresentam o histórico das ideias a respeito das competências socioemocionais, ligando-as à Teoria das Inteligências Múltiplas.

CONSTANTINO, Luciana. Negros são apenas 33% na escola privada. *Folha de S. Paulo*, 28 jul. 2006. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u18838.shtml?origin=folha>>. Acesso em: 16 dez. 2020.

A matéria apresenta dados estatísticos sobre os estudantes negros e brancos nas escolas públicas e privadas que refletem as desigualdades sociais no país.

FERNANDES, Kelly Meneses. Biologia decolonial, vida e genocídio da juventude negra. In: PINHEIRO, Bárbara C. Soares. ROSA, Katemari (org.). **Descolonizando saberes**. A Lei 10.639/2003 no ensino de ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 89-96.

Partindo da premissa de que a Biologia é o campo de estudos da vida, a autora propõe um giro sobre o tema para falar da ausência da vida quando se trata da juventude negra, vítima de genocídio. Politizando e problematizando a temática, o capítulo apresenta uma sequência didática em aulas de Biologia para tratar de um problema seguramente ligado às questões étnico-raciais. Trata-se de um compromisso com o antirracismo.

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente**. A teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artmed, 1994.

O autor apresenta os resultados de anos de pesquisas com crianças e jovens, nas quais pôde identificar e categorizar uma série de inteligências humanas criando, assim, a Teoria da Inteligências Múltiplas que abalou as estruturas da compreensão de senso comum de que inteligência é a lógico-matemática.

GÁSPARI, Josset Campagna de; SHWARTS, Gisele Maria. Inteligências múltiplas e representações. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 18 n. 3, p. 261-266, set.-dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v18n3/a04v18n3.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Os autores empreendem uma reflexão sobre as razões pelas quais encarar a inteligência humana como múltipla é um passo importante para promover processos de ensino e aprendizagem mais significativos.

GIANASI, Fernanda Moreira; NASCIMENTO JR., Antônio Fernandes. O ensino da Biologia através da narrativa Kamayurá sobre a origem do pequi (*Caryocar* sp.): um relato de experiência da disciplina metodologia do ensino de Botânica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <[https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID453/v13\\_n1\\_a2018.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID453/v13_n1_a2018.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Imerso no contexto das discussões sobre questões étnico-raciais, esse artigo apresenta uma experiência de ensino de Botânica mediada pelos saberes e conhecimentos dos indígenas Kamayurá sobre o pequi. Um trabalho inspirador.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

O líder indígena e pensador Ailton Krenak traz em seu pequeno livro grandes ensinamentos, fazendo refletir sobre os pressupostos que assumimos sem uma análise crítica e mostrando que outros mundos são possíveis quando abrimos a mente para outras experiências de vida.

LÉO NETO, Nivaldo Aureliano. A contextualização dos saberes para a descolonização de um ensino de Biologia que reconheça as identidades e diferenças. *Revista Entreideias*, v. 7, n. esp., p. 23-42, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/26477>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

A partir de conteúdos da Ecologia, o autor propõe uma abordagem etnográfica a fim de contextualizar o ensino de Biologia e, assim, dar passos para descolonizar o currículo.

LOPES, Alice Casimiro. Teorias pós-críticas, política e currículo. *Revista Educação, sociedade e culturas*, n. 39, 2013, p. 7-23. Disponível em: <<https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/02.AliceLopes.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nesse artigo, a autora busca estabelecer as relações entre essas teorias e a problemática das políticas que norteiam a confecção dos currículos.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. Contribuições de Stephen Ball para o estudo de políticas do currículo. In: BALL, Stephen; MAINARDES, Jefferson. **Políticas Educacionais**: questões e dilemas. São Paulo: Cortez, 2011, p. 248-282.

Nesse trabalho, as autoras apresentam as principais contribuições de Stephen Ball para o entendimento do porquê as práticas pedagógicas se distanciam daquilo que é preconizado pelas políticas públicas e, assim, poder interferir nesse processo.

MAINARDES, Jefferson. Abordagem do ciclo de políticas: uma contribuição para a análise de políticas educacionais. *Educação e Sociedade*, v. 27, n. 94, p. 47-69, jan./abr. 2006.

Nesse artigo, o autor expõe os principais elementos do ciclo político, mostrando as razões pelas quais as práticas pedagógicas acabam por se distanciar das políticas públicas para a educação e de suas diretrizes.

MALDONADO-TORRES, Nelson. La descolonización y el giro des-colonial. *Tabula Rasa*, Bogotá – Colombia, No.9: 61-72, jul.-dez. 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/396/39600905.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo versa sobre as questões relativas à descolonização dos seres e dos saberes, discutindo os pressupostos epistemológicos que norteiam a colonização e a descolonização do pensamento.

MALVA, Pamela. Sarah Baartman, a mulher africana que virou uma atração de circo. *Aventuras na História*, 11 maio 2020. Disponível em: <<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/sarah-baartman-mulher-africana-que-virou-atracacao-de-circo.phtml>>. Acesso em 4 dez. 2020.

A matéria descreve como, no passado, as diferentes características físicas, principalmente quando não se adequavam ao que era considerado "padrão" na época, eram classificadas como aberrações.

MARSCHENER, Raquel. A temática indígena na Biologia. **Cadernos PDE** – Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor, v. 1, 2014. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/>

[producoes\\_pde/2014/2014\\_ufpr\\_bio\\_artigo\\_raquel\\_marschner.pdf](https://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_ufpr_bio_artigo_raquel_marschner.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

A autora apresenta uma bela pesquisa sobre as questões étnico-raciais em ambiente escolar. Por meio de um levantamento de dados extensivo, ela mostra a necessidade de trabalhar a temática indígena no ensino de Biologia.

MBEMBE, Achile. **Crítica da razão negra**. Lisboa: Antígona, 2014. Livro fundamental para o entendimento do conceito de necropolítica que alicerça o racismo estrutural vigente no mundo. O autor constrói um percurso argumentativo para mostrar o quanto o pensamento ocidental tem sido dominado pela opressão e pelo desejo de morte das minorias.

PINHEIRO, Bárbara C. Soares. Educação em Ciências na Escola Democrática e as Relações. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, n. 19, p. 329-344, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/13139>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

A autora apresenta um questionamento fundamental acerca dos conhecimentos legitimados nas salas de aula de ciências. Por meio de um levantamento bibliográfico, mostra os principais autores nesse campo e insiste na necessidade de que os currículos sejam descolonizados.

RAUPP, Eric. Pesquisa aponta grande desigualdade entre brancos, negros e pardos na educação básica. *Correio do Povo*, 19 jun. 2019.

A matéria apresenta dados do IBGE que indicam as desigualdades raciais na Educação Básica, mostrando recortes por regiões brasileiras, além de números gerais que mostram a situação da Educação no país.

SAUL, Ana Maria. **Avaliação emancipatória**: desafio à teoria e a prática de avaliação e reformulação de currículo. São Paulo: Cortez, 2010.

Ana Maria Saul nos apresenta, em seu livro, os pressupostos teóricos e os objetivos de uma avaliação que se pretenda emancipatória. Alicerçada nas ideias da pedagogia histórico-crítica, mostra a importância de transformar os momentos avaliativos em ocasiões para a libertação de pressupostos deterministas e redutores.

SENNA, Nádia. Transgressões de bela e sensibilidade da fera. *Estudos Linguísticos e Literários*, n. 59, jan.-jun. 2018, p. 340-35. Disponível em: <<https://cienciasmedicasbiologicas.ufba.br/index.php/estudos/article/view/28880/17071>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

A autora apresenta a conhecida história de "A bela e a fera" para tratar da problemática do simbolismo e as relações entre o real e o fantasioso. Traz como exemplo o caso de Antonina Gonsalvus, retratada no século XVII, portadora de hipertricose lanuginosa.

TAPIAS, José Antonio Pérez. Educar a partir da interculturalidade: exigências curriculares para o diálogo entre culturas. In: SACRISTÁN, José Gimeno (org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 126-136.

Nesse trabalho, o autor apresenta as principais ideias vinculadas à interculturalidade, mostrando que sua presença é fundamental se de fato quisermos construir um currículo que dialogue as vozes minoritárias.

TORTAMANO, Caio. 2020. **Explorada e exibida como atração humana**: 5 fatos tristes sobre Sarah Baartman. Disponível em:

<<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/explorada-e-exibida-como-atracao-humana-5-fatos-tristes-sobre-sarah-baartman.phtml>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

O caso Sarah Baartman é um dos mais emblemáticos de como o corpo da mulher negra pode ser instrumentalizado pelas ciências. O artigo expõe e discute esse caso.

ZANETTI, Alexandra. **Notas sobre a produção da política de integração das creches públicas no sistema de ensino de Juiz de Fora**. Pôster apresentado na ANPED, 2014. Disponível em: <<https://anpedsudeste2014.files.wordpress.com/2015/07/alexandra-zanetti.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Ao discutir a problemática das creches públicas, o autor, na verdade, lança luzes sobre o problema do racismo mostrando que, por ser estrutural, ele afeta a todos, inclusive os bebês e as crianças pequenas. Os relatos de tratamento diferenciado em função da cor da pele mostram o quanto isso ainda é verdadeiro no Brasil do século XXI.

## ■ CAPÍTULO 8

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Tecnologias na educação, formação de educadores e recursividade entre teoria e prática: trajetória do programa de pós-graduação em educação e currículo. *Revista E-Curriculum*, São Paulo, v.1, n.1, dez.-jul. 2005-2006. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/3165/2095>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo traz os resultados de uma extensa pesquisa, mostrando a trajetória de um programa de pós-graduação voltado para a implementação de TICs na educação. O texto preocupa-se com a formação de professores e o uso das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. **Informática e formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação/SEED, 2000. (Coleção Informática para a Mudança na Educação). Disponível em: <<http://www.intaead.com.br/ebooks1/livros/pedagogia/27.Informatica%20e%20a%20Forma%E7%E3o%20de%20Professores.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

*Informática e formação de professores* é um livro com acesso livre pela rede, no qual diversas TICs são apresentadas de forma bastante detalhada, mostrando suas potencialidades e limitações em ambiente escolar.

BERÇOT, Filipe Faria. **História da Biologia e natureza da Ciência na formação inicial de professores**: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley. 2018. 349 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11012019-142836/publico/Filipe\\_Faria\\_Bercot\\_Original.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11012019-142836/publico/Filipe_Faria_Bercot_Original.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

A tese de Berçot apresenta uma pesquisa original sobre o uso de HFC no ensino de Ciências. Partindo de um episódio histórico do século XVIII sobre a reprodução animal, por meio da elaboração de uma sequência didática constituída por uma narrativa histórica e pela utilização de objetos virtuais, o autor apresenta dados relevantes para a formação de professores.

CORTEZ, Eduardo Pessonnia Molina. **Descobrimos a seleção natural**: uma proposta de ensino baseada na história da Ciência. 2018. 258 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/>

tde-25072018-140725/publico/Eduardo\_Pessonnia\_Molina\_Cortez.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Cortez apresenta a possibilidade de trabalhar em conjunto com HFC e gamificação. A partir da noção da seleção natural, o autor desenvolve sua pesquisa com sequências didáticas e jogos eletrônicos, tendo por base a História das Ciências aplicada ao ensino.

ESPANHA. Ministério de Educação, Cultura e Esporte. Informe Pisa – ERA 2009: avaliação da leitura digital dos estudantes. *Europa: Tecnologias da Informação e Comunicação*, 29 jun. 2009. Disponível em: <<http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/index.php/2011/06/29/informe-pisa-era-2009-evaluacion-de-la-lectura-digital-de-los-alumnos>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

O informe espanhol aponta o rendimento dos estudantes em atividades como a leitura digital e impressa, além de avaliar como interagem com os textos digitais e a sua familiaridade com as TICs.

FARDO, Marcelo Luís. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, julho, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629/26409>>. Acesso em: 15 de novembro de 2020.

Esse artigo tem a finalidade de oferecer um conceito para o fenômeno da gamificação, que vem ganhando visibilidade por sua capacidade de criar experiências significativas quando aplicada em contextos da vida cotidiana e em ambiente escolar.

FREIRE, Paulo. A máquina está a serviço de quem? *Revista BITS*, maio 1984. Disponível em: <<http://www.acervo.paulofreire.org/handle/7891/24>>. Acesso: 26 nov. 2020.

Nesse artigo, Freire fala a respeito do uso das tecnologias na educação formal e de que maneira elas podem ser utilizadas como ferramentas de emancipação humana.

LEITE, Bruno Silva. Aprendizagem tecnológica ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*, v. 4 n. 3 p. 580-609, set./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8652160>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo é uma espécie de apresentação geral das tecnologias de informação e comunicação em entrelaçamento direto com a aprendizagem. O autor defende que as TICs podem ser utilizadas para configurarem-se como metodologias ativas de aprendizagem e, portanto, fomentadoras da construção da autonomia dos estudantes.

LEITE, Werlayne Stuart Soares; RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, v. 5, n. 10, 2012, p. 173-187. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4434902>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nesse artigo, os autores discutem a inclusão das TICs na educação formal, mas em uma perspectiva que leve em conta a construção do conhecimento pelos estudantes.

MALVEZZI, Cilene Despotin; NASCIMENTO, Juliana Luporini do. A Teoria Ator-Rede e o estudo da intersetorialidade nas políticas públicas. *Interface*, n. 24, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/icse/2020.v24/e190341>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

As autoras apresentam em seu artigo os conceitos fundamentais da Teoria Ator-Rede (TAR) e as maneiras pelas quais essa teoria pode ser utilizada para entender as políticas públicas, inclusive aquelas que se referem ao universo da Educação.

MULLER, Maykon Gonçalves *et al.* Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n3/1806-1117-rbef-39-03-e3403.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo apresenta uma espécie de “estado da arte” por meio de revisão bibliográfica a respeito da “instrução por pares” e seus usos no cenário educacional.

OLIVEIRA, Kaio Eduardo de Jesus; PORTO, Cristiane de Magalhães. **Educação e teoria ator-rede:** fluxos heterogêneos e conexões híbridas. Ilhéus: Editus, 2016. Disponível em: <[http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2017/educacao\\_teorica\\_ator\\_rede.pdf](http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2017/educacao_teorica_ator_rede.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Os autores defendem a ideia de que a Teoria Ator-Rede (TAR) pode ser usada com efeitos muito positivos no campo educacional.

POZO, Juan Ignacio; ALDAMA, Carlos de. A mudança nas formas de ensinar e aprender na era digital. *Revista Pátio*, n. 19, dez. 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/319405610\\_A\\_MUDANCA\\_NAS\\_FORMAS\\_DE\\_ENSINAR\\_E\\_APRENDER\\_NA\\_ERA\\_DIGITAL](https://www.researchgate.net/publication/319405610_A_MUDANCA_NAS_FORMAS_DE_ENSINAR_E_APRENDER_NA_ERA_DIGITAL)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Pozo e Aldama nos convidam a refletir a respeito das TICs na Educação e de que maneira essas novas ferramentas modificam os modos de ser e estar no mundo.

PRENSKY, Marc. Nativos digitais, imigrantes digitais. **On the Horizon/NCB University Press**, v. 9, n. 5, out. 2001. Disponível em: <<http://poetadasmoreninhas.pbworks.com/w/file/attach/60222961/Prensky%20-%20Imigrantes%20e%20nativos%20digitais.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Prensky apresenta os conceitos de “imigrantes digitais” (professores) e de “nativos digitais” (estudantes) para caracterizar o descompasso entre os dois no uso das tecnologias e alerta para a necessidade de incorporar o mundo digital na formação de professores.

RAZERA, Julio César Castilho; BATISTA, Rosângela Miranda Silva; SANTOS, Roque Pereira. Informática no ensino de Biologia: limites e possibilidades de uma experiência sob a perspectiva dos estudantes. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 81-96, 2007. Disponível em: <[http://www.ifufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID49/v2\\_n3\\_a2007.pdf](http://www.ifufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID49/v2_n3_a2007.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O artigo apresenta os resultados obtidos na aplicação de TICs no ensino de Biologia, discutindo as limitações, as dificuldades e os aspectos positivos da experiência com base na perspectiva dos estudantes.

ROCHA, Henrique Martins; LEMOS, Washington de Macedo. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. In: Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação, 2014, Resende. **Anais...** Rio de Janeiro, 2014, n.p. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/265291831\\_METODOLOGIAS\\_ATIVAS\\_DO\\_QUE\\_ESTAMOS\\_FALANDO\\_BASE\\_CONCEITUAL\\_E\\_RELATO\\_DE\\_PESQUISA\\_EM\\_ANDAMENTO](https://www.researchgate.net/publication/265291831_METODOLOGIAS_ATIVAS_DO_QUE_ESTAMOS_FALANDO_BASE_CONCEITUAL_E_RELATO_DE_PESQUISA_EM_ANDAMENTO)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nesse artigo, os autores fazem uma análise crítica a respeito das metodologias ativas, buscando caracterizá-las.

ROSSINI, Carolina e GONZALEZ, Cristiana. REA: o debate em política pública e as oportunidades para o mercado. In: SANTANA, Bianca; ROSSINI, Carolina; PRETTO, Nelson De Luca (org.). **Recursos educacionais abertos:** práticas colaborativas e políticas

públicas. Salvador: São Paulo: Edufba/Casa da Cultura Digital, 2012. Disponível em: <<https://www.aberta.org.br/livrorea/livro/livroREA-1edicao-mai2012.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nesse livro, de acesso livre, são tratadas as características gerais e as diretrizes das REA, apontando para a necessidade de políticas públicas que fomentem a disponibilização de recursos educacionais abertos e de livre acesso.

SIBILIA, Paula. **Redes ou paredes.** A escola em tempos de dispersão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

A autora discorre sobre as transformações dos modos de ser e estar no mundo em tempos de TICs. De extração foucaultiana, detém-se particularmente nas metamorfoses da escola.

SILVA, Maviel Lucas da. **A gamificação como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem contemporâneo em aulas de Biologia no ensino médio**, 2019, 124 fls. Dissertação (mestrado profissional em Ensino de Ciências), Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas.

Essa pesquisa de mestrado discute o uso de jogos em ambiente escolar em um curso de Biologia do Ensino Médio. O autor apresenta os resultados, mostrando as potencialidades dessa abordagem junto aos jovens estudantes.

SILVA, Fábio Augusto Rodrigues *et al.* Teoria ator-rede, literatura e educação em Ciências: uma proposta de materialização da rede sociotécnica em sala de aula. *Revista Ensaio*, v. 18, n. 1, p. 47-64, jan.-abr., 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v18n1/1983-2117-epec-2016180101.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Em um surpreendente entrelaçamento entre literatura (*O alienista*, de Machado de Assis) e as Ciências (a Biologia, em particular), os autores fazem uso da Teoria Ator-Rede (TAR) para entender as relações entre sociedade, conhecimento e arte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Secretaria de Programas de Educação Aberta e Digital – SPREAD. **Projeto Recursos Educacionais Abertos desenvolvidos para a Melhoria Acadêmica (REAdME)**, 11 ago. 2020. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/observatorio-covid-19/destaques/-/asset\\_publisher/bG6vYkgnXG1k/content/projeto-recursos-educacionais-abertos-desenvolvidos-para-a-melhoria-academica-readme-/2947413#openModal-prin](https://www.ufpe.br/observatorio-covid-19/destaques/-/asset_publisher/bG6vYkgnXG1k/content/projeto-recursos-educacionais-abertos-desenvolvidos-para-a-melhoria-academica-readme-/2947413#openModal-prin)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

O texto apresenta os Recursos Educacionais Abertos, suas principais características e suas possibilidades de uso em ambiente escolar por meio de vários relatos de experiências positivas que são inspiradoras.

VELASCO, Irene Hernández. “Geração digital”: por que, pela 1ª vez, filhos têm QI inferior ao dos pais. **BBC News**, 30 out. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-54736513>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nessa entrevista, o neurocientista Michel Desmugert defende a ideia de que o mundo digital está prejudicando a cognição humana.

## ■ Apêndice

MACHADO, Camila Juraszcek *et al.* Os mapas conceituais no ensino de Biologia: um panorama a partir dos livros didáticos. v. 9, n. 1, 2019. *Universidade UNIGRANRIO*. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4871>>. Acesso em: 16 dez. 2020.

A pesquisa faz uma análise sobre o uso dos mapas conceituais em livros didáticos para o ensino de Biologia.

## ■ Abertura



A educação do e para o século XXI prevê a autonomia dos estudantes.

Professor, a ideia de a educação “do e para o” século XXI ter tarefas importantes a serem cumpridas não deve ser nova para você. Muito se tem falado sobre educar para a construção da autonomia dos estudantes e para a sua ação social responsável. Fala-se em alfabetização ou letramento científico, tema particularmente importante para os professores de Ciências. No entanto, ainda falta clareza quanto aos meios pelos quais seria possível vencer os desafios que supostamente seriam de responsabilidade da educação do século XXI.

Estamos em um mundo bastante complexo, cujas mudanças acontecem em períodos cada vez mais curtos. Além disso, já é senso comum que estamos na era da informação e do conhecimento. A contemporaneidade revela novas situações que requerem respostas da área científica, trazendo, assim, constantes desafios para você, professor de Ciências e de Biologia.

Este capítulo, assim como todo o livro, procura trazer algumas contribuições para a sua prática docente por meio da proposição de reflexões teóricas, bem como de sugestões de metodologias e atividades que podem ser desenvolvidas com os estudantes. Trata-se, portanto, de uma proposta que busca articular teoria e prática. Essa articulação indissociável é o que Paulo Freire (1921-1997) chamava de *práxis*:

A teoria sem a prática vira “verbalismo”, assim como a prática sem teoria, vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a *práxis*, a ação criadora e modificadora da realidade (FREIRE, 1989, p. 67).

Ou ainda:

É preciso que fique claro que, por isso mesmo que estamos defendendo a *práxis*, a teoria do fazer, não estamos propondo nenhuma dicotomia de que resultasse que este fazer se dividisse em uma etapa de reflexão e outra, distante de ação (FREIRE, 1987, p. 125).

Este capítulo inicia-se com uma reflexão, seguida por uma parte teórica composta de referências capazes de enriquecer suas reflexões, trazendo, assim, subsídios para você pensar sua prática docente.

Na sequência, há uma seção intitulada **Na prática**, em que são feitas proposições de atividades que você pode desenvolver com seus estudantes. Essa seção, na verdade, serve para impulsionar sua criatividade e sua imaginação e propiciar a referida articulação entre teoria e prática, visando ao estabelecimento de uma *práxis* pedagógica. No entanto, não se trata de receitas prontas que devem ser seguidas fielmente. Utilize as atividades da maneira que quiser, modificando-as e adaptando-as à sua realidade sempre que as considerar pertinentes.

A seção **Como avaliar** traz elementos que o auxiliam a realizar processos avaliativos condizentes com sua prática. Assim, ao tratar de ABP, neste capítulo, entendemos que a avaliação deve ser coerente com essa proposta de trabalho pedagógico.

Há, ainda, uma seção **Práxis**, com atividades às quais você pode responder a fim de verificar seu próprio aprendizado. Aproveite esse momento para fazer um exercício metacognitivo, isto é, para verificar de que maneira os conteúdos tratados foram apreendidos por você. Exercícios metacognitivos são sempre importantes no percurso daqueles que nunca param de estudar e de aprender. São, ainda, uma oportunidade para se pensar em um projeto de vida docente por meio do autoconhecimento.

Para finalizar, o capítulo conta com a seção **Perspectivas transversais**, que traz sugestões de livros, filmes e *sites* específicos para cada tema tratado. Essas sugestões são bastante valiosas, pois ampliam o repertório de cada um, amplificando, portanto, os olhares, algo fundamental diante de uma perspectiva crítica dos processos de ensino e aprendizagem.

## ■ ABP: aspectos iniciais

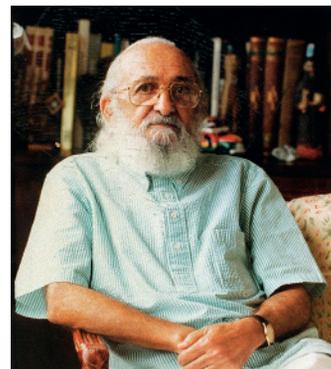
Professor, vamos iniciar aprofundando os questionamentos da abertura: será mesmo possível vencer o desafio posto pelo mundo contemporâneo com uma escola que se mantém, *grosso modo*, ainda nos moldes da escola do século XIX? A resposta, com certeza, é não. O que fazer para desenvolver em nossos estudantes habilidades e competências que os municiem para a construção de um processo de aprendizagem que favoreça a criticidade e o trabalho colaborativo?

A literatura especializada mostra que existem muitas possibilidades no cenário educacional contemporâneo que acenam no sentido de promover processos de aprendizagem diferenciados, que sejam mais compatíveis com a realidade que vivemos; afinal, não é mais possível acreditar que uma educação do tipo “bancária” seja eficiente para a formação de jovens que se tornem efetivamente atores sociais e de suas próprias vidas.

A educação “bancária”, como nos ensinou o educador e pensador brasileiro Paulo Freire, é aquela na qual há uma narração de conteúdos que se tornam petrificados, mortos mesmo, porque não dialogam com as realidades dos estudantes. E mais, uma narração na qual se pressupõe que há um narrador – o professor – e os objetos passivos e pacientes – os estudantes (FREIRE, 1987, p. 82).

Na pedagogia freiriana, ensinar é conscientizar, e aprender é conscientizar-se. Os processos de ensino e aprendizagem são, portanto, de mão dupla, isto é, dialéticos. Não é possível ensinar sem que se aprenda, tampouco aprender sem que se ensine. No entanto, não se pode perder de vista que essa dialética fundamental do aprender-ensinar só é possível se os aprendizes se colocam como sujeitos ativos, e se os professores se entendem como **mediadores**, e não como **transmissores** de conhecimentos. Se a educação que queremos é aquela que promove a **autonomia** de toda a **comunidade escolar**, não é possível viver a vida escolar na alienação, mas, antes, em um ambiente em que a libertação seja a prática cotidiana. Ora, a libertação não é algo que seja passível de ser “depositada” em alguém. Ela é, antes de tudo, uma *práxis* que traz em seu bojo a implicação da ação e da reflexão de cada um sobre o mundo para, enfim, poder transformá-lo (FREIRE, 1987, p. 97).

A BNCC descreve a importância da educação integral que considera o estudante, com seus interesses, necessidades e na sua diversidade, o ator central do processo de aprendizagem:



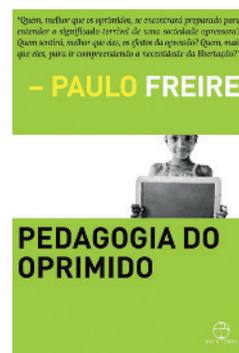
BEL PEDROS/FOLHAPRESS

Educador e filósofo brasileiro, Paulo Freire foi um dos pensadores de maior destaque da história mundial da pedagogia.



REPRODUÇÃO

Capa do livro *Educação como prática de liberdade*, escrito em 1967.



REPRODUÇÃO

Capa do livro *Pedagogia do oprimido*, escrito em 1968.

[...] a Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse desenvolvimento, rompendo com visões reducionistas que privilegiam ou a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva. Significa, ainda, assumir uma visão plural, singular e integral da criança, do adolescente, do jovem e do adulto – considerando-os como sujeitos de aprendizagem – e promover uma educação voltada ao seu acolhimento, reconhecimento e desenvolvimento pleno, nas suas singularidades e diversidades (BNCC, 2018, p. 14).

Tendo, portanto, como ponto de partida essas prerrogativas, tomamos aqui uma abordagem metodológica que traz em suas bases a promoção de processos de ensino e aprendizagem significativos e, assim, mais compatíveis com os desafios impostos pela educação “no e para o” século XXI: a **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**, que traz, em seu âmago, a determinação de propiciar aos estudantes a capacidade de construir seus próprios processos de aprendizado. Esse aprendizado é caracterizado por ser plural, pois não se trata apenas de conteúdos conceituais, mas também procedimentais e atitudinais. Vale ressaltar que a ABP pode ser entendida como uma metodologia do tipo “guarda-chuva”, isto é, contempla propostas distintas, tais como ensino por projetos, por meio de História e Filosofia das Ciências, por investigação, por discussão de questões étnico-raciais, entre outras. Nos capítulos posteriores, essas propostas são trabalhadas de forma detida.

### ■ **ABP: aspectos históricos**

Trabalhar nos processos de ensino e aprendizagem por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas não é algo tão novo quanto possa parecer, apesar de não ser possível mapear sua gênese com precisão. Isso porque a denominação “ABP” é recente, mas podem-se reconhecer seus pressupostos em diversos educadores e pensadores. Daremos destaque aqui a alguns deles.

Paulo Freire, já mencionado, nas obras *Educação como prática da liberdade* (1967) e *Pedagogia do oprimido* (1968), apontava na direção de um processo de ensino e aprendizagem que considerasse os aprendizes como sujeitos ativos e protagonistas.

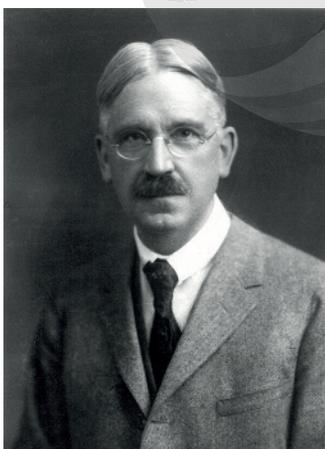
As premissas que alicerçam a ABP também podem ser encontradas no filósofo e pedagogo estadunidense John Dewey (1859-1952) e no psicólogo, também estadunidense, Jerome Bruner (1915-2016).

Dewey, conhecido no Brasil por sua inserção no movimento denominado Nova Escola, traz na sua Pedagogia Ativa, ou Pedagogia da Ação, a ideia de que a aprendizagem deve, obrigatoriamente, acontecer por meio da proposição de problemas aos estudantes.

Assim, diante de problemas reais, os estudantes, em grupos, compartilham ideias e propostas de resolução de seus problemas, dividem suas dúvidas e manifestam desconforto intelectual ou conflitos cognitivos surgidos de suas próprias experiências reais.

A noção de **experiência** é central no pensamento de Dewey. Para o educador, a noção de experiência fundamenta-se no entendimento de que o mundo é complexo. Eis seu ponto de partida: não simplificar o mundo, mas, antes, enxergar nele a complexidade que lhe é inerente. Dada a multiplicidade dos conjuntos de elementos virtualmente infinitos presentes no mundo e a multiplicidade das diversas relações entre eles, o mundo é instável e sujeito à contínua transformação por natureza. Assim, para Dewey, as coisas do mundo devem sua existência a essas relações mútuas, por meio das quais uma coisa age sobre a outra modificando-a e modificando a si mesma nesse processo (DEWEY, 2010). É exatamente essa ação mútua constante e de afetação transformante que Dewey chama de experiência.

Dessa noção de experiência depreende-se um pertencimento ao mundo das coisas e da vida. Não pode haver, portanto, um apartamento entre a experiência e o processo de aprendizagem. Disso decorre que a filosofia deweyana aponta, necessariamente, para uma crítica da separação entre a teoria e a prática, que, para Dewey, constituem



John Dewey é uma referência no estudo da educação moderna.



uma unidade. Essa unidade podia ser percebida em sua própria ação como intelectual e militante político. Um marco dessa união entre pensamento e ação pode ser visto no livro *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação* (DEWEY, 1959). Esse é um aspecto da biografia de Dewey que vale a pena ser conhecido e tomado como possível referência para os educadores.

O educador não pode eximir-se de sua responsabilidade social e de seu engajamento político, sob o risco de promover uma ruptura entre teoria e prática. Essa ruptura torna-se, muitas vezes, uma espécie de “esquizofrenia”, que leva a prática docente ao vazio. Dessa forma, compreende-se que a educação deve ser uma constante e contínua **“reconstrução da experiência”**. É isso que ambos os pensamentos de Dewey e de Paulo Freire nos ensinam.

Dada a centralidade da noção de experiência e de ligação indissociável entre teoria e prática, pode-se dizer que a fundamentação teórica da ABP inspira-se, em larga medida, na filosofia de John Dewey, mas não apenas nela. As primeiras formulações mais sistematizadas e complexas do uso de problemas nos processos de ensino e aprendizagem encontram em Jerome Bruner um representante significativo. Propostas educacionais que envolvem a aprendizagem por descoberta também são associadas a Bruner. Tanto uma quanto a outra baseiam-se no embate dos estudantes diante de problemas. Nesse embate, a discussão na busca de soluções é o que garantiria a aprendizagem efetiva e significativa. Assim, é nos grupos de discussão que os estudantes ganham a motivação necessária para conhecer o mundo e nele agir.

Vale ressaltar que todos os pensadores e educadores mencionados até aqui apostaram em processos de ensino e aprendizagem nos quais os estudantes atuam ativamente na construção dos seus conhecimentos. Atualmente, as metodologias que têm por alicerce o protagonismo dos aprendizes são chamadas de **metodologias ativas**.

As metodologias ativas são bastante variadas tanto em termos de pressupostos metodológicos quanto teóricos. Elas podem apresentar-se sob diferentes modelos e estratégias, mas guardam a ideia de que a participação ativa dos estudantes é fundamental para que o aprendizado aconteça de forma significativa. A BNCC aponta como essenciais os processos que sejam capazes de fomentar a autonomia e a formação do espírito crítico nos estudantes, ou seja, o seu protagonismo em sala de aula.

[...] a BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida (BNCC, 2018, p. 15).

A Aprendizagem Baseada em Problemas, sobre a qual este capítulo se debruça, é uma metodologia essencialmente ativa. Sua elaboração sistemática ocorreu por volta de 1965 pelo médico e professor canadense John Robert Evans (1929-2015), que, ao assumir a reitoria da escola de Medicina de McMaster, propôs inovações no ensino de Medicina justamente utilizando a aprendizagem baseada em problemas. Evans criou um comitê com vistas ao desenvolvimento dessa abordagem diferenciada, e, a partir desse ponto, a escola de Medicina passou a formar seus estudantes na perspectiva da discussão de problemas reais em grupos, objetivando encontrar a melhor solução para o dado problema.

Pode parecer curioso que um curso eminentemente técnico como a Medicina tenha sido o “berço” da ABP. No entanto, pelo fato de os médicos trabalharem com pessoas em contextos sociais variados, essa abordagem parece ajustar-se perfeitamente ao desenvolvimento de habilidades profissionais de que os jovens aspirantes à Medicina necessitarão no futuro. De fato, a ABP tem certa penetração no mundo acadêmico, sobretudo em cursos de Medicina. No Brasil, por exemplo, a Escola de Saúde Pública do Ceará tem seu currículo com base na ABP desde 1993. Também as Faculdades de Medicina de Marília e de Londrina formam seus médicos com base nessa perspectiva desde 1997 e 1998, respectivamente, entre outras.



John Robert Evans (1929-2015).

No entanto, a ABP não é frutífera apenas no que diz respeito às habilidades requeridas pelos médicos. Acreditamos que uma metodologia de trabalho que busque desenvolver a autonomia dos estudantes a partir da motivação provocada pelo desafio de resolver problemas reais é uma aposta que deveria ser feita em todos os cursos e em qualquer nível de escolaridade.

## ■ ABP: aspectos metodológicos

Em termos metodológicos, a ABP propõe que sejam apresentados problemas que os estudantes devem buscar resolver. Mas é fundamental ter em mente que os problemas devem ser reais. Isso significa tomar alguma situação da realidade concreta e problematizá-la, ou seja, torná-la um problema de fato. Aqui encontramos uma primeira questão: o que significa, efetivamente, problematizar? Para responder a essa questão, recorreremos ao filósofo, cientista e educador francês Gaston Bachelard (1884-1962). Disse o educador-cientista:

Antes de tudo o mais, é **preciso saber formular problemas**. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. **Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico**. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (BACHELARD, 1977, p. 148, grifos nossos).

A problematização, portanto, é ponto central na educação científica. Não é possível, segundo Bachelard, construir conhecimento sem que questões sejam formuladas, sem que a realidade seja transformada em problema, na medida em que nada está dado. Demétrio Delizoicov, professor da Universidade Federal de Santa Catarina e pesquisador na área de Ensino de Ciências, traduz o pensamento bachelardiano na definição de problematizar como “a escolha e formulação adequada de problemas, que o estudante **não se formula**” (DELIZOICOV, 2005, p. 6, grifos nossos).

Isso significa que há, aqui, a possibilidade de se introduzir novos conhecimentos na medida em que não se trata de resolver listas de problemas de conceitos já estudados, mas, de fato, uma oportunidade de conceitos, modelos, teorias não vistos terem de ser apreendidos para a resolução do problema proposto. Ainda segundo Delizoicov, problematizar significa também que o professor, ao mesmo tempo que apreende os conhecimentos prévios dos estudantes, procura as inconsistências internas e contradições nas falas deles. Ao encontrar essas inconsistências, o professor precisa problematizá-las, isto é, trazê-las à luz a fim de provocar um desequilíbrio cognitivo nos estudantes. É o desequilíbrio, o confronto consciente das contradições e inconsistências internas que pode trazer a busca da resolução de um problema com novos conhecimentos (DELIZOICOV, 2005, p. 6). Uma forma de alcançar a problematização é usar a História e a Filosofia das Ciências no ensino de Ciências, no geral, e da Biologia, em particular. Essa abordagem é tratada no capítulo 5.

Trataremos aqui da ABP, por meio da utilização dos “Três Momentos Pedagógicos” (TMP), em uma perspectiva temática, isto é, as situações-problema apresentadas aos estudantes devem estar inscritas em um tema no qual diversos conteúdos e conceitos podem ser trabalhados (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 194-202). Uma característica importante da perspectiva temática é que ela propicia colaborações entre professores de diferentes disciplinas, fomentando, assim, a **interdisciplinaridade**. Vale ressaltar que a proposta da Nova BNCC toma a interdisciplinaridade como um ponto central dos processos de ensino e aprendizagem significativos e ativos, perspectiva mais plenamente em acordo com a educação “no e para o” século XXI, na medida em que tem um olhar que favorece o pensamento complexo. O tema da disciplinaridade escolar e das possibilidades de multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade é tratado no capítulo 2.

MOPIC/SHUTTERSTOCK



Educação para a liberdade.

GAMMA-KEYSTONE/GETTY IMAGES



Gaston Bachelard (1884-1962).

Assim, nesse contexto, temos:

- **Primeiro Momento:** trata-se da “problematização inicial” (estudo da realidade – ER) de um dado problema real apresentado pelo professor. Nesse momento, é necessário desafiar os estudantes a exporem o que pensam sobre o assunto. O professor, como mediador, deve questionar e problematizar aquilo que é trazido à tona, mas sem fornecer juízos e respostas explicativas. É, particularmente, um momento para o exercício do pensamento dialético, pois o professor questiona a fala dos estudantes e novamente os estudantes se colocam. Trata-se de permitir um distanciamento crítico dos estudantes diante de seus próprios conhecimentos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 200-201).
- **Segundo Momento:** nessa etapa ocorre a “organização do conhecimento” (OC), isto é, a etapa na qual os estudantes discutirão e estudarão os conhecimentos selecionados pelo professor como necessários para a resolução do problema proposto e problematizado. Aqui é importante que os estudantes resolvam exercícios com a finalidade de apreender e sedimentar os conhecimentos novos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 201-202).
- **Terceiro Momento:** essa é a etapa da “aplicação do conhecimento” (AC). Nesse momento, abordam-se os conhecimentos incorporados de tal forma que eles possam ser utilizados para a resolução dos problemas inicialmente propostos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 202).

## NA PRÁTICA

Nesta seção, trazemos algumas sugestões de atividades que você pode utilizar com seus estudantes. Não se refere a uma “receita” pronta e acabada, mas antes a ideias que podem e devem ser apropriadas em seu contexto de trabalho e em seus objetivos. Modifique o que quiser, utilize apenas o que achar pertinente, e bom trabalho!

### Proposta 1: A ancestralidade comum e a teoria da evolução<sup>1</sup>

#### Objetivos:

- Compreender a noção de ancestralidade comum, conceito basilar da teoria darwinista da evolução;
- Refletir sobre os aspectos de Natureza das Ciências (NdC), tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica; o caráter coletivo das ciências; a diferença entre leis e teorias nas ciências em geral e na Biologia em particular;
- Desenvolver a habilidade de formular hipóteses, testá-las e comunicar os resultados por meio da escrita científica.

**Competências gerais:** 1, 2, 4, 7

**Competência específica:** 2

**Habilidades:** (EM13CNT201), (EM13CNT202), (EM13CNT205), (EM13CNT208)

Para verificar a descrição das competências e habilidades, consulte a BNCC – Competências gerais (p. 9), Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (p. 553) e Habilidades (p. 554-560) –, 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: 24 nov. 2020.

#### Conteúdos conceituais:

- Evolução biológica;
- Ancestralidade comum e seleção natural;
- Escrita acadêmica;
- Aspectos de NdC.

**Série recomendada:** a Teoria da Evolução, assim como a Teoria Celular, é um conteúdo estruturante da Biologia Moderna. Dessa forma, seria importante que esse conteúdo fosse discutido com os estudantes já no início do Ensino Médio. No entanto, tendo em vista a realidade

<sup>1</sup> A sequência didática (SD) aqui proposta foi baseada na dissertação de mestrado de Tatiana Tavares da Silva intitulada *Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva* (2013).

curricular de cada escola e as escolhas pessoais dos professores quanto à sequência dos conteúdos a serem estudados, a atividade aqui proposta pode ser desenvolvida no 1º, 2º ou 3º ano do Ensino Médio.

**Situação-problema:** “Como é possível explicar o aparecimento de uma mesma espécie vegetal separada por barreira geográfica em locais distintos do globo terrestre (por exemplo, Brasil e África)?”

**1º passo:** Discussão em grupos para a elaboração de hipóteses explicativas para a situação-problema proposta.

Professor, essa é uma questão sobre a qual Charles Darwin (1809-1882) se debruçou de fato. Ela aparece no capítulo XII do livro *Origem das espécies* (1859), no qual o naturalista inglês expõe sua teoria evolutiva. Reúna os estudantes em grupos (de 4 a 5 estudantes), e peça a eles que discutam entre si as possíveis hipóteses explicativas.

No geral, os estudantes apontam as mesmas hipóteses que Darwin apresentou, e é muito bom dizer isso a eles, porque valoriza o pensamento dos estudantes. O papel do professor é problematizar as respostas.

Assim, uma hipótese normalmente levantada é a da Pangeia, isto é, o momento em que os continentes estavam juntos e começaram a se separar. A problematização aqui ocorre pelo questionamento: “Mas quando havia a Pangeia já não teria dado tempo de haver modificação das espécies?”. Note que a situação-problema refere-se a uma mesma espécie, e não de espécies semelhantes.

Uma segunda hipótese recorrente é a de que as aves poderiam ter levado sementes de um lugar a outro. O questionamento possível seria: “Mas há aves migratórias entre Brasil e África? Na hipótese de haver, elas não parariam ao longo do caminho, podendo defecar fora do mar? As sementes não teriam sido digeridas pelas aves e, portanto, se tornado inviáveis?”.

Nova hipótese deve ser formulada, e esse é um bom momento para mencionar “a navalha de Ockham”. Segundo Ockham<sup>2</sup>, entre as hipóteses explicativas possíveis, deve-se escolher a mais simples, a que depende de um número menor de eventos, pois o mais provável é aquilo que depende de poucos eventos. É também uma ocasião interessante para discutir aspectos de Natureza das Ciências, pois o mais provável nem sempre é o que acontece. Isso mostra que as ciências não têm respostas prontas e prévias para os fenômenos.

Conduza a discussão de tal forma que a hipótese explicativa seja que as sementes foram levadas pelas correntes marítimas de um lugar a outro.

**2º passo:** Socialização das discussões feitas pelos grupos e sistematização das hipóteses levantadas e seus devidos questionamentos.

Professor, se possível anote na lousa as hipóteses levantadas por cada grupo e socialize a discussão feita nos grupos, isto é, explicita os elementos que levaram à recusa de cada uma das hipóteses.

**3º passo:** A água do mar mata as sementes? Elaboração de experimentos que sejam capazes de sustentar a hipótese explicativa escolhida.

Professor, é importante que os estudantes elaborem experimentos passíveis de serem feitos na escola. Para conduzir essa etapa, é importante que eles pensem em uma maneira de mostrar que as sementes flutuam, e, por isso, podem ir de um lugar a outro. Se as sementes afundarem, a hipótese é descartada. É necessário que pensem também em como mostrar se a água salgada do mar mata ou não as sementes. Seu papel aqui é fundamental na condução das discussões. Há dois experimentos que devem ser realizados: o da flutuabilidade e o da germinação das sementes.

Para o experimento da flutuabilidade: em uma bacia ou qualquer outro recipiente, coloque água com 3,5% de sal de cozinha (porcentagem de sal na água do mar, ou seja, 35 gramas para cada litro de água). Sementes quaisquer devem ser colocadas dentro do recipiente e chacoalhadas durante alguns minutos, simulando o movimento das águas do mar. Se uma única semente flutuar, a hipótese ainda será viável. Discuta com os estudantes o fato de não ser necessário que todas (ou um grande número de sementes) flutuem.

No experimento de germinação é importante salientar que as sementes devem ficar na água salgada por algum tempo. Quanto tempo? Como descobrir? Essa etapa estimula os estudantes a pensar no tempo de duração das correntes marítimas e em como Darwin obteve essas informações, uma vez que não existia internet (cartas, conversas com amigos, livros etc.).

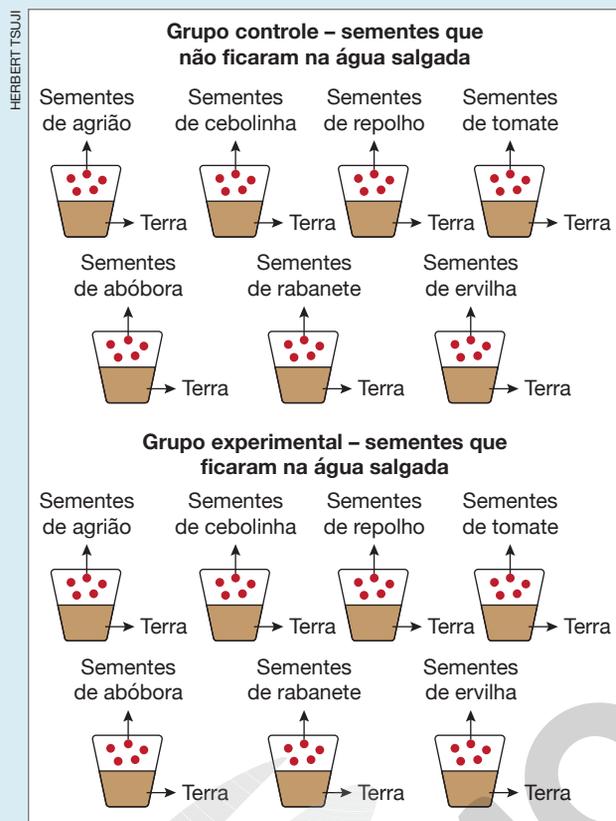
Pelos dados de Darwin, deixamos as sementes por 28 dias em água salgada, trocando-a a cada três dias. As sementes utilizadas foram: repolho, cebolinha, tomate, ervilha, abóbora, agrião e rabanete. No entanto, você pode usar quaisquer outras. O importante aqui é discutir quantas sementes de cada tipo serão plantadas e por que deve haver o grupo controle.

O experimento final de germinação é: sete copinhos com terra vegetal, nos quais são colocadas cinco sementes do mesmo tipo em cada copo. Isso para o grupo experimental,

2 Referência ao frade, filósofo e teólogo inglês Guilherme de Ockham (1285-1347).

que é o das sementes que ficaram mergulhadas por 28 dias na água salgada.

Para o grupo controle, são utilizados outros sete copinhos com terra vegetal e colocadas cinco sementes em cada copo de cada tipo de semente que **não** ficou em água salgada. O esquema abaixo pode ajudar a visualizar esse desenho experimental:



Discuta com os estudantes o porquê de se usar cinco sementes. Essa discussão pode-se dar pensando-se que uma semente é muito pouco, e que não teríamos certeza se ela não germinou por alguma outra razão que não a água salgada, mas dez sementes seria um número muito grande e haveria dificuldade em se trabalhar com tantos dados.

Reforce a importância do grupo controle, isto é, aquele que não sofreu nenhum tipo de interferência ou teste. Esse passo é fundamental para saber se as sementes não germinaram por causa da água salgada, ou se o problema era com o lote de sementes utilizadas.

**ATENÇÃO:** não é necessário que a escola disponha de um laboratório ou de equipamentos e reagentes caros e sofisticados. A condução dos experimentos pode ser feita em qualquer lugar da escola, cuidando-se para que as sementes não sequem, caso fiquem em ambiente aberto.

**4º passo:** Anotação dos resultados.

Nessa etapa, os estudantes devem visitar o local no qual as sementes foram colocadas pelo menos duas vezes por

semana para regar os copinhos e verificar quantas das sementes plantadas germinaram (ou não). Instrua-os a montar uma tabela com os resultados obtidos. A rega e a anotação dos resultados não precisam ser realizadas em horário de aula. O local pode ser visitado no intervalo entre as aulas. Para isso, é importante que você os oriente a se organizar de tal forma que o trabalho seja dividido entre todos os integrantes do grupo. É uma ocasião importante para desenvolver a responsabilidade e o espírito colaborativo.

**5º passo:** Elaboração de relatório ou de artigo científico.

Professor, essa sequência didática é longa, mas não contínua. Enquanto aguarda os resultados dos experimentos, você pode discutir em sala de aula a teoria da evolução e seus pilares fundamentais: a seleção natural e a ancestralidade comum. Na dissertação de Tatiana Tavares há detalhes e uma parte histórica interessante que pode ser trabalhada com os estudantes.

Para a elaboração do produto final – relatório ou artigo científico –, você encontra orientações e sugestões na “Caixa de Ferramentas”, no **Apêndice** deste livro. Você pode, ainda, optar por outro produto final, como a montagem de um *blog*, um *podcast*, um vídeo ou um texto de divulgação científica. Em todos os casos é possível estabelecer relações de parceria com a disciplina de Língua Portuguesa ou de Redação. Dessa forma, o trabalho se torna interdisciplinar, promovendo um aprendizado mais significativo para os estudantes.

**Proposta 2: Existe “um” método científico?**

**Competências gerais:** 1, 2, 4, 7

**Competência específica:** 2

**Habilidades:** (EM13CNT201), (EM13CNT301), (EM13CNT302), (EM13CNT303)

Para verificar a descrição das competências e habilidades, consulte a BNCC – Competências gerais (p. 9), Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (p. 553) e Habilidades (p. 554-560) –, 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: 24 nov. 2020.

**Objetivo:**

- Refletir acerca de aspectos de Natureza das Ciências (NdC), tais como o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos; as ciências como uma construção cultural por meio da contextualização histórica; o caráter coletivo das ciências; a diferença entre leis e teorias nas ciências em geral e na Biologia em particular.

**Conteúdo conceitual:**

- Aspectos de NdC.

**Série recomendada:** tendo em vista que a atividade aqui proposta tem um caráter mais geral, isto é, que ela pretende trabalhar aspectos de como as ciências produzem conhecimentos científicos, a SD pode ser feita em qualquer um dos três anos do Ensino Médio. No entanto, justamente por ser de caráter mais geral, seria interessante fazê-la em anos mais iniciais.

**Situação-problema:**

“Quais ciências vocês conhecem? Todas produzem conhecimentos da mesma forma? Há um método científico? Sempre precisa haver experimentos? Qual o papel dos experimentos na produção de conhecimentos científicos?”

Professor, essa proposta é uma boa oportunidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar. Dessa forma, converse com seus colegas para verificar quais deles gostariam de desenvolver esse trabalho com você.

A justificativa dessa proposta é verificar que há, geralmente, no senso comum e no meio educacional, a ideia de que existe um método científico universal. Normalmente ele é apresentado como constituído de etapas que devem ser seguidas. São elas: observação do fenômeno, elaboração de hipóteses explicativas, experimentação, análise dos dados, conclusões. Afora a ideia da existência de um método único e universal, os experimentos gozam do *status* de prova da veracidade ou não da hipótese inicial.

Ora, não é possível imaginar que, dada a variedade de ciências existentes e de suas distintas abordagens, possa existir um método científico. Abordar esse tema, desde as séries iniciais, é fundamental para que os estudantes desenvolvam uma visão informada acerca do fazer científico, uma instância da mais alta importância no mundo contemporâneo.

Assim, qualquer disciplina ou professor pode e deve abordar a temática. Nesse caso, seria interessante que o coletivo de professores não se limitasse a uma área do conhecimento, ainda que essa limitação não seja um grande problema. No entanto, com a adesão de mais de uma área, o trabalho pode ficar mais rico.

**1º passo:** Levantamento das opiniões dos estudantes.

Inicie a atividade questionando os estudantes sobre as ciências. Anote as respostas e problematize-as, mostrando a eles que a metodologia utilizada depende muito da pesquisa que se quer fazer. A fim de verificar, na prática, como o método depende daquilo que se deseja pesquisar, proponha a divisão dos estudantes em grupos de quatro a cinco integrantes. Cada grupo será responsável pela condução de uma pesquisa.



Estudantes fazem pesquisa na internet. Feira de Santana (BA), 2019.

ARQUIVO SECOM/ PREFEITURA FEIRA DE SANTANA

**2º passo:** Condução da pesquisa pelos estudantes.

Professor, seguem algumas sugestões de pesquisas que os estudantes poderiam desenvolver. Pode haver repetição, isto é, grupos diferentes podem realizar o mesmo tipo de pesquisa. O importante é perceber que a metodologia de pesquisa empregada varia de grupo para grupo. Caso você tenha parceiros de outras disciplinas, inclusive de outras áreas do conhecimento, as pesquisas de cada grupo podem ser mais ricas e variadas. Aqui são sugeridas duas pesquisas distintas:

**Grupo 1:** solicite que os estudantes entrevistem os funcionários, professores e demais pessoas da escola. A pergunta central poderia ser: por que não se deve automedicar-se com antibióticos?

Com um bom número de respostas, por exemplo algo em torno de 30 a 50 entrevistas, peça que os dados sejam agrupados em categorias de acordo com as respostas recebidas. Atenção: as categorias devem ser criadas pelos estudantes. As respostas podem variar desde a famosa “o corpo se acostuma” até ideias mais informadas como “as bactérias são selecionadas, sobrando apenas as resistentes”.

Instrua os estudantes quanto à melhor forma de apresentação dos dados obtidos, solicite pesquisas que possam responder à pergunta da forma mais aceita pela ciência atualmente e peça que discutam os dados chegando a conclusões sobre eles.

**Grupo 2:** solicite a esse grupo que faça um levantamento sobre as plantas presentes na escola ou no entorno. Peça que estabeleçam critérios de classificação com base na descrição completa da área amostrada.

Peça, então, que escolham uma forma de apresentação dos dados e, após pesquisa orientada, solicite que façam uma comparação entre aquilo que elegeram como critério classificatório e a maneira como a ciência acadêmica efetua essa classificação.

Você pode, ainda, estabelecer outros grupos de pesquisa. O importante é perceber que em todos os casos houve utilização de metodologias científicas e que elas são diferentes, mas que todas produzem conhecimento.

Essa atividade, além de possibilitar trazer aos estudantes uma visão mais informada acerca de aspectos de Natureza das Ciências, pode ser aproveitada para desenvolver conteúdos conceituais específicos, bem como conteúdos atitudinais como o trabalho em equipe.

Na verdade, há uma infinidade de conteúdos que podem ser desenvolvidos com esse tipo de atividade. O que vale é aquilo que o coletivo de professores determinou como os objetivos de aprendizagem.

**3º passo:** Apresentação dos resultados.

Esta etapa é fundamental para que os estudantes percebam as diferenças de condução das pesquisas. Dessa forma, não se pode falar em “método científico” no singular, mas, antes, em métodos científicos. Discuta com eles por que, apesar de as metodologias serem diferentes, todas produzem conhecimento válido. Você pode destacar o papel dos referenciais teóricos para a interpretação dos dados, o tamanho da amostra, entre

vários outros aspectos. Se o trabalho for desenvolvido de forma interdisciplinar, cada disciplina ou área do conhecimento pode discutir com os estudantes as formas mais usuais pelas quais o conhecimento é produzido em cada contexto. Aproveite esse momento para retomar as questões iniciais e verifique se houve mudança de posição e de opinião por parte dos estudantes. Discuta também com os colegas do coletivo de professores e vejam o que funcionou bem e o que deve ser mudado, avaliando o processo.

**4º passo:** Produção do produto final.

Nessa etapa, pergunte aos estudantes de que maneira gostariam de apresentar os resultados do trabalho desenvolvido e das discussões gerais feitas. Algumas sugestões para o produto final podem ser: um *podcast*, um texto de divulgação científica, um vídeo no formato de noticiário, entre outros. No **Apêndice** deste volume, você encontra orientações e sugestões para produção desses e de outros materiais na seção “Caixa de Ferramentas”.

## ■ Como avaliar

A avaliação, no contexto da ABP, é sempre processual, e nunca pontual. Isso significa que a avaliação meramente somativa ou de verificação de conhecimentos adquiridos não se aplica. Assim, a avaliação aqui é tomada como contínua e tem como principal função perceber quanto daquilo que foi planejado deve manter-se ou ser modificado de acordo com os próprios resultados dessa avaliação constante. É evidente que a avaliação deve servir também para verificar o que os estudantes de fato aprenderam, mas aprender aqui está para além da simples repetição. O aprender é, na verdade, um apreender na medida em que os conteúdos, sejam eles conceituais, atitudinais ou procedimentais, ganham significação para estudantes e professores. Trata-se, portanto, de uma **avaliação formativa** que permita ajustes de percurso sempre que for pertinente. A título de reiteração, são sistematizados abaixo os passos pedagógicos na perspectiva da ABP:

1. Leitura do problema, identificação e esclarecimento de termos desconhecidos;
2. Identificação dos problemas propostos pelo enunciado;
3. Formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados no passo anterior (os estudantes se utilizam, nesta fase, dos conhecimentos de que dispõem sobre o assunto);
4. Resumo das hipóteses;
5. Formulação dos objetivos de aprendizado (trata-se da identificação do que o estudante deverá estudar para aprofundar os conhecimentos incompletos formulados nas hipóteses explicativas);
6. Estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizado;
7. Retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema diante dos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo anterior (BERBEL, 1998).

Assim, uma abordagem como a ABP implica necessariamente uma estrutura diferenciada que leva em conta avaliações diagnósticas, capazes de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, sempre formativas e processuais, e também as avaliações somativas, caso o professor as considere pertinentes (DIAS; FONSECA, 2015). Quando a opção por sequências didáticas se faz presente, trabalhos intermediários são fundamentais para que a avaliação seja processual. Por exemplo, na proposta 1 deste capítulo, o registro das hipóteses do 1º passo pode-se tornar um objeto avaliativo intermediário.

Da mesma forma, na proposta 2, a análise preliminar dos dados obtidos nas pesquisas dos grupos também pode ser tomada como material para avaliação antes do produto final. O ideal é que, em sequências didáticas com diversos passos, cada etapa possa ser tomada como um momento avaliativo, porém não para “dar uma nota”, mas, antes, como uma forma de verificar se o caminho seguido está sendo efetivamente positivo. Retomamos, para finalizar, a ideia de que pensar em avaliação não é tão simples quanto parece. No entanto, é possível fazer das avaliações momentos de reflexão e aprendizado, sobretudo quando se trabalha na perspectiva da ABP. Nas palavras de Bernadete Gatti:

Para ter sentido, a avaliação em sala de aula deve ser bem fundamentada quanto a uma filosofia de ensino que o professor espose. A partir dessa premissa, o professor pode acumular dados sobre alguns tipos de atividades, provas, questões ou itens ao longo do seu trabalho, criando um acervo de referência para suas atividades de avaliação dentro de seu processo de ensino. É de todo importante que o professor possa criar, e verificar no uso, atividades diversas que ensejem avaliação de processos de aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de atitudes, de formas de estudo e trabalho, individual ou coletivamente, para utilizar no decorrer de suas aulas. Todo este trabalho de acumulação e tratamento progressivo de dados sobre meios avaliativos para sala de aula exige dele um certo tempo de dedicação, que pode ser maximizado e socializado se a escola dispuser de um horário compartilhado de trabalho entre os docentes, no qual essa questão seja trabalhada. Acumulando, analisando e refletindo sobre os meios avaliativos que venham a criar, os professores, bem como toda a equipe escolar, podem apurar e melhorar suas formas de avaliação e, portanto, tornarem-se mais justos na apreciação das diversas aprendizagens de seus estudantes. (GATTI, 2003).

## PRÁXIS

Ao longo deste capítulo discutimos sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e suas potencialidades. Dada suas características de participação ativa e busca por autonomia, propomos que você escolha um dos temas propostos de Biologia e desenvolva, a partir dele, uma atividade ou sequência didática na qual a ABP seja a perspectiva metodológica adotada. Depois de elaborada a atividade, coloque-a em prática e registre suas conquistas e a de seus alunos.

Leia o fragmento de um texto do educador Jorge Larrosa:

A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo, quase nada nos acontece. Dir-se-ia que tudo o que se passa está organizado para que nada nos aconteça. Walter Benjamin, em um texto célebre, já observava a pobreza de experiências que caracteriza o nosso mundo. Nunca se passaram tantas coisas, mas a experiência é cada vez mais rara.

Em primeiro lugar pelo excesso de informação. A informação não é experiência. E mais, a informação não deixa lugar para a experiência, ela é quase o contrário da experiência, quase uma antiexperiência. Por isso a ênfase contemporânea na informação, em estar informados, e toda a retórica destinada a constituir-nos como sujeitos informantes e informados; a informação não faz

outra coisa que cancelar nossas possibilidades de experiência. O sujeito da informação sabe muitas coisas, passa seu tempo buscando informação, o que mais o preocupa é não ter bastante informação; cada vez sabe mais, cada vez está melhor informado, porém, com essa obsessão pela informação e pelo saber (mas saber não no sentido de “sabedoria”, mas no sentido de “estar informado”), o que consegue é que nada lhe aconteça.

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação*, n. 19, p. 20-21, jan.-abr. 2002.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2020.

Estabeleça relações entre o que Larrosa entende por experiência e a noção de experiência em John Dewey e discuta o que você acredita que o autor buscou mostrar separando “experiência” da “informação”, uma vez que a escola é o lugar por excelência em que informações são trocadas o tempo todo entre professores e estudantes. Em sua discussão busque estabelecer relações entre a fala de Larrosa e a ABP, caso entenda que elas existam.

### Respostas

Resposta pessoal. Espera-se que o professor atente para o fato de que o destaque ocorre em relação à importância do mundo e da vida nos processos de ensino e aprendizagem.



## Sugestões para o professor

### FILMES



**Sementes podres.** Direção: Kheiron. França, 2018. 105 min. Apesar de o título ser pouco convidativo, o filme é tocante. Com humor, o filme trata de jovens considerados “estudantes-problema” no sistema institucional e tradicional de ensino. Assim, tendo sido expulsos de suas escolas, esses jovens, pertencentes a minorias étnicas, se veem obrigados a frequentar o espaço de uma espécie de ONG como forma de “reintegração” à escola. Por uma coincidência aleatória, o educador que passa a trabalhar com os estudantes é um homem cuja família foi exterminada pelo exército de Israel quando criança. Levado à França por uma ex-freira, ambos ganham a vida aplicando pequenos golpes. O contato que consegue estabelecer com os jovens é surpreendente e traz uma lufada de vitalidade para quem assiste ao filme.



**Sociedade dos poetas mortos.** Direção: Peter Weir. EUA, 1989. 180 min.

*Sociedade dos poetas mortos* já é um clássico do cinema, cuja história se desenrola a partir das relações travadas entre professor, estudantes e instituição escolar; nesse caso, uma escola de alto padrão e fortemente ligada a valores tradicionais em meados do século XX. O professor John Keating, ex-estudante da instituição, com métodos nada ortodoxos, incita os estudantes ao *carpe diem* (aproveite o presente, aproveite o dia) e os motiva a ir atrás de seus sonhos. A fórmula parece simples, mas, na verdade, o filme traz uma série de dificuldades e pressões sentidas pelos estudantes e por Keating sem ser simplista.



**Escritores da liberdade.** Direção: Richard LaGravenese. EUA, 2007. 123 min.

Baseado na história real de Erin Gruwell, uma jovem e idealista professora de Língua Inglesa. Gruwell vai lecionar em uma escola periférica marcada pela violência e pela desmotivação. A fim de conseguir o engajamento dos estudantes, em sua maioria pertencentes a minorias étnicas, ela propõe que eles escrevam sobre suas vidas ou sobre aquilo que desejarem. De fato, os estudantes começam a escrever sobre suas realidades, e isso é libertador. A escrita de si, sabidamente, tem potencial de promover o autoconhecimento e aumentar a autoestima. Essa mesma história pode ser conferida no livro *Diário dos escritores da liberdade*, no qual a experiência de Gruwell é narrada com riqueza de detalhes. A *Freedom Writers Foundation*, criada pela professora, tem o intuito de difundir sua metodologia e dar oportunidades para jovens carentes estudarem.



**O Sorriso de Monalisa.** Direção: Mike Newell. Estado Unidos, 2003. 114 min.

O filme pode ser visto como uma “versão feminina” do filme *Sociedade dos Poetas Mortos*. Nele, uma professora de arte, formada em uma universidade liberal, é contratada para ministrar aulas em uma escola feminina bastante conservadora. Ambientado no início da década de 1950, a professora busca disseminar entre as alunas a ideia de que as mulheres têm identidades culturais próprias e são, portanto, membros da sociedade como atores sociais ativos. Também aqui entra em cena uma abordagem mobilizadora que busca trazer elementos para que as alunas repensem seu papel e seu lugar na sociedade, apontando, portanto, para o papel político do educador.

## DOCUMENTÁRIOS



**The DNA journey. Momondo, Let's open our world.** Dinamarca. Cada episódio tem entre 5 e 15 minutos.

Trata-se de uma série de entrevistas com pessoas de diferentes países que se submeteram ao sequenciamento de seu DNA. Os participantes são entrevistados antes dos resultados e, posteriormente, confrontados com suas opiniões e seus preconceitos com base no resultado de seu DNA sequenciado. Parentescos e semelhanças são obtidos pelo sequenciamento. É um belo documentário, dividido em “episódios”, contra o racismo e os preconceitos com base nas ideias de raça. É possível encontrar versões com legenda e dubladas.



**Escolarizando o mundo: o último fardo do homem branco.** Direção: Carol Black. EUA/Índia, 2011. 64 min.

Esse documentário reflete sobre a educação moderna ocidental, que pode silenciar vozes minoritárias e extinguir a diversidade cultural por meio da imposição de uma homogeneização da cultura. A premissa fundamental do documentário é de que a educação e as escolhas curriculares, antes de terem como meta a promoção da autonomia e da emancipação humanas, podem estar a serviço da reprodução do *status quo*, ou seja, de interesses políticos e econômicos muito distantes dos interesses da maior parte da população. Trata-se de uma obra que incita à reflexão e que mostra também formas de resistência à imposição de uma monocultura mental.

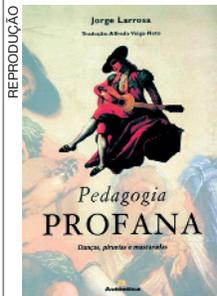
## LIVROS



**A necessária renovação do ensino das ciências.** CACHAPUZ, António Francisco; GIL-PÉREZ, Daniel; PESSOA DE CARVALHO, Anna Maria; PRAIA, João; VILCHES, Amparo (orgs.). São Paulo: Editora Cortez, 2005.

O livro traz a reelaboração e a atualização de vários trabalhos, publicados

nos últimos anos, com reflexões, investigações e práticas que visam a pensar sobre propostas de reorientação do ensino de ciências com vistas a promover a alfabetização científica dos estudantes. Trata-se de um esforço valioso de pesquisadores acadêmicos no sentido de subsidiar as práticas pedagógicas dos professores de ciências.



**Pedagogia Profana.** LARROSA, Jorge. São Paulo: Autêntica, 1999.

O filósofo da educação e professor da Universidade de Barcelona convida todos os educadores a pensar a respeito da educação com base em uma abordagem calcada nas filosofias de Friedrich Nietzsche e de Michel Foucault. O livro é muito instigante e nos leva a refletir sobre a prática docente por um viés que subverte ideias feitas e desafia o senso comum. Trata-se de uma leitura bastante pertinente à abordagem pedagógica proposta neste capítulo.



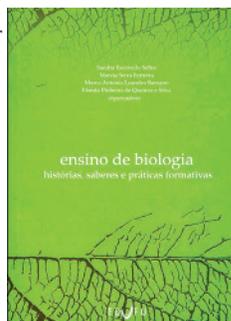
**John Dewey.** WESTBROOK, Robert B.; TEIXEIRA, Anísio. MEC/Fundação Joaquim Nabuco/Editora Massangana, 2010. Coleção Educadores.

O livro traz uma abrangente e profunda análise do pensamento de John Dewey que ajuda a entender, de forma mais completa e proveitosa, as ideias do educador. O livro está inteiramente disponível para *download* no endereço: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=205233](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=205233)>. Acesso em: 23 out. 2020.



**Ensino de Ciências.** TRIVELATO, Sílvia Frateschi; SILVA, Rosana Louro Ferreira; PESSOA DE CARVALHO, Anna Maria (coord.). São Paulo: Cengage Learning, 2014. Coleção Ideias em Ação.

A coleção *Ideias em Ação* nasceu da preocupação de professores do Departamento de Metodologia do Ensino da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. O foco é dar subsídios para a formação continuada de professores. As professoras responsáveis pelo volume *Ensino de Ciências* buscam, a cada capítulo, apresentar propostas que podem ajudar no planejamento de atividades variadas dos professores de Ciências. Há desde propostas de aulas práticas até o uso das mídias como forma de compreender conceitos científicos e aspectos de Natureza das Ciências.

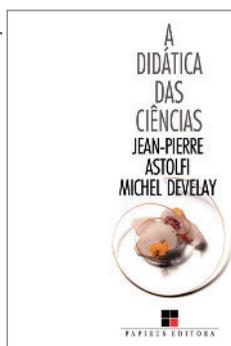


### Ensino de biologia: histórias, saberes e práticas formativas.

SELLES, Sandra Escovedo *et al.* Uberlândia: EDUFU, 2009.

Os 14 capítulos que compõem o livro trazem resultados de investigações e reflexões levadas a cabo por pesquisadores acadêmicos preocupados com o ensino de Ciências, no geral, e de Biologia,

em particular. A temática central são os percursos, saberes e práticas daqueles que vêm produzindo o ensino de Biologia no Brasil. Há uma evidente preocupação com a formação docente, e os textos apresentam desde uma perspectiva histórica até a visão do cinema sobre os cientistas, passando por discussões de políticas públicas e da divulgação científica, a possibilidade de educação científica por meio dos museus, entre outros temas instigantes.



**A didática das ciências.** ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. São Paulo: Papyrus, 2012.

A dupla de pesquisadores franceses já é conhecida por disseminar a ideia de que o “erro” pode ser um grande aliado no ensino de Ciências, bem como o levantamento de conhecimentos prévios. Nesse livro, de abordagem mais filosófica sobre a didática das ciências, os autores

trazem uma importante reflexão acerca do que significa ensinar ciências hoje. Em acréscimo, dão sugestões também para a formação de professores.

### SITES



**Instituto Paulo Freire.** No site do Instituto Paulo Freire você pode encontrar muitas informações, livros, artigos, entrevistas e vídeos de Paulo Freire e sobre o seu pensamento. Vale a pena consultar para aumentar seus conhecimentos

sobre um dos mais importantes e marcantes educadores do Brasil e do mundo.

Disponível em: <<https://www.paulofreire.org/>>. Acesso em: 23 out. 2020.



**Revista Ciência Hoje.** No site da revista *Ciência Hoje* é possível encontrar centenas de artigos publicados ao longo do tempo pela revista. Trata-se de um acervo valioso para se atualizar em Ciências da Natureza, mas também entrar em contato com as demais ciências. Há, ainda, a possibilidade de acesso à revista *Ciência Hoje das Crianças*, que traz artigos e atividades para fazer com que crianças e jovens se interessem e entendam as ciências. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/>>. Acesso em: 23 out. 2020.



**Revista Pesquisa Fapesp.** A Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) tem-se consolidado como importante agência de fomento à pesquisa no estado de São Paulo e no Brasil. Com a criação de sua revista, a Fapesp disponibiliza ao público artigos e pesquisas em andamento graças ao apoio financeiro da fundação. Você encontra, ainda, vídeos e *podcasts*. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/>>. Acesso em: 23 out. 2020.



**Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo.** O site do IBUSP traz, em cada seção, materiais didáticos e sugestões que podem ser utilizados livremente. Há desde informações mais técnicas e conteúdo até propostas de jogos e outros recursos para tornar a prática docente mais instigante, aumentando o engajamento e a aprendizagem dos estudantes. Disponível em: <<https://www.ib.usp.br/>>. Acesso em: 23 out. 2020.

## ■ Abertura

HERBERT TSUJI



As relações com o conhecimento hoje são diferentes daquelas das gerações anteriores.

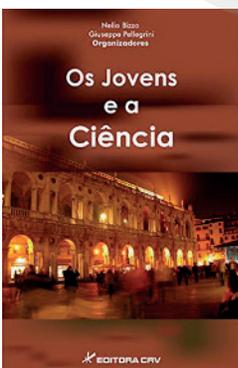
Professor, faça um pequeno exercício de memória e tente se lembrar de como eram as escolas nas quais você estudou no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Sua evocação traz muitas semelhanças com a escola na qual você é professor hoje? É provável que você diga que “sim”, se pensar na estrutura geral: carteiras enfileiradas e professor à frente da turma “expondo” os conteúdos da **disciplina**. Mas também pode acontecer de dizer “não”, afinal, muito provavelmente, você pode ter a percepção de que as relações com o conhecimento hoje são muito diferentes daquelas estabelecidas no tempo em que foi estudante ou daquelas do século XIX, cujos relatos conhecemos. Também as relações com os estudantes parecem ter mudado. Hoje há maior liberdade de fala dos estudantes, um espaço maior para que exponham as próprias ideias.

No entanto, você pode igualmente perceber que o interesse dos estudantes pela escola e pelos conhecimentos nela apresentados tem diminuído ao longo do tempo, resultando em falta de engajamento e na fragilização das relações dos aprendizes com o conhecimento. Isso soa paradoxal: se há mais liberdade de participação, por que o interesse diminuiu?

É possível que essa percepção do crescente desinteresse dos estudantes pelos conteúdos escolares, em geral, e por aqueles relacionados às Ciências, em particular, seja parcial, isto é, nossa experiência concreta como docentes, no dia a dia da sala de aula, pode nos levar a crer que “perdemos o jogo”. Contudo, pesquisas de larga escala sobre o interesse dos jovens pelas Ciências mostram um quadro menos desalentador.

Mencionamos aqui o Projeto ROSE (*The Relevance of Science Education*). Trata-se de um projeto de abrangência internacional que busca conhecer aquilo que os estudantes consideram relevante, aquilo que mais interessa a eles, o que pensam sobre a ciência escolar e os fatores que podem influenciar suas escolhas em relação ao futuro, ou seja, em que medida os conhecimentos científicos adquiridos na escola podem moldar seus projetos de vida (BIZZO & PELLEGRINI, 2015, p. 13).

REPRODUÇÃO



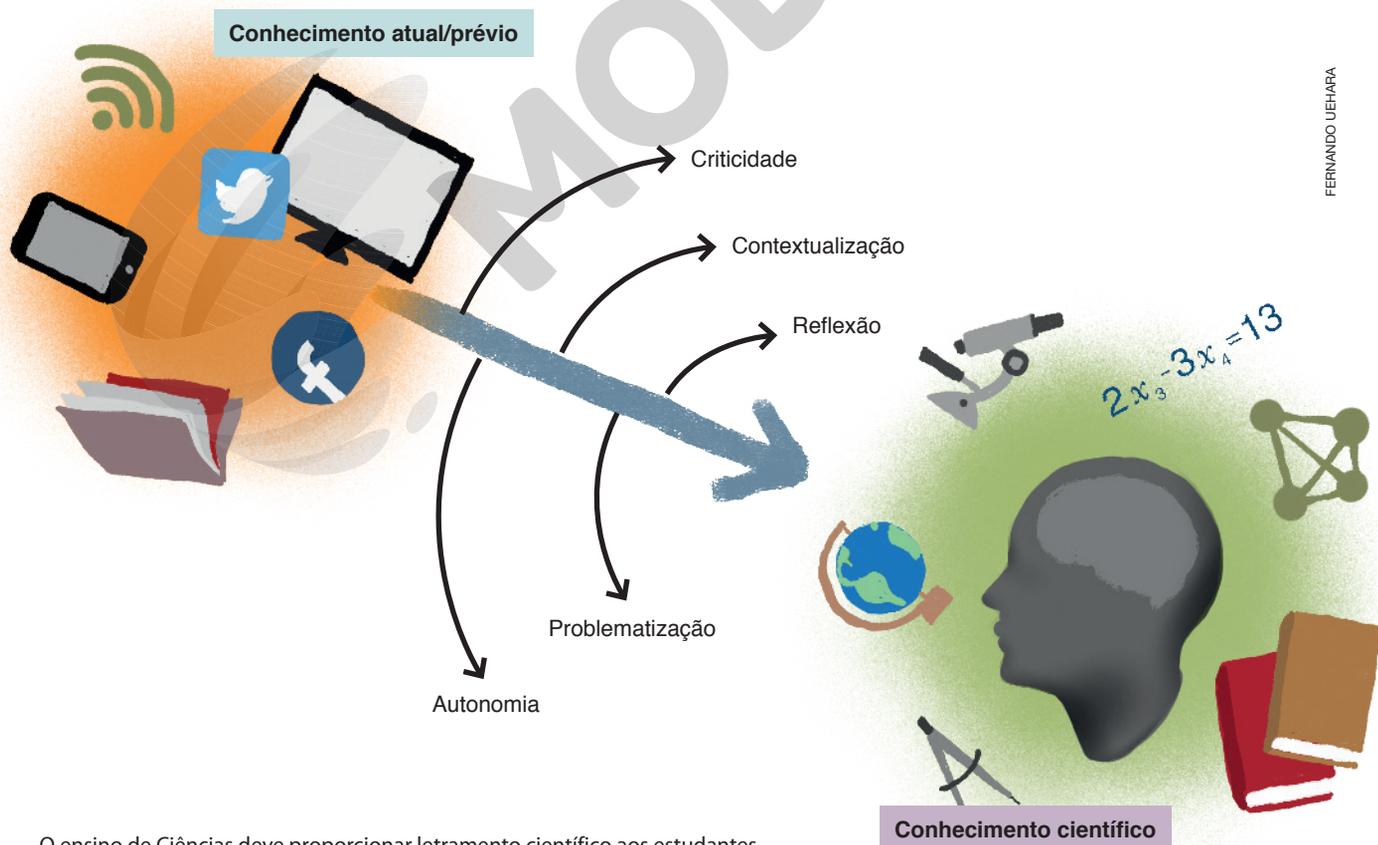
Capa do livro *Os Jovens e a Ciência*.

O livro *Os Jovens e a Ciência*, que reúne os resultados de pesquisas em larga escala de um consórcio de pesquisadores brasileiros e italianos participantes do projeto ROSE, apresenta dados que, ainda que estejam distantes do que desejaríamos como ideal, podem nos inspirar a promover mudanças em nossa prática docente de maneira a contemplar os anseios dos jovens em relação às Ciências.

Destacamos aqui alguns dos aspectos levantados pelas referidas pesquisas, a fim de que nos ajudem a refletir não apenas sobre as ciências naturais na escola, mas, sobretudo, sobre as práticas pedagógicas que têm movido professores desde os primórdios da instituição escolar e da instauração da ciência moderna ultraespecializada.

Em tese de doutorado, fruto do desenvolvimento de pesquisas junto ao ROSE, Tolentino Neto (2008) afirma ser necessário que os professores aprendam a atuar como mediadores das atividades em sala de aula, a fim de permitir uma atuação ativa dos estudantes em “comunidades de aprendizes”, com a valorização dos processos de ensino e aprendizagem de modo contextualizado (Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, discutida no capítulo 1 deste volume; uso de História e Filosofia das Ciências – HFC, discutido no capítulo 5; e abordagem CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, descrita na Introdução, por exemplo). Ressaltam-se as propostas de atividades práticas (projetos de ciências) e as que envolvem a interdisciplinaridade (TOLENTINO NETO, 2008, p. 138-140).

É justamente sobre o tema da **interdisciplinaridade** que este capítulo se debruça. Talvez não seja de todo arriscado pensar que a disciplinarização dos conhecimentos científicos em âmbito escolar, com sua inevitável carga de fragmentação dos saberes, tem responsabilidade não apenas pela perda de interesse ao longo da escolaridade, como também pelo baixo nível de **letramento científico** (ou alfabetização científica) da população brasileira no geral e dos estudantes em particular. Os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) de 2018 revelaram que nossos estudantes com 15 anos de idade tiveram desempenho bastante baixo. Em Ciências, considerando os 79 países participantes do programa, o Brasil ficou entre a 64ª e a 67ª posição. Esse resultado indica, claramente, um quadro precário que implica todos nós no sentido de encontrar saídas viáveis para a melhoria da educação científica dos jovens brasileiros.



O ensino de Ciências deve proporcionar letramento científico aos estudantes.

A ideia de letramento científico, em linhas gerais, está ligada à capacidade de fazer uso crítico de conhecimentos científicos para a compreensão da realidade e à resolução dos problemas que ela impõe, bem como à tomada de posição em relação a questões que envolvem as diversas aplicações desses conhecimentos na vida das sociedades.

## ■ Pensando as disciplinas: aspectos gerais

Não raramente os professores da contemporaneidade expressam o desejo de encontrar uma “fórmula mágica” para o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares. De fato, não se trata de tarefa simples, na medida em que parece requerer certo entendimento das diferentes disciplinas ou áreas do conhecimento. Entretanto, ainda que essa compreensão seja bem-vinda, ela não é, em termos estritos, essencial.

Dito de outra forma, não é necessário que o professor de Biologia, que deseja empreender um trabalho interdisciplinar com o professor de História ou de Geografia ou de Química, por exemplo, seja um especialista nessas outras matérias. Isso porque, como veremos, trabalhos interdisciplinares pressupõem a colaboração e a formação de uma comunidade de aprendizagem. Trata-se mais de uma disposição para o **pensamento complexo** do que propriamente de um grande domínio de diversas áreas do conhecimento.

A perspectiva da interdisciplinaridade vem ganhando força nas duas últimas décadas, sobretudo em virtude do reconhecimento da necessidade de tornar os conteúdos científicos escolares significativos, bem como da importância atribuída à discussão do papel das ciências e das tecnologias no mundo contemporâneo. A divisão dos conhecimentos científicos em disciplinas estanques aparenta não atender a essas demandas, na medida em que se constata que os enfoques disciplinares nem sempre propiciam uma efetiva apreensão dos conteúdos de modo a permitir o letramento científico.

A realidade é, de fato, muito complexa, e sua apreensão ocorre por meio de processos de simplificação e idealização produzidos dentro de teorias. Dessa forma, pode-se entender que a disciplinarização dos conteúdos obedece ao imperativo de atrelar os objetos do mundo às teorias. Assim, os conhecimentos na sociedade ocidental foram organizados e desenvolvidos segundo uma lógica cada vez mais especializada e compartimentalizada.

Essa mesma lógica foi transposta para a organização dos currículos escolares, os quais acabam por guardar forte relação com as áreas de referência no domínio dos especialistas (PIETROCOLA *et al.*, 2003, p. 133).

No entanto, há que se ter em mente a possibilidade de fazer o caminho inverso, isto é, submeter os conhecimentos científicos e disponíveis para projetos que visem à ação no mundo, mais ligados ao contexto em que estão inseridos. É, portanto, a essa possibilidade de inversão que a interdisciplinaridade fala, ao aceitar a imprevisibilidade e a instabilidade, próprias da complexidade do mundo. Isso não equivale a dizer que os conhecimentos disciplinares ou os currículos construídos de acordo com essa lógica sejam dispensáveis. A lógica disciplinar é capaz de promover maior aprofundamento dos conceitos científicos.

Mas é fundamental perguntar, ainda que se tenha grande apego aos conteúdos de nossas disciplinas específicos, e tendo a própria formação sido calcada na lógica disciplinar, quais os objetivos do ensino de Ciências na escola? É desejo da educação científica escolar formar cientistas e pesquisadores ou cidadãos com autonomia, criticidade e capacidade de fazer escolhas com base em conhecimentos científicos?

Os documentos oficiais, em particular a BNCC, apontam para a necessidade de a Educação Básica promover o desenvolvimento de competências e habilidades atreladas ao letramento científico, isto é, à capacidade de ler o mundo e tomar decisões conscientes acerca de problemas apresentados pela realidade, sejam eles de ordem pessoal, mais próxima, sejam de ordem mais geral. Decorre dessa demanda a organização por áreas de conhecimento, de tal sorte que a interdisciplinaridade entre as disciplinas de uma área, mas também das demais, seja a tônica da prática escolar. A imagem abaixo apresenta um resumo esquemático da organização do Novo Ensino Médio.

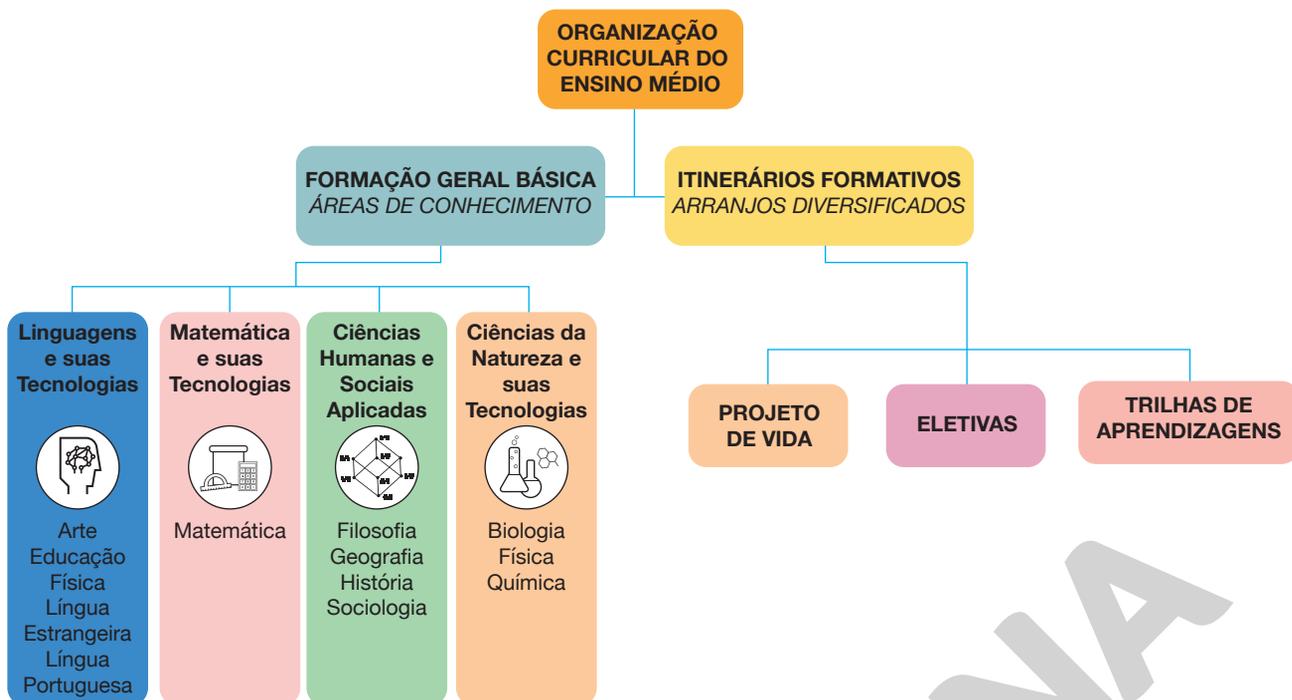


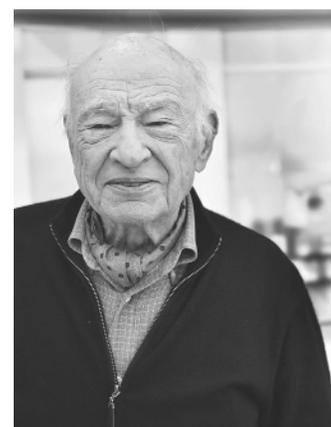
Figura 1: Esquema da organização do Novo Ensino Médio segundo a BNCC.  
 Fonte: <<http://www.educacao.df.gov.br/apresentacao/>>. Acesso em: 26 out. 2020.

Assim, a BNCC apresenta uma dinâmica de propostas nas quais o diálogo seja intenso e o desenvolvimento do trabalho se faça por temas que mantenham relações intrínsecas com a realidade concreta vivenciada pelos jovens no mundo contemporâneo. Dessa forma, a contextualização para apreensão e intervenção sobre a realidade requer um trabalho conjunto dos professores no planejamento e na execução de planos de ensino (BRASIL, 2018, p. 32).

## ■ Pensando as disciplinaridades: aspectos específicos

Retomemos o aspecto das áreas de conhecimento. Esse tipo de agrupamento já traz em si certa possibilidade de repensar as práticas docentes de forma ampliada, ou seja, de forma colaborativa, podendo gerar projetos interdisciplinares. Porém, ainda não parece suficiente para contemplar os diálogos necessários a uma maior significação dos conteúdos nos processos de ensino e aprendizagem. Para que esse diálogo seja realmente efetivo, e não apenas aparente, como por vezes acontece em tantos projetos supostamente interdisciplinares, é fundamental uma mudança no olhar, uma abertura para a complexidade inerente aos fenômenos sociais e naturais.

Tomamos aqui a complexidade nos termos propostos pelo antropólogo, sociólogo e filósofo francês Edgar Morin (1921-). Autor prolífico, ele aponta para a questão da complexidade desde os anos 1940, particularmente no campo educacional, mas é na década de 1970 que ele sistematiza suas ideias a esse respeito na coleção *O método*, que conta com seis volumes.



Edgar Morin (1921-).



Coleção *O método*, de Edgar Morin, composta de seis volumes.

O pensamento moriniano começa a ganhar repercussão no campo educacional apenas a partir dos anos 1990, quando os pesquisadores da área aderiram também ao pensamento do filósofo francês Michel Foucault (1926-1984) e às teorias críticas e pós-críticas do currículo. O que esses pensadores e teorias têm em comum, *grosso modo*, é a insistência em submeter a educação e os processos educacionais a um olhar bastante crítico, ainda que cada um o faça com características próprias.

Para Morin, a complexidade é uma forma de ver o mundo. Trata-se de um conceito que nasce da necessidade de entender e de construir o mundo contemporâneo. Sua definição de complexidade advém da fusão de três princípios-base ou conceitos primeiros: *arkhê*, o próprio princípio da complexidade, sustentado pelas noções de *logos*, *ethos* e *pathos*.

A noção de *logos* está ligada à razão ou à capacidade de racionalização. Dessa forma, encontra-se inexoravelmente atrelada ao discurso e à linguagem, implicando, ainda, o entendimento de certa ordem universal. O *ethos* pode ser compreendido como um conjunto de valores e hábitos que são traços de todos os humanos. Dado que na Grécia Antiga o *ethos* estava ligado a valores e hábitos que visavam ao bem comum, originou-se a ideia de ética. Já o *pathos* está ligado à mobilidade, a disposições afetivas fundamentais, às paixões. No caso do pensamento complexo, ele significa tudo o que se faz ou tudo o que acontece de novo. A fusão da racionalidade (*logos*), da ética (*ethos*) e da ação (*pathos*) para Morin é um indicativo da necessidade de reforma do pensamento. Para ele, há clara inadequação entre os conhecimentos fragmentados e compartimentalizados em disciplinas e o entendimento e o enfrentamento de problemas cada vez mais multidimensionais, polidisciplinares, globais, transversais. A inadequação de “métodos” de análise dessa realidade múltipla torna os problemas invisíveis e, portanto, sem possibilidade de solução (MORIN, 2013, p. 13-22).

Não se trata, contudo, de demonizar a disciplinaridade escolar, mas, antes, de fazer pensar a respeito e verificar em que medida esse tipo de organização do currículo é capaz de responder às demandas do século XXI. A apreensão dos conhecimentos se faz por meio da contextualização, logo, ao separarem os saberes, as disciplinas podem acabar por produzir um efeito contrário, isto é, de descontextualização, o que pode levar a uma dificuldade de aprendizagem ou a um desinteresse pelos conhecimentos veiculados em ambiente escolar. Não se pode perder de vista que o aprendizado é, em muitos sentidos, uma abertura para o outro e, sem contexto, à base de fragmentação, ele pode simplesmente não se realizar. Nas palavras de Morin, as alternativas apontam para a religação dos saberes, a qual parece ser potencializada em abordagens nas quais o diálogo entre as disciplinas acontece. Esse diálogo pode se dar em **multidisciplinaridade**, **pluridisciplinaridade**, **interdisciplinaridade** e em **transdisciplinaridade**.

## ■ Pensando as disciplinas: aspectos metodológicos

Vejam as diferenças entre as abordagens que buscam levar em consideração algum tipo de diálogo entre as disciplinas.

A **multidisciplinaridade** pode ser caracterizada pela presença de um tema, ou uma temática, em comum a ser trabalhado pelas disciplinas de determinada área de conhecimento. No entanto, o fato de haver um tema em comum não implica um trabalho colaborativo entre os professores. Na verdade, essa abordagem continua privilegiando as disciplinas isoladamente, apesar de propor um tema comum. Assim, cada disciplina trata do tema escolhido com base no ponto de vista disciplinar. As disciplinas trabalham próximas, mas não juntas. Há sobreposição, mas não interação.

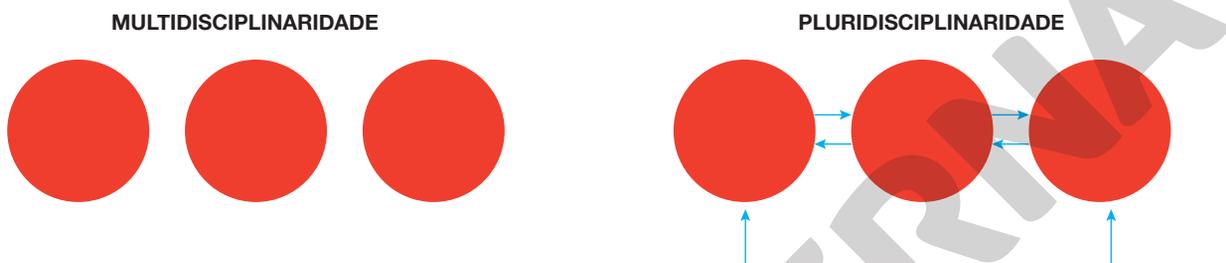
Tomemos como exemplo uma proposta de trabalho multidisciplinar no Ensino Médio em que o tema escolhido seja “energia”, que, junto a “matéria”, é um dos eixos temáticos da BNCC (Matéria e Energia). Esse tema pode ser tratado, por exemplo, pelas disciplinas da área de conhecimento de Ciências da Natureza: Física, Química e Biologia. Cada uma das disciplinas trabalharia a questão da energia sob um ponto de vista específico. Há, de fato, uma aproximação, sobretudo se a discussão for feita sincronicamente nas disciplinas, porém não há explicitação das inter-relações possíveis entre os diferentes pontos de vista. Sem a explicitação dessas relações, não é possível garantir que os estudantes consigam fazê-las de maneira independente. Na verdade, a literatura aponta que as inter-relações que podem ser muito óbvias para os professores não o são para os estudantes.



Disso não se depreende que o trabalho multidisciplinar seja absolutamente irrelevante. Na verdade, na ausência de possibilidade de trabalhos interdisciplinares, a discussão de um mesmo tema em diferentes disciplinas é mais proveitosa do que a apresentação de conteúdos totalmente variados e desconectados. Entretanto, ainda parece pouco quando se pensa na importância do pensamento complexo e da formação do espírito crítico. Os objetivos são múltiplos, mas, sem cooperação e diálogo entre os professores, os resultados ficam aquém do que poderia ser alcançado.

A noção de **pluridisciplinaridade** é semelhante à de multidisciplinaridade, mas, ainda assim, é possível estabelecer diferença entre elas. No caso da pluridisciplinaridade, há algum grau de cooperação entre as disciplinas, embora não uma coordenação efetiva. No caso do exemplo mencionado, o tema permanece o mesmo, e os professores fazem menção aos conteúdos trabalhados nas diferentes disciplinas, todavia falta ainda uma intencionalidade inequívoca em um trabalho conjunto. O tema escolhido é trabalhado também em um só nível (apenas entre os componentes curriculares de uma mesma área de conhecimento), apesar de os objetivos poderem ser múltiplos.

Comparativamente, em termos esquemáticos, teríamos:



**Figura 2:** Esquema representativo da multidisciplinaridade e da pluridisciplinaridade. As bolas representam as disciplinas de uma área específica de conhecimento.

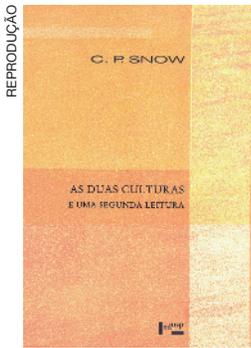
Para que haja efetivo diálogo entre as disciplinas, com a possibilidade de favorecer a construção de um olhar complexo sobre a realidade, é necessário o desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar. Nesse caso, há colaboração e coordenação com explicitação das inter-relações possíveis dentro de um mesmo tema. Trata-se de uma abordagem que pode ocorrer em dois níveis, isto é, envolvendo disciplinas de áreas do conhecimento diferentes e sempre com objetivos múltiplos de aprendizagem. Há, na **interdisciplinaridade**, um conjunto de atividades a serem desenvolvidas de tal forma a construir uma articulação legítima entre as disciplinas envolvidas e condizentes com os objetivos em comum previamente delimitados. A existência de um elemento integrador comum é o que pode garantir que a interdisciplinaridade aconteça, estabelecendo níveis hierárquicos que coordenem as ações pedagógicas. Apresentamos a seguir algumas experiências que podem favorecer o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares:

- a construção de projetos em comum, de fóruns de discussão para problematizar um conhecimento envolvendo várias disciplinas;
- a utilização de experiências curriculares por problema, quando a compreensão e a resolução de questões pertinentes e relevantes para a escola e para a comunidade são vivenciadas e estudadas e sugestões de soluções são construídas;
- o envolvimento de várias disciplinas em discussões mobilizadas pela mídia com a utilização dos potenciais educativos das tecnologias contemporâneas;
- a mobilização de várias disciplinas em eventos científicos e socioculturais, demandando a construção de relações;
- a análise de filmes, documentários, peças, obras técnicas, obras de arte e literárias, inter cruzando vários campos do saber.

**Fonte:** Interdisciplinaridade e o ensino de ciências: uma análise da produção recente. In: Atas do VIII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)/I CIEC (Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias), 2011. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.



Charles Percy Snow (1905-1980).

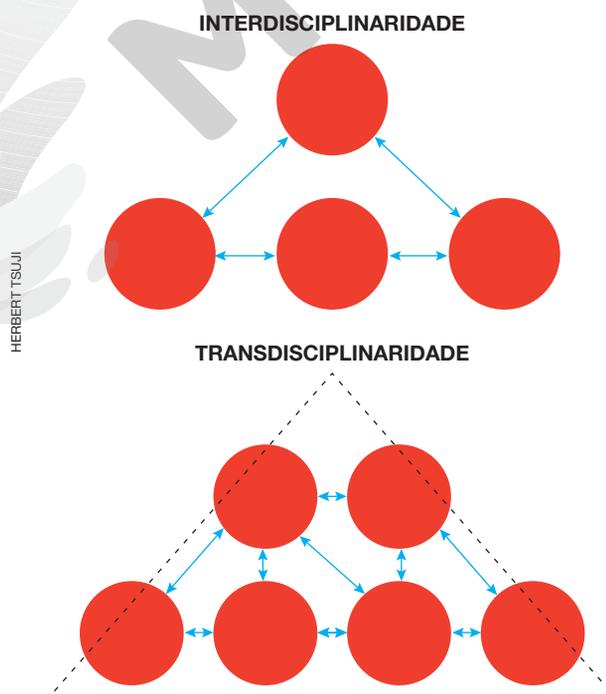
Capa do livro *As duas culturas e uma segunda leitura*, de C. P. Snow.

É importante notar que tais propostas podem ser trabalhadas com base em metodologias distintas, como: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), abordagem por História e Filosofia das Ciências, abordagem por Questões Sociocientíficas, entre outras. Dessa forma, a interdisciplinaridade deve ser encarada como uma perspectiva mais abrangente, nas quais os processos de ensino e aprendizagem devem ocorrer independentemente da abordagem escolhida. A interdisciplinaridade é, antes de tudo, uma espécie de solo epistêmico, de visão geral que norteia, com o apoio do paradigma da complexidade, as ações docentes. Na seção **Na Prática** você encontra sugestões de atividades baseadas nesse olhar interdisciplinar. Já na seção **Perspectivas Transversais** as indicações foram escolhidas com o objetivo de favorecer a elaboração de outras atividades, seqüências didáticas e projetos também interdisciplinares.

Finalmente, temos a **transdisciplinaridade**. O olhar transdisciplinar favorece o nascimento do novo. Trata-se de uma perspectiva na qual, ao estabelecer profundas inter-relações entre disciplinas ou campos diferentes, um novo objeto surge. Alguns exemplos podem ser mencionados: a História das Ciências, a Filosofia das Ciências, as vertentes “*etno*” das Ciências – Etnomatemática, Etnobiologia, Etnofísica etc. É importante perceber que a fusão entre História e Ciências fez aparecer um novo campo que não é apenas História, tampouco apenas Ciências, mas uma História das Ciências. O mesmo pode ser dito dos demais exemplos. No caso da História das Ciências, faz-se uso de métodos e procedimentos da História para olhar para as Ciências, ou seja, temos aqui uma espécie de híbrido que congrega elementos de ambas. Na perspectiva transdisciplinar, reconhece-se uma adesão à complexidade que produz um conhecimento em diferentes níveis por não impor nenhum tipo de barreira entre as áreas de conhecimento e as disciplinas.

A perspectiva transdisciplinar é particularmente interessante, pois evita a separação fundamental entre as ditas “Humanidades” e as “Ciências”. Sobre essa separação, já nos alertava o físico, químico e novelista Charles Percy Snow (1905-1980), em sua obra *As duas culturas* (1959). Para Snow, essa separação não é bem-vinda, pois leva à fragmentação do conhecimento e também à fragmentação do próprio ser humano, na medida em que essas “culturas” se interpenetram no mundo da vida.

Esquemáticamente, temos:



**Figura 3:** Esquema representativo da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade.

Portanto, depreende-se das características intrínsecas às perspectivas inter e transdisciplinares que o trabalho pedagógico é favorecido ao promover as competências e habilidades dos estudantes no que diz respeito à formação do pensamento crítico. Contudo, muitas vezes a necessidade de adotar essas perspectivas pode se tornar fonte de tensão e insegurança para os professores, mas não precisa ser assim. O importante é manter uma reflexão contínua sobre sua prática pedagógica e dialogar com os colegas a fim de que uma comunidade de aprendizagem seja, de fato, construída. Dessa forma, em **colaboração**, o trabalho a ser desenvolvido é facilitado e ganha mais sentido.

Professor, identifique seus interesses e suas necessidades, busque, no diálogo, conhecer a si mesmo e às demais pessoas de seu convívio, reconheça suas forças e suas dificuldades, compartilhe o que sabe, aquilo que deseja, aquilo com que você sonha para sua vida como professor e como pessoa. Não tenha medo de arriscar. O futuro pertence a todos nós e sua construção está em nossas mãos.

## NA PRÁTICA

Nesta seção você encontra propostas e subsídios para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares. Não se trata, entretanto, de uma receita que deve ser seguida à risca. As propostas são, antes, fontes para inspirá-lo. Adapte, corte, acrescente, reconstrua as propostas de forma que façam sentido para você e que sejam de fato auxiliares para atingir os objetivos que você estipulou.

### **Proposta 1: Teoria da Evolução: darwinismo social?**

#### **Objetivos:**

- Compreender os aspectos centrais da Teoria da Evolução proposta por Charles Darwin (1809-1882);
- Compreender os principais aspectos do higienismo nas primeiras décadas do século XX no Brasil;
- Refletir acerca das apropriações indevidas do pensamento darwinista com vistas a difundir políticas de exclusão social supostamente respaldadas cientificamente;
- Verificar de que maneira as artes (notadamente a literatura) podem ser utilizadas tanto para difundir uma dada ideologia quanto para criticá-la.

**Competências gerais:** 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10

**Competências específicas:** 2, 3

**Habilidades:** (EM13CNT201), (EM13CNT202), (EM13CNT205), (EM13CNT208), (EM13CNT302), (EM13CNT303), (EM13CNT305)

Para verificar a descrição das competências e habilidades, consulte a BNCC – Competências gerais (p. 9), Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (p. 553) e Habilidades (p. 554-560) –, 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: 24 nov. 2020.

#### **Conteúdos conceituais:**

- Evolução biológica;
- Higienismo no Brasil;
- Literatura brasileira: o caso do Naturalismo;
- Escrita dissertativa argumentativa;
- Aspectos de NdC.

**Série recomendada:** 3º ano do Ensino Médio.

**Situação-problema:** A teoria darwinista da evolução pode ser usada para respaldar ideias eugenistas?

Professor, o tema do darwinismo social aparece na história recente do Brasil como forma de respaldar práticas que na verdade são antidemocráticas. As ideias de branqueamento da população das primeiras décadas do século XX, com a adesão de expoentes da sociedade brasileira, como Monteiro Lobato, traz uma excelente oportunidade para o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar. A proposta aqui apresentada pode ser desenvolvida com as disciplinas História, Filosofia, Sociologia, Língua Portuguesa e Redação. Nada impede que você decida abarcar mais disciplinas como, por exemplo, Geografia, Educação Física e Arte, ou restringi-las. Na verdade, como já mencionado anteriormente, o importante é que a proposta faça sentido para você e que seja capaz de ajudá-lo a atingir seus objetivos. Muitas vezes, a restrição dos componentes curriculares participantes ocorre pela recusa dos colegas em participar da proposta. Assim, reelabore-a de acordo com seus interesses e suas possibilidades. O que se segue aqui é um primeiro passo para inspirá-lo.

O fundamental para a execução desta proposta é que seja feito um planejamento conjunto de modo a distribuir as aulas e os conteúdos entre os colegas participantes. Se for possível, planeje aulas conjuntas, isto é, que dois ou mais professores envolvidos possam estar presentes. Isso não é difícil, mas precisa contar com o apoio da coordenação

pedagógica para ajustar a grade de aulas a fim de favorecer as aulas conjuntas.

**1º passo:** Leitura compartilhada e discussão em grupos do texto-base 1.

### Texto-base 1: Darwinismo social nas Conferências da Glória

Na segunda metade do século XIX, no Brasil, a elite intelectual acreditava que, por meio da divulgação dos saberes científicos, a sociedade brasileira poderia caminhar em direção a um “mundo civilizado”. As ideias de Darwin estavam na ordem do dia e muitos intelectuais viam na teoria darwinista da evolução a chave para o progresso social.

Assim, entre os anos de 1873 e 1880 ocorreram as Conferências Populares da Glória, no Rio de Janeiro. Eram preleções públicas com a função de divulgar aquilo que nossos cientistas compreendiam como o darwinismo, no Brasil.

Leia um trecho de uma conferência proferida em 1876 por Augusto César Miranda de Azevedo, um médico defensor da aplicação do darwinismo na sociedade com vistas a “um progresso da raça”. Depois, discuta com os colegas as questões propostas.

Todo mundo grita que o gênero humano decai, que o homem de hoje não é o homem atlético e possante das eras passadas. Sabeis a razão disso? É pela aplicação da teoria de Darwin que a percebemos. Por todo mundo civilizado atualmente está grassando a preocupação do predomínio militar; e qual a causa dessa preocupação? A ignorância das leis de Darwin, na maneira por que são confeccionadas as legislações militares. Procuram para o exército os entes sadios, fortes, vigorosos e desprezam, deixam para constituir família, para organizar a sociedade aqueles que têm alguns defeitos, que são fracos fisicamente. Qual a consequência desse fato? A consequência lógica e imediata de uma lei de Darwin da hereditariedade. Todos aqueles que forem robustos e sadios não podem constituir família, porque as leis militares os roubam a seus lares para deixarem o sangue mais generoso e forte do país nos campos de batalha, e são precisamente os débeis, os que têm defeitos físicos que hão de constituir famílias, e assim transmitirem a seus filhos, à sua descendência os germes desse raquitismo, dessa degeneração que todos os estadistas proclamam.

Fonte: CARULA, Karoline. **A tribuna da ciência**. As conferências populares da Glória e as discussões do darwinismo na imprensa carioca (1873-1880). São Paulo: Fapesp/Annablume, 2009, p. 85.

Professor, a leitura compartilhada, isto é, feita em voz alta na sala e comentada, é importante para situar a problemática. Para isso, é necessário que os estudantes já conheçam a teoria darwinista da evolução, pois, dessa forma, poderão argumentar a favor ou contra, com base em conhecimentos científicos. Isso é fundamental para o desenvolvimento do letramento científico.

Algumas questões podem ser propostas a fim de direcionar a discussão, se você achar pertinente. Seguem algumas sugestões:

**1. Que papel o autor do trecho parece destinar às ideias de Darwin?**

O autor parece buscar em Darwin uma forma de melhoria social por meio de “cruzamentos” entre humanos com características “superiores”. Essa era uma ideia forte do sanitarismo: controlar a reprodução humana para produzir seres humanos melhores.

**2. Pelo que estudou sobre a teoria da evolução, você considera que Miranda de Azevedo fez uma leitura correta das ideias darwinistas? Justifique.**

Darwin, na obra *A origem das espécies*, buscou entender e explicar como ocorre a evolução em populações naturais. Em nenhum momento ele aponta que os mecanismos que propôs são diretamente aplicáveis ao homem. É na obra *A descendência do homem* que tratará sobre o tema. Mas vale mencionar que Darwin e sua família eram radicalmente contrários à escravidão e nunca defenderam a ideia de superioridade e inferioridade entre as “raças” humanas.

**3. Tendo em vista que criadores fazem cruzamentos entre animais e plantas para produzir linhagens melhores, você considera que o mesmo procedimento em humanos seria justificável? Explique.**

Resposta pessoal. No entanto, a discussão pode ser encaminhada no sentido de que a presença de cultura e forte organização social entre os humanos são características que tornam a “faxina étnica” bastante condenável do ponto de vista ético.

**2º passo:** Socialização das discussões feitas pelos grupos e produção de texto dissertativo-argumentativo coletivo.

Professor, o momento de socialização das discussões é fundamental para que os estudantes pratiquem a linguagem oral, para que as ideias se tornem mais claras e para aguçar o espírito crítico e o discurso argumentativo racional. Com base nas discussões, as ideias devem ser sistematizadas em um texto escrito: uma dissertação argumentativa. Essa produção pode ser do grupo ou da classe como um todo. A escolha é sua, mas note que, para poderem fazer um texto consistente, a ajuda do componente curricular de Língua Portuguesa é fundamental. Dessa forma, quando estiver

montando seu planejamento, converse com os professores associados a fim de que esse aspecto seja contemplado. Caso não consiga a adesão deles, no apêndice deste volume você encontra as orientações necessárias para que o texto possa ser desenvolvido com qualidade.

**3º passo:** Leitura compartilhada do texto-base 2 e discussão nos grupos.

Professor, o texto na íntegra está disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13479/15297>> (acesso em: 5 nov. 2020). Note que o texto é uma oportunidade também para recapitular ou reforçar vários conteúdos de Biologia.

### Texto-base 2: Existem raças humanas?

O geneticista Sérgio D. J. Pena e a filósofa Telma S. Birchall, autores do texto a seguir, discutem como o conhecimento genético aponta para a inexistência de raças entre os seres humanos.

“[...] três linhas separadas de pesquisa molecular fornecem evidências científicas sobre a inexistência de raças humanas. A primeira é a observação de que a espécie humana é muito jovem e seus padrões migratórios demasiadamente amplos para permitir uma diferenciação e conseqüentemente separação em diferentes grupos biológicos que pudessem ser chamados de ‘raças’. A segunda é o fato de que as chamadas ‘raças’ compartilham a vasta maioria das suas variantes genéticas. A terceira é a constatação de que apenas 5-10% da variação genômica humana ocorre entre as ‘raças’ putativas. As evidências levam à conclusão de que raças humanas não existem do ponto de vista genético ou biológico.

[...] No Brasil, apesar do mito da ‘democracia racial’, há um preconceito social que parece estar particularmente conectado com a aparência física da pessoa (Nogueira, 1955) e que privilegia as características associadas ao continente europeu. A ‘cor’ no Brasil corresponde ao termo em inglês *race* e é baseada em uma avaliação fenotípica complexa, que leva em conta a pigmentação da pele e dos olhos, o tipo de cabelo e a forma do nariz e dos lábios (Telles, 2003). Aparentemente, a razão pela qual o termo Cor (com C maiúsculo para chamar a atenção para a sua natureza multifatorial) é usado no Brasil ao invés de ‘raça’ é que ele enfatiza a natureza contínua dos fenótipos (Telles, 2003). Com base nos critérios de autotaxonomia do censo do IBGE de 2000, a população brasileira era composta por 53,4% de brancos, 6,1% de pretos e 38,9% de pardos. O que representam estes números em termos de ancestralidade genética?

[...] os nossos estudos demonstraram claramente que, no Brasil, a cor avaliada fenotipicamente com base na pigmentação da pele e dos olhos, na textura do cabelo e no formato dos lábios e do nariz, tem uma correlação muito fraca com o grau de ancestralidade africana estimada por marcadores genômicos específicos (Parra *et al.*, 2003). Individualmente, qualquer tentativa de previsão torna-se muito difícil, já que pela inspeção da aparência física de um brasileiro não podemos chegar a nenhuma conclusão confiável sobre o seu grau de ancestralidade africana. Em outras palavras, no Brasil, a cor, como socialmente percebida, tem pouca ou nenhuma relevância biológica.

[...] Embora o conhecimento científico não fundamente os valores, ele é capaz de afastar erros e preconceitos, desempenhando assim um papel libertador no exercício das escolhas morais.”

Fonte: PENA, Sérgio D. J.; BIRCHALL, Telma S. A inexistência biológica *versus* a existência social de raças humanas: pode a ciência instruir o etos social? In: *Revista USP*, São Paulo, n. 68, p. 10-21, dez./fev. 2005-2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13479/15297>>. Acesso em: 27 out. 2020.

Professor, as questões apresentadas a seguir podem ajudar a encaminhar as discussões nos grupos. Utilize-as, se achar pertinente.

**a) Por que o fato de a espécie humana ser jovem é uma evidência de que não se pode falar em raças humanas?**

A teoria da evolução pressupõe que a formação de novas espécies requer um tempo muito grande para que possa ser efetivada. Trata-se da ideia de tempo geológico, medido em milhões de anos. Assim, a origem única do homem há apenas 150.000 anos indica que não houve tempo suficiente para uma possível formação de subespécies (“raças”) ou espécies distintas de seres humanos.

**b) Por que o compartilhamento genético indica forte grau de parentesco evolutivo e, no caso humano, indica a não existência de raças?**

A teoria moderna da evolução (teoria sintética ou neodarwinismo) defende a noção de que, quanto maior o grau de semelhança genética, maior o grau de parentesco evolutivo. Isso é bastante razoável se tivermos em mente o fato de que são os genes, em interação com o ambiente, os responsáveis pelas características de uma espécie. Organismos aparentados têm, no geral, maiores semelhanças entre si do que aqueles não aparentados, logo o conteúdo genômico é um indicativo desse parentesco.

**c) Você acha que a ciência influencia o pensamento da sociedade?**

É importante destacar que o fazer científico é uma atividade cultural e social construída por seres humanos. Portanto, não só a ciência influencia o modo como pensamos, como é importante que, em muitos casos (como o visto no texto), mostre a inconsistência de alguns modos de pensar e viver. Além disso, é importante destacar o fato de que conhecer o fazer científico é uma maneira de se posicionar criticamente em relação a muitos aspectos da vida social, principalmente porque a influência da ciência no pensamento contemporâneo é muito forte.

**d) A partir da leitura do texto “Existem raças humanas?”, argumente contra as ideias de Miranda de Azevedo, utilizando-se dos elementos da discussão anterior.**

Miranda de Azevedo, ao acenar com o melhoramento das raças humanas, contradiz a ideia de que, do ponto de vista biológico e científico, não se pode falar em raças humanas. Não se sustenta cientificamente a ideia de superioridade ou inferioridade entre os humanos. Os dados apresentados no texto “Existem raças humanas?” mostram que os seres humanos são todos iguais do ponto de vista científico.

Esse texto traz uma oportunidade, particularmente, para a discussão daquilo que ficou conhecido como **sanitarismo**.

Aqui também pode ser feita uma discussão sobre as implicações éticas e sociais da produção de saberes científicos e de sua apropriação com fins nem sempre positivos.

**4º passo:** Socialização das discussões feitas nos grupos e produção de um novo texto dissertativo-argumentativo.

Professor, trata-se aqui de uma complexificação daquilo que já foi feito no 2º passo, pois, agora, os estudantes deverão contemplar em suas produções escritas os dois textos. É importante enfatizar a necessidade de fundamentar as ideias defendidas, isto é, a tomada de posição requer argumentos que a sustente.

**5º passo:** Leitura compartilhada do texto-base 3 e discussão nos grupos.

**Texto-base 3: O darwinismo e O cortiço**

Professor, vale lembrar que a leitura de *O cortiço* tem sido exigida nos últimos anos pelos principais vestibulares brasileiros. Dessa forma, seria muito interessante desenvolver esta proposta com o professor de Literatura (Língua Portuguesa), solicitando a leitura integral da obra pelos estudantes.

*O cortiço* (1890), de Aluísio Azevedo, é uma obra representativa do naturalismo brasileiro (1857-1913).

É considerado o mais bem elaborado romance desse movimento. Nele, personagens e enredos estão submetidos a um destino imutável impingido por “leis naturais” que a ciência da época julgava ter codificado. Entre elas, certa compreensão das ideias de Charles Darwin, que você estudou até aqui.

Confira, a seguir, alguns trechos dessa obra.

“Ele [João Romão] propôs-lhe morarem juntos e ela concordou de braços abertos, feliz em meter-se de novo com um português, porque, como toda a cafuza, Bertoleza não queria sujeitar-se a negros e procurava instintivamente o homem numa raça superior à sua.”

“[...] desde que Jerônimo propendeu para ela, fascinando-a com a sua tranquila seriedade de animal bom e forte, o sangue da mestiça reclamou os seus direitos de apuração, e Rita preferiu no europeu o macho de raça superior.”

Fonte: AZEVEDO, Aluísio. *O cortiço*. Rio de Janeiro: Record, 1995.

Professor, ainda dentro da temática sobre o sanitarismo e o darwinismo social, a proposta é tentar trabalhar junto ao professor de Língua Portuguesa a forma como essa questão aparece na literatura brasileira do final do século XIX. Em particular, o livro *O cortiço*, de Aluísio Azevedo, mostra-se bastante promissor. O importante é salientar que há um espírito de época impregnado das questões científicas, as quais deram o tom à parte da produção artística e cultural. A literatura pode, portanto, ser utilizada como um documento de época no qual os anseios e desejos da sociedade são retratados. É também valioso frisar que aquilo que se veicula sobre uma teoria científica nem sempre é o que o cientista propôs originalmente. As leituras possíveis e as reconstruções são um fato na ciência. Muitas vezes, um saber científico é utilizado de maneira equivocada para privilegiar grupos sociais ou propagar preconceitos. Esse é especificamente o caso da teoria darwinista da evolução. A ideia da “sobrevivência do mais forte” está no coração do capitalismo. Mas Darwin não propôs isso. Trata-se de uma leitura e de uma apropriação particular de conceitos científicos. Isso é muito importante: os estudantes devem perceber que a ciência não é neutra, não trabalha com verdades absolutas e que tem desdobramentos sociais que podem ser nefastos. Daí a importância de aprendê-la: para ter informação e consciência a fim de se posicionar de forma crítica.

Fornecem-se a seguir algumas informações sobre o contexto histórico da época e sobre o enredo da obra. Discuta com os estudantes essas ideias. Incentive-os a ler o livro. Busque estabelecer uma colaboração com o professor de Língua Portuguesa para o desenvolvimento de um projeto que una os dois componentes curriculares. Em termos

cognitivos, é realmente valiosa a interdisciplinaridade como estratégia de ensino e de aprendizado.

As ideias sobre raça estão sempre presentes na sociedade. Isso é particularmente verdadeiro para o século XIX. Com a difusão de teorias científicas de caráter determinista, a noção de raça ganhou traços biológicos e passou-se a defender uma hierarquia entre as diversas etnias humanas. Por mais que você saiba que isso não tem fundamento científico, muito ainda se vê de preconceito e desinformação. Na segunda metade do século XIX, o sentimento de que a ciência evolucionista poderia trazer uma melhoria real para a espécie era muito forte. Os currículos escolares da época mostram que as ideias de “limpeza étnica” estavam realmente em voga. Os estudantes aprendiam que deviam cuidar de sua saúde e integridade física e produzir famílias que tivessem as melhores características da “raça humana”, a fim de fazer um “homem melhor”. Um homem “cientificamente melhorado” produziria uma sociedade melhor. Isso aparece na literatura, isso aparece em *O cortiço*.

O enredo do livro gira em torno de um cortiço no qual estão presentes diversos personagens representativos do cenário social: João Romão é um português ambicioso que consegue abrir um pequeno estabelecimento comercial. Junta-se à Bertoleza, uma escrava fugida, e começa a montar seu negócio. Os cubículos vão se multiplicando, configurando um cortiço. Entre os moradores, há o também português Miranda, de classe mais elevada; a Machona, lavadeira gritalhona; Alexandre, mulato pernóstico; Pombinha, moça franzina que se desencaminha por influência das más companhias; Rita Baiana, mulata faceira que andava amigada na ocasião com Firmo, malandro valentão; Jerônimo e sua mulher, e outros mais. Outro cortiço se forma no local, o que vai gerar muitos conflitos. No entanto, o que interessa aqui são dois relacionamentos, entre João Romão e Bertoleza e entre Jerônimo e Rita Baiana, que ilustram a ideia de hierarquia entre as “raças humanas” e a possibilidade de melhoramento da espécie.

Também aqui, algumas questões podem ser utilizadas para direcionar as discussões no grupo.

**1. Destaque do texto frases que ilustram a ideia de hierarquia entre as raças.**

Podem ser destacadas duas passagens: “[...] Bertoleza não queria sujeitar-se a negros e procurava instintivamente o homem numa raça superior à sua” e “[...] Rita preferiu no europeu o macho de raça superior”.

**2. Destaque do texto algum trecho que ilustre a ideia de “limpeza racial” por meio de uma reprodução controlada.**

O trecho que melhor ilustra a ideia de “limpeza racial” é “[...] fascinando-a com a sua tranquila seriedade de animal bom e forte, o sangue da mestiça reclamou os seus direitos de apuração”.

**3. Discutam suas opiniões sobre as ideias de raça e de hierarquia social baseada na noção de raça e a possibilidade de “limpeza racial” para o melhoramento da espécie como um todo. Após a discussão, registre as conclusões a que chegaram a respeito desses temas.**

Esta é uma questão pessoal, mas seria bom encaminhar as conversas com o objetivo de retomar as discussões propostas anteriormente.

**4. Reescrevam os trechos de *O cortiço*, modificando-os de acordo com suas ideias a respeito dessa temática.**

Resposta pessoal. Aqui seria interessante que cada estudante reescrevesse o texto individualmente.

**6º passo:** Socialização das discussões e leitura da reescrita do trecho de *O cortiço*.

Professor, novamente aqui, a socialização das discussões permite o desenvolvimento da capacidade argumentativa. Incentive os estudantes a se posicionarem a respeito dos temas debatidos.

**7º passo:** Orientações para a produção final sobre os temas debatidos.

Professor, dadas as características do trabalho desenvolvido até o momento, a solicitação do tipo de “produto final” vai depender dos objetivos estabelecidos pelo coletivo de professores envolvidos. Veja algumas sugestões:

1. Se houver participação do componente de Língua Portuguesa, o produto final poderia ser um ensaio a respeito da temática tomando por base os textos anteriormente produzidos e a discussão final de *O cortiço*. Pode ainda ser solicitado um texto jornalístico ou de divulgação científica. Você encontra as características desses gêneros de escrita no apêndice deste volume.
2. Se houver participação do componente de Arte, pode ser solicitado um painel com colagens ou desenhos que sejam capazes de retratar o tema trabalhado. As colagens são particularmente interessantes porque podem trabalhar com imagens atuais mostrando que, infelizmente, esse ideário ainda persiste entre nós.
3. Você pode optar pela apresentação de seminários ou pela produção de um *banner* acrescentando ao que já foi discutido uma atualização da temática, isto é, no Brasil atual esse ideário ainda pode ser mapeado? Ele ainda está presente na cultura brasileira? É uma boa oportunidade para a discussão do racismo estrutural. Aqui as disciplinas de Filosofia e Sociologia podem ajudar muito.
4. Você pode propor ainda a produção de um *podcast*, meio bastante acessado pelos estudantes e que pode interessá-los. Sobre a produção desse tipo de material, você encontra orientações específicas no apêndice deste volume.

## ■ Como avaliar

Você deve ter reparado que, muito frequentemente, propostas interdisciplinares de organização do trabalho pedagógico desembocam em projetos (o capítulo 3 deste volume trata sobre a abordagem baseada em projetos de maneira específica). Isso porque, de fato, ao congregiar diversas disciplinas ao redor de um tema, a complexidade aflora de modo que se vê nascer um projeto. A própria proposta de atividade interdisciplinar apresentada neste capítulo pode ser entendida como um projeto que requer uma organização diferente do tempo e dos conteúdos escolares. Isso significa que a avaliação precisa ser condizente com a prática desenvolvida.

Por isso, a avaliação que aqui se propõe é sempre formativa, isto é, ela é processual, e cada etapa do trabalho deve ser avaliada de acordo com critérios previamente estabelecidos.

Durante o planejamento dos trabalhos interdisciplinares, o coletivo de professores deve pensar sobre os objetivos das atividades e, portanto, sobre a forma de avaliá-los. Assim, no caso da proposta de atividade feita aqui é desejável que os textos produzidos pelos estudantes sejam avaliados pelos professores envolvidos fazendo uso de critérios claros e de conhecimento dos estudantes.

Destacamos a importância de que os estudantes sejam devidamente informados sobre as atividades que serão desenvolvidas, quais as disciplinas envolvidas e o que o coletivo de professores espera deles. Segundo Hadji (2001), isso é fundamental para que a avaliação seja formativa de fato. Ele defende que os professores discutam com os estudantes os “critérios de realização”, isto é, de que maneira as atividades serão desenvolvidas; “as condições de realização”, ou seja, de que maneira e quanto tempo os estudantes terão para realizar as atividades propostas; e, finalmente, os “critérios de êxito”, isto é, quais critérios serão utilizados para avaliá-los (HADJI, 2001, p. 86-90).

Percebe-se, portanto, que, para poder comunicar as atividades e a avaliação para os estudantes, é necessário que o coletivo de professores tenha clareza das condições e dos critérios. Recomenda-se, por essa razão, registrá-los.

Assim, os textos produzidos pelos estudantes podem ser avaliados de acordo com uma grade de correção estabelecida pelos professores envolvidos. Sugestões para a criação de grades de correções são encontradas no apêndice deste volume.

Acrescenta-se à avaliação nos moldes propostos anteriormente a sugestão de que os estudantes possam se autoavaliar. A prática da autoavaliação tem sido apontada como um caminho promissor para o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes. Trata-se de um processo de regulação, isto é, de um conjunto de operações metacognitivas do estudante e de suas interações com o meio, que tem o potencial de modificá-lo, de modelar seus processos de aprendizagem (PERRENOUD, 1999, p. 121).

Portanto, no caso de atividades interdisciplinares, a avaliação deve ser também interdisciplinar e a participação dos estudantes sobre o próprio desempenho é fundamental. Recomenda-se que a grade de correção para a autoavaliação seja construída com critérios definidos pelos próprios estudantes. Na verdade, seria muito bem-vinda uma aula com os professores envolvidos e com os estudantes, para a discussão e a construção conjunta dessa grade. No apêndice deste volume você encontra sugestões para a elaboração das grades de autoavaliação.

A avaliação formativa é uma oportunidade de autoformação tanto para professores, na medida em que as atividades são avaliadas processualmente, como para os estudantes.

### PRÁXIS

Professor, seu desafio será elaborar uma proposta interdisciplinar de atividade, a ser desenvolvida por um coletivo de professores de acordo com a abordagem que desejar (ABP, AB Projetos, CTSA, HFC etc.).

Sua proposta deve ser bem organizada com a explicitação de objetivos e dos passos a serem seguidos, bem como da forma de avaliação dos resultados obtidos. Para aguçar sua criatividade, veja as sugestões de livros, filmes, documentários e sites na seção **Perspectivas transversais**. Os materiais indicados são excelentes oportunidades para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares.



Sugestões para o professor

FILMES



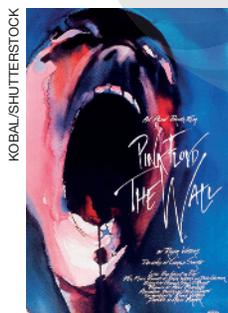
**Preciosa: uma história de esperança.** Direção: Lee Daniels. EUA, 2009. 210 min.

Preciosa é um filme triste, muito triste. Ele conta a história da jovem adolescente Precious, que vive uma situação familiar grave com um pai abusador e uma mãe conivente. Precious dá à luz uma menina com síndrome de Down. Pobre, obesa, mulher e negra, ela busca na escola uma possibilidade de redenção. É com a ajuda de uma professora, que insiste para que ela tente escrever sobre sua vida, que a esperança começa a aparecer. “Constar-se” é uma tarefa terapêutica que ajuda a jovem a seguir sua vida. Não há soluções fáceis, nem final feliz, mas, antes, a possibilidade e a importância de conhecer-se e construir-se.



**Hoje eu quero voltar sozinho.** Direção: Daniel Ribeiro. Brasil, 2014. 96 min.

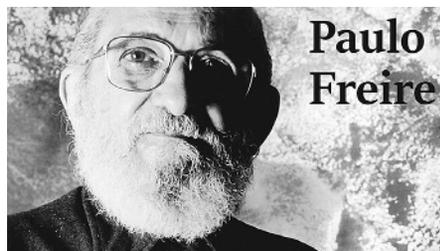
Um filme sensível que traz a história de jovens estudantes do Ensino Médio, com destaque para Leonardo, um menino cego, que busca sua independência e seu lugar no mundo, inclusive por meio das descobertas relativas à sua sexualidade. Dada a delicadeza na condução do enredo, a obra mostra que a escola é um lugar em que a vida pulsa e acontece de maneira intensa.



**Pink Floyd: The Wall.** Direção: Alan Parker. Estados Unidos, 1982. 95 min.

De modo contundente, o filme questiona a escola em sua rigidez estrutural, abrindo espaço para a contestação de valores ultrapassados e para as relações que provocam dor e sofrimento não apenas nos jovens, mas nos adultos submetidos a esse estado de coisas. Trata-se de um chamado ao questionamento e à não aceitação de padrões estabelecidos, provocando uma verdadeira reflexão acerca das “tradições” ou fórmulas vigentes no ambiente escolar.

DOCUMENTÁRIOS



**Paulo Freire contemporâneo.** Brasil, TV Escola, 53 min. Nesse documentário, é apresentada uma breve biografia do grande educador brasileiro Paulo Freire e suas ideias são discutidas por estudiosos do pensamento freiriano. Trata-se de uma boa pedida, na medida em que a pedagogia proposta por Freire é eminentemente interdisciplinar.



**Roda Viva.** Brasil, TV Cultura, 87 min. *Roda Viva*, o tradicional programa brasileiro de entrevistas da TV Cultura, teve como convidado o pensador Edgar Morin em 18 de dezembro de 2000. Em quase uma hora e meia de conversa, Morin discorre sobre sua biografia e suas ideias, com destaque para a importância do pensamento complexo no campo educacional.

LIVROS



**O pescoço da girafa.** SCHALANSKY, Judith. Rio de Janeiro: Alfabeta, 2016.

O livro traz como protagonista uma tradicional professora de Biologia, Inge Lohmark, que leciona no Colégio Charles Darwin, na antiga Alemanha Oriental. A autora, que é artista plástica, mostra ter um vasto conhecimento de Biologia, pois divide o livro em três partes: “Ecosistema”, “Processos de Hereditariedade” e “Evolucionismo”, cada uma delas subdividida em outros tópicos do campo do conhecimento

biológico. Trata-se de um livro de ficção no qual a vida da protagonista é marcada por eventos biológicos. Na verdade, a professora Lohmark enxerga o mundo com base nos conceitos biológicos. É uma excelente oportunidade para trabalhar em interdisciplinaridade com História, Geografia, Literatura, Redação e Filosofia. A estrutura do livro e a narrativa permitem muitas leituras transversais.



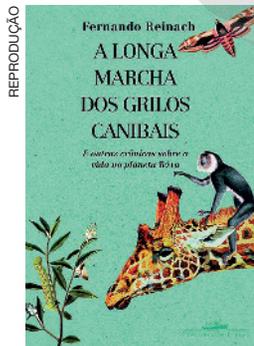
**Lab girl: a jornada de uma cientista entre plantas e paixões.** JAHREN, Hope. Rio de Janeiro: HarperCollins, 2017.

Em uma narrativa biográfica, a autora, uma geobióloga estadunidense, relata suas experiências e sua paixão pelas plantas, trazendo inspiração para quem lê. O livro permite não apenas trabalhar conteúdos específicos de Botânica, como também discutir aspectos de Natureza das Ciências. Além disso, permite uma abordagem interdisciplinar com Química, Artes, Literatura e Redação. Deixe-se inspirar pelos relatos da *Lab Girl*. Vale muito a pena.



**Ser-Tão natureza: a natureza em Guimarães Rosa.** MEYER, Mônica Ângela de Azevedo. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

Fruto da tese de doutorado da autora e bióloga, o livro traz um delicioso percurso pelo mundo natural do sertão retratado na obra *A boiada*, de Guimarães Rosa (1908-1967). Por meio das descrições desse grande escritor brasileiro, a pesquisadora Mônica Meyer desvenda as paisagens e “as gentes” dos sertões de Minas Gerais e proximidades. Excelente oportunidade para trabalhar de forma interdisciplinar com História, Geografia, Literatura, Artes, Filosofia e Sociologia.



**A longa marcha dos grilos canibais.** REINACH, Fernando. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

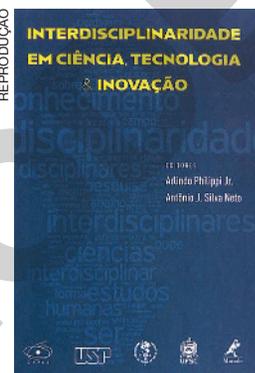
Ex-professor de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, Fernando Reinach oferece, nesse livro, um extenso material coletado junto às crônicas que escreveu de 2004 a 2009 para o jornal *O Estado de S. Paulo*. Com humor refinado e irônico, Reinach reflete sobre os mais variados temas das ciências, no geral, e da Biologia, em particular.

De transgênicos, a clones e evolucionismo, o autor instiga a curiosidade e o interesse pelas ciências. Uma excelente oportunidade para desenvolver propostas interdisciplinaridades com Literatura, Redação, História, Filosofia e Sociologia, por exemplo.



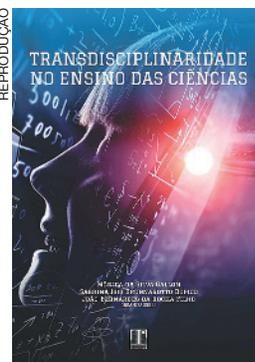
**O saber e seus embates: diálogos entre Ciência, Filosofia e Literatura.** BATTISTI, César Augusto; GUIMARÃES, José Antônio Ferrer (org.). Porto Alegre: Sulina, 2016.

A interdisciplinaridade está anunciada no próprio título do livro. Dividido em seis capítulos, ele propõe o estabelecimento de inter-relações entre as Ciências da Natureza, a Filosofia e a Literatura. O capítulo V, por exemplo, traz *Frankenstein* (1823), livro de Mary Shelley (1797-1851), um marco da literatura sobre as discussões filosóficas acerca das biotecnologias. Os demais capítulos seguem o mesmo caminho com o propósito de promover diálogos interdisciplinares.



**Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação.** PHILIPPI JR., Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. (org.) São Paulo: Manole, 2011.

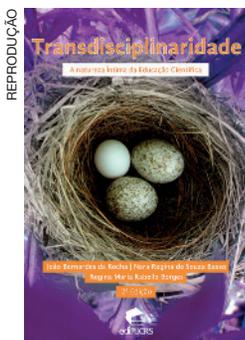
A organização desse livro tomou por base pesquisas acadêmicas e relatos de experiências nas quais a interdisciplinaridade é o solo comum. Trata-se de uma obra bastante esclarecedora e inspiradora para aqueles professores que desejam trabalhar no paradigma do pensamento complexo.



**Transdisciplinaridade no ensino de Ciências.** GAL-LON, Mônica da Silva; DOPI-CO, Sabrina Isis Brugnartto; ROCHA FILHO, João Bernardes da (ORG.). Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2017.

Nessa obra, produzida e disponibilizada gratuitamente, os organizadores coletaram uma série de pesquisas e experiências de transdisciplinaridade (e de interdisciplinaridade) que podem ser utilizadas no desenvolvimento de trabalhos no ensino de Ciências nas escolas. O material é bastante

rico inclusive em termos teóricos acerca dessa perspectiva de ensino. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1753/1/Transdisciplinaridade%20no%20ensino%20das%20ci%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2020.



### **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da Educação Científica.**

ROCHA FILHO, João Bernardes; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

Nesse livro, também disponível gratuitamente na rede, os autores buscam traçar um quadro extensivo sobre a transdisciplinaridade em seus

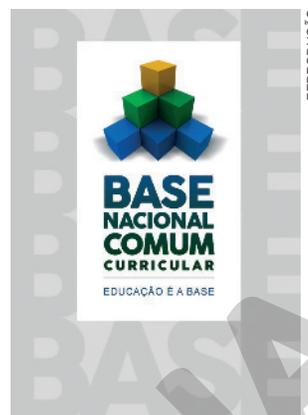
mais variados aspectos, como a linguagem, a ética, o trabalho em grupo, a colaboração, entre outros. Trata-se de um material fundamental para a compreensão da perspectiva transdisciplinar e suas potencialidades. Disponível em: <[https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11835/2/Transdisciplinaridade\\_A\\_natureza\\_intima\\_da\\_educacao\\_cientifica.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11835/2/Transdisciplinaridade_A_natureza_intima_da_educacao_cientifica.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2020.

### **SITES**



A Ação Educativa é uma organização não governamental que tem sua base na educação popular e que promove as juventudes por meio de ações que reafirmam a autonomia e a ação social e política dos estudantes.

No *site* dessa organização, você encontra projetos, textos, espaços de formação e uma série de subsídios para tornar a sua prática mais sintonizada com novas demandas do mundo e dos jovens. Confira! Disponível em: <<https://acaoeducativa.org.br/>>. Acesso em: 29 out. 2020.



No documento da Base Nacional Comum Curricular você encontra, de maneira detalhada, os fundamentos da proposta, seus marcos legais e teóricos, bem como a explicitação das áreas de conhecimento com suas competências específicas e as habilidades a elas vinculadas. É um documento rico, com muitos subsídios para pensar o desenvolvimento da autonomia dos estudantes na perspectiva das juventudes plurais. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2020.



Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O *site* do INEP, além de trazer informações sobre o ENEM, disponibiliza diversas informações sobre Educação no Brasil. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/inicio>>. Acesso em: 29 out. 2020.



o futuro com base nos objetivos que cada um tem para sua própria vida. Projetar implica movimento, mudança. Trata-se mesmo de uma antecipação mental daquilo que se deseja realizar. Antecipar para realizar implica necessariamente planejamento, pois apenas com planejamento aquilo que foi ideado pode ser concretizado.

Este capítulo debruça-se sobre a pertinência da utilização da estratégia de projetos para o ensino de Ciências. Pensando em projeto nos termos acima mencionados, o capítulo busca dar subsídios para que você, professor, possa **refletir, planejar e executar projetos** sempre que entender que essa abordagem será potente para que você atinja os seus objetivos pedagógicos. O capítulo aproveita, ainda, para discutir um tipo de projeto bastante particular, os **estudos do meio**.

## ■ **Aprendizagem Baseada em Projetos: aspectos históricos**

No capítulo 1 deste volume apresentamos a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e as implicações curriculares que a adoção dessa estratégia acarreta. Lembramos aqui que trabalhar de acordo com a ABP não se configura em uma estratégia isolada, mas pode ser entrelaçada com outras estratégias. Como dissemos, a ABP funciona como espécie de solo epistêmico partilhado por diversas abordagens.

Neste capítulo, portanto, trataremos da Aprendizagem Baseada em Projetos, que pode, ou não, ser conduzida a partir da proposição de problemas. Veremos que, quando os projetos são desenvolvidos de acordo com a ABP ou outras abordagens equivalentes, chamadas aqui de abordagens-irmãs, potencializam-se as possibilidades de construção de uma aprendizagem mais significativa pelos estudantes.

A Aprendizagem Baseada em Projetos, ou Ensino por Projetos (EP), no âmbito educacional, está ligada, em sua origem, ao Ensino por Investigação (EI, apresentado no capítulo 4 deste volume), largamente influenciado pelas ideias do educador estadunidense John Dewey (1859-1952), que se tornou uma espécie de símbolo das ideias progressistas na educação científica. Entende-se aqui por **pedagogia progressista** aquela contrária às ideias do filósofo Johann Friedrich Herbart (1776-1841), que defendia uma **pedagogia tradicional**, ou seja, uma pedagogia baseada no governo (regras externas que buscam moldar a atenção dos estudantes), na disciplina (com castigos e constrangimentos a fim de construir uma “moral”) e na instrução educativa (o interesse por aprender assegurado pelo governo e pela disciplina). A pedagogia progressista ficou conhecida, na literatura especializada, também como Pedagogia Ativa, Escola Ativa, Escola Nova, Escola do Trabalho (ZÔM-PERO & LABURÚ, 2011, p. 69).

Além das influências de Dewey, contou-se igualmente com as de outro educador estadunidense, William Heard Kilpatrick (1871-1965), por muitos considerado “o pai da Pedagogia Baseada em Projetos”. Kilpatrick, na verdade, parece ter redefinido o conceito de projeto a partir da **teoria da experiência** de Dewey, segundo a qual as crianças adquirem experiência e conhecimento pela resolução de problemas práticos em situação sociais (PASQUALETTO, VEIT & ARAÚJO, 2017, p. 554). O psicólogo estadunidense Jerome Bruner (1915-2016), envolvido com as questões da psicologia da aprendizagem e motivado pelos questionamentos sobre quais conteúdos ou conceitos deveriam ser ensinados, propôs que o ensino deveria ter por foco facilitar o desenvolvimento de conceitos-chave (estruturantes, poderíamos dizer) com base nas configurações estruturais dos componentes curriculares.

Os projetos ou trabalhos por temas, portanto, passaram a ser entendidos como soluções alternativas para que essas ideias pudessem ser efetivadas em sala de aula, ainda que as ideias de Bruner tenham recebido críticas, por exemplo o fato de as disciplinas terem diferenças significativas, o fato de diversas ideias-chave não poderem ser facilmente representadas e a impossibilidade de compreensão delas pelos estudantes sem que houvesse uma organização sistematizada dos conhecimentos (HERNÁNDEZ, 1998, p. 31).

Na década de 1980, ocorreu uma espécie de revolução cognitiva que promoveu mudanças sensíveis sobre o que se compreende por conhecimento e por ensino. Essas mudanças resgataram e deram força a aspectos como a visão construtivista sobre a aprendizagem, a importância da participação e da interação entre os estudantes e deles com a comunidade, a atenção aos contextos



Jean-Ovide Decroly (1871-1932).



Célestin Freinet (1896-1966).



Maria Montessori (1870-1952).

de aprendizagem e aos processos metacognitivos (PASQUALETTO, VEIT & ARAÚJO, 2017, p. 556). Esses fatores explicitam a natureza complexa e não linear dos processos de aprendizagem e acabam por apontar para o ensino por projetos como uma abordagem fundamental do construtivismo em sala de aula, afinal se trata de pensar criticamente e, para isso, é necessário significar as informações, colocá-las em contexto e em contraste, planejar ações, resolver problemas e engajar-se na aprendizagem, produzindo novas ideias.

Além dos autores já mencionados que, entre nós, tiveram uma repercussão maior, vale destacar a importância, no que diz respeito ao uso educacional dos projetos, de Jean-Ovide Decroly (1871-1932) e seus “centros de interesse”, Maria Montessori (1870-1952) e Célestin Freinet (1896-1966), um pioneiro da pedagogia de projetos na França.

No entanto, pensar no construtivismo requer alguns cuidados. Primeiro, é fundamental não perder de vista que, sob a alcunha de construtivismo, há muitos entendimentos possíveis e distintos.

Historicamente, é possível ligar o construtivismo aos estudos de Jean Piaget (1896-1980), mais precisamente em suas pesquisas psicogenéticas e da teoria do desenvolvimento cognitivo, portanto, dentro do campo da Psicologia. No Brasil, essa perspectiva começou a ganhar corpo já na década de 1930, dentro do marco da Escola Nova, mas foi apenas na década de 1970 que, de fato, houve esforços concretos no sentido da elaboração de propostas ligadas à prática pedagógica (CARVALHO, 2001, p. 9).

Na última década do século XX, o construtivismo foi reelaborado e incorporado pela **pedagogia das competências**, cujo pesquisador de maior visibilidade pública é Phillipe Perrenoud (1944-). De acordo com as visões críticas à pedagogia construtivista, a perspectiva de Perrenoud estaria clara e abertamente preocupada com a adaptação dos estudantes à realidade do capitalismo globalizado (DERISSO, 2010, p. 57).

A teoria do conhecimento de Piaget baseia-se na ideia de que o conhecimento é um produto da atividade subjetiva, isto é, cada pessoa constrói seu próprio conhecimento, decorre daí o uso do termo “construtivismo”. É necessário dizer que, ainda que o construtivismo se apresente como uma perspectiva que goza da simpatia e da adesão de boa parte do campo pedagógico, há críticas ao ideário de base.

As maiores críticas vêm dos estudiosos ligados à pedagogia histórico-crítica, para os quais tanto o construtivismo quanto a pedagogia das competências e, inclusive, a própria pedagogia de projetos, ou seja, as chamadas **pedagogias ativas**, estariam ligados a uma visão pragmatista imediata da educação e, portanto, em alguma medida, aos processos de neoliberalização da escola (DERISSO, 2010, p. 58).

Não cabe ao escopo deste capítulo trazer uma discussão alongada das bases filosóficas ou sociológicas que sustentam o construtivismo, pois, dependendo da perspectiva teórica adotada, ele pode ser entendido positiva ou negativamente.

No entanto, é fundamental que você, professor, pesquise e reflita sobre essas diferentes visões, pois não se pode tomar nenhuma concepção como “redentora”, isto é, a concepção que vai resolver todos os problemas que nos afligem e que afligem a educação brasileira.

Nas **Referências bibliográficas** e na seção **Perspectivas transversais**, você encontra indicações de leitura que podem ampliar seu olhar sobre as questões pedagógicas teóricas que acabam por se refletir nas práticas docentes.

Assumimos nesta obra uma perspectiva construtivista e de adesão às pedagogias ativas por entendermos que, de fato, elas podem ser férteis e potentes na elaboração de propostas que colaboram com os processos de ensino e aprendizagem significativos de Ciências.

Assim, o construtivismo pode ser definido como uma forma de pedagogia ativa, pois se entende que o aprendiz, nesse contexto, atua ativamente na construção dos seus

processos de aprendizagem. No entanto, “ativo” aqui não se restringe à ação material e concreta dos estudantes, ainda que essa ação seja bastante desejável. Isso significa que, mesmo em uma aula do tipo expositiva, o estudante pode encontrar-se ativo, na medida em que executa ações mentais, isto é, seu pensamento pode estar em movimento; logo, ele está construindo conhecimento ativamente (CARVALHO, 2001, p. 47). Ressalta-se, no entanto, que a aula expositiva, para promover essa atividade, deve ser dialogada, ou seja, deve lançar questões, problemas, a fim de que o pensamento possa ser colocado em movimento efetivamente.

Façamos uma pequena digressão: não nos esqueçamos da importância das atividades ditas concretas ou materiais, como as aulas práticas de laboratório (discutidas no capítulo 4 deste volume) e das saídas de campo. Esse tipo de atividade faz com que o estudante promova com seu próprio corpo e com suas próprias mãos (e não apenas com a mente) a construção de seus conhecimentos com um elemento motivador a mais.

Apesar de na cultura ocidental o aprendizado estar mais centrado no nível mental, aprendemos com o corpo unitário, pois é esse corpo-unidade que vivencia o mundo e dele apreende seus saberes.

A BNCC descreve a relevância da educação integral e da aprendizagem por meio de competências, considerando-se os desafios contemporâneos:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BNCC, 2018, p. 14).

Retornando ao construtivismo, temos no professor e pesquisador espanhol César Coll (1950-) um dos nomes mais importantes da atualidade. Para Coll, aprender é construir, no sentido de que aprender não é copiar, isto é, aprender é reelaboração sobre um dado da realidade ou sobre um determinado conteúdo com base naquilo que já temos (COLL *et al.*, 2009, p. 19). Isso equivale a dizer que nos processos de ensino e aprendizagem nunca chegamos com as “mãos vazias”.

Ao nos aproximarmos de um dado da realidade estão presentes nossas crenças, nossos valores, nossas vivências e experiências, os quais seguramente imprimem um modo particular de apreensão de certo objeto ou conteúdo. Essa visão é um pressuposto inegociável no ideário construtivista. Assim, os processos de ensino e aprendizagem se atualizam pela própria transformação daquilo que já possuímos diante do novo que se apresenta e que é interpretado de maneira peculiar (COLL *et al.*, 2009, p. 20).

Assim, o novo é integrado ao que já possuíamos sendo por ele interpretado e, ao mesmo tempo, modificando os conhecimentos prévios. Note que as relações são recíprocas: o prévio interpreta o novo e o novo modifica o prévio. É importante lembrar tal fato, pois, de modo geral, as práticas escolares nem sempre consideram isso. Muitas vezes os novos conhecimentos são apresentados e exigidos dos estudantes como se eles fossem uma tábula rasa ou uma folha em branco.

Ao considerar que os estudantes chegam, cada qual, com suas bagagens particulares e que elas são fundamentais para a aquisição de conhecimentos que serão, na verdade, construídos por eles, o construtivismo aflora como uma concepção particularmente pertinente ao contexto da pedagogia por projetos em uma perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

## ■ **Aprendizagem Baseada em Projetos: aspectos metodológicos**

O ensino por projetos liga-se a uma visão complexa (ver o pensamento complexo de Edgar Morin no capítulo 2) e, portanto, articulada dos conhecimentos escolares. É importante perceber que os conhecimentos “não se ordenam para sua compreensão de uma forma rígida, nem em

função de algumas referências disciplinares preestabelecidas ou de alguma homogeneização dos estudantes” (HERNÁNDEZ & VENTURA, 2017, p. 59).

Dessa forma, organizar as atividades escolares ou o currículo de acordo com projetos significa favorecer a criação de estratégias relacionadas ao tratamento da informação e do estabelecimento de relações entre os conteúdos que giram em torno de problemas ou hipóteses que promovam, entre os estudantes, a construção dos seus próprios conhecimentos, com a transformação da informação que vem de distintos componentes curriculares (HERNÁNDEZ & VENTURA, 2017, p. 59). Disso se depreende que a **interdisciplinaridade** é uma marca importante quando da adoção de projetos em âmbito escolar (ver o capítulo 2 deste volume).

No entanto, isso não significa que os projetos só podem acontecer no marco da interdisciplinaridade, mas, antes, que a religação dos saberes de diversos componentes curriculares é francamente favorecida. Na seção **Na prática** deste capítulo, você encontra duas propostas de projetos de Biologia que podem ser desenvolvidos com ou sem a interdisciplinaridade.

A elaboração de um projeto escolar pode acontecer por meio da definição de um conceito que se deseja desenvolver (“energia”, por exemplo), um problema geral (“doenças infectocontagiosas nas grandes cidades”, por exemplo), um problema particular (“como os seres obtêm energia”, por exemplo), uma temática (“cegueira botânica”, por exemplo – caso da proposta 2 da seção **Na Prática** deste capítulo), entre outras possibilidades. As características do projeto vão depender dos objetivos pedagógicos e dos interesses dos professores envolvidos em sua elaboração. No entanto, vale ressaltar que alguns cuidados devem ser tomados para que o projeto escolhido não se transforme em um *quasi*-projeto ou em um não projeto. Assim, é fundamental perceber que:

São projetos desenvolvidos por alunos em uma (ou mais) disciplina(s), no contexto escolar, sob a orientação do professor, e têm por objetivo a aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências e habilidades específicas. Esses projetos são conduzidos de acordo com uma metodologia denominada Metodologia de Projetos, ou Pedagogia de Projetos. [...] os projetos de trabalho são executados pelos alunos sob a orientação do professor visando a aquisição de determinados conhecimentos, habilidades e valores (MOURA & BARBOSA, 2006, p. 12).

A pedagogia de projetos, portanto, tem propósitos e objetos consistentes para a resolução de um determinado problema. Trata-se, pois, de uma pedagogia investigativa, baseada em problemas e mais abrangente, porque é eminentemente interdisciplinar, uma vez que envolve diferentes componentes curriculares e, possivelmente, áreas de conhecimento.

O planejamento é fundamental para que os projetos não caiam em uma espécie de vazio espontâneo, mas que realmente sejam capazes de conduzir aos objetivos que se deseja alcançar.

Assim, a partir de um tema ou problema, iniciam-se as pesquisas com seleção de fontes de informações. Essas informações devem ser organizadas com base em critérios capazes de facilitar a sua interpretação. Com esse processo, novas dúvidas surgem e muitas outras relações com outros problemas podem ser estabelecidas. Ao final, é importante avaliar o processo e verificar aquilo que foi aprendido, dando oportunidade para que conexões com outros problemas sejam feitas (BEHRENS, 2014, p. 101-102).

O ensino por projetos acena, portanto, como uma metodologia com potencial para o desenvolvimento do trabalho colaborativo e para a capacidade de resolução de problemas de forma complexa, porque é interdisciplinar. O EP tem se mostrado qualificado para engajar os estudantes em investigações que, não raro, trazem contribuições para a comunidade na qual eles estão inseridos.

A proposta 2 da seção **Na prática** deste capítulo aponta nesse sentido, o da construção de uma interação positiva com a comunidade imediata e circundante dos estudantes.

Esquemáticamente, segundo Hernández (1998), o ensino por projetos permite:

- aproximar-se da identidade dos estudantes e favorecer a construção da subjetividade, longe de um prisma paternalista, gerencial ou psicologista, o que implica considerar que a função da escola não é apenas ensinar conteúdos nem vincular a instrução com a aprendizagem.

Continua



## Continuação

- revisar a organização do currículo por disciplinas e a maneira de situá-lo no tempo e no espaço escolar. O que torna necessária a proposta de um currículo que não seja uma representação do conhecimento fragmentada, distanciada dos problemas que os estudantes vivem e necessitam responder em suas vidas, mas, sim, uma solução de continuidade.
- considerar o que acontece fora da escola, nas transformações sociais e nos saberes, a enorme produção de informação que caracteriza a sociedade atual, e aprender a dialogar de uma maneira crítica com todos esses fenômenos.

Fonte: HERNÁNDEZ, 1998, p. 61.

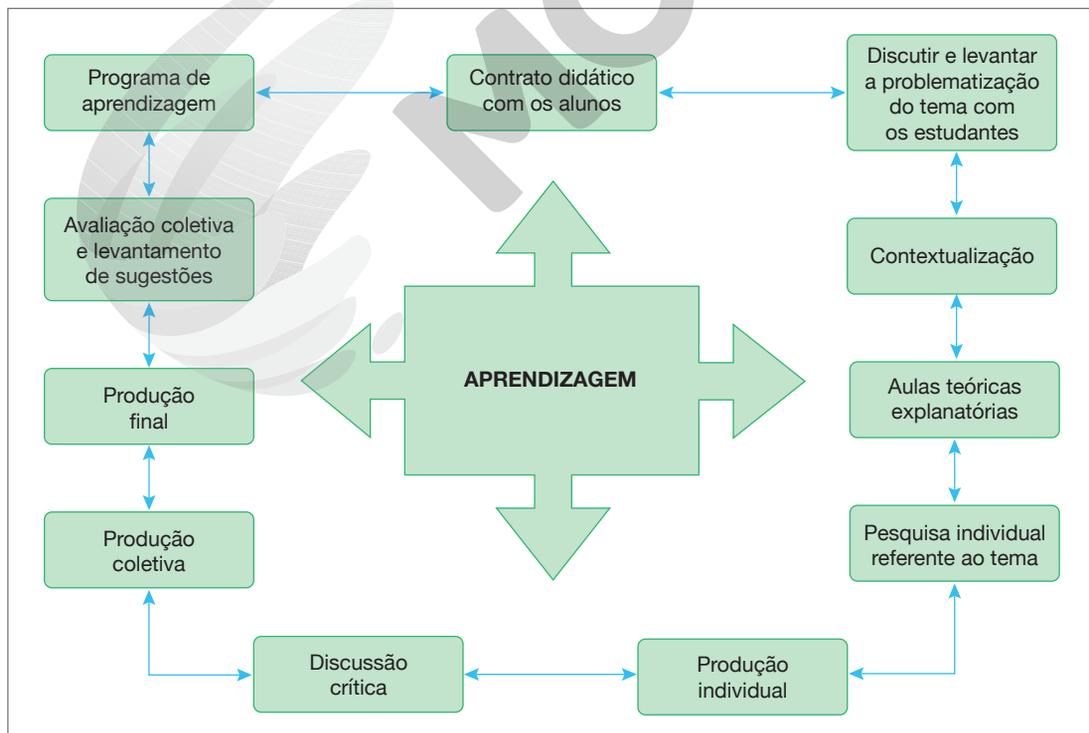
Em termos de ganhos para os estudantes, Hernández (1998) considera que o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem pode ajudar na mobilização de diversas capacidades, dentre elas:

- a autodireção, pois favorece as iniciativas para levar adiante, por si mesmo e com outros, tarefas de pesquisa.
- a inventiva, mediante a utilização criativa de recursos, métodos e explicações alternativas.
- a formulação e resolução de problemas, diagnóstico de situações e desenvolvimento de estratégias analíticas e avaliativas.
- a integração, pois favorece a síntese de ideias, experiências e informação de diferentes fontes e disciplinas.
- a tomada de decisões, já que será decidido o que é relevante e o que vai ser incluído no projeto.
- a comunicação interpessoal, para contrastar as próprias opiniões e pontos de vista com outros e tornar-se responsável por elas, mediante a escrita ou outras formas de elaboração.

Fonte: HERNÁNDEZ, 1998, p. 73-74.

O esquema abaixo, discutido na seção **Como avaliar**, ilustra fases ou etapas que se espera encontrar no desenvolvimento de um projeto. Note que o foco está na aprendizagem e que há sempre um fluxo contínuo entre todas as partes. Isso significa que ajustes de percurso podem e devem ser feitos, pois os processos de avaliação do andamento do projeto são contínuos.

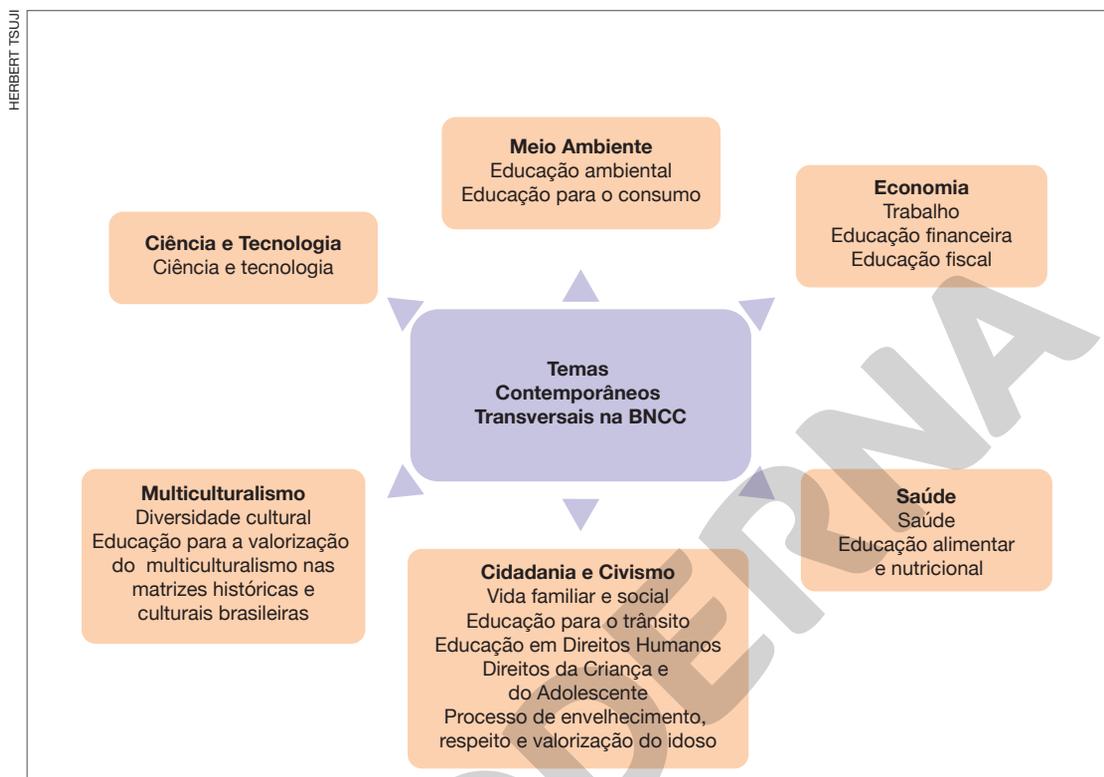
Figura 1: Etapas do desenvolvimento de um projeto.



Fonte: BEHRENS, 2014, p. 106.

Destacamos ainda que, dadas as características apontadas para o EP, o desenvolvimento de **temas contemporâneos transversais** fica particularmente beneficiado. Ao serem discutidos temas como meio ambiente, economia, saúde, cidadania e civismo, multiculturalismo e ciência e tecnologia por meio de projetos mostra-se uma abordagem rica, com possibilidades concretas de promover uma aprendizagem significativa para estudantes e professores.

Figura 2: Temas contemporâneos transversais.



## ■ Aprendizagem Baseada em Projetos: o papel dos estudos do meio

Os estudos do meio podem ser compreendidos como uma forma muito particular e especial de projeto, afinal, de modo geral, eles estão inseridos em um contexto mais amplo de aprendizagem, envolvendo vários componentes curriculares. Dessa forma, eles são eminentemente interdisciplinares, visando proporcionar tanto aos estudantes quanto aos professores um contato direto por meio da vivência de uma dada realidade. Trata-se, assim, de uma imersão orientada na complexidade de um determinado espaço, do estabelecimento de um diálogo atento com o mundo. Essa imersão tem o objetivo de responder a uma série de problemas por meio do conhecimento de determinada localidade escolhida para esse fim (LOPES & PONTUSCHKA, 2009, p. 174). É sem dúvida uma oportunidade ímpar de despertar a **curiosidade epistemológica** por meio da dialogicidade construída na elaboração e na execução do estudo do meio.

Curiosidade epistemológica é um conceito freiriano explicitado na *Pedagogia da autonomia* (1996). Freire nos alerta que cabe a essa curiosidade uma tomada de "distância epistemológica" em relação ao objeto do conhecimento, com base em um método rigoroso que permite a passagem do conhecimento de senso comum para o conhecimento científico. Toma-se distância a fim de poder acercar o objeto, para construir uma espécie de cerco epistemológico. Assim, quanto mais nos distanciamos epistemologicamente, mais nos aproximamos de sua "substantividade". Nesse processo, e esse é o aspecto fundamental, não se isola o objeto para apreendê-lo em si, mas se procura a compreensão dele. Esse exercício é gerador de conhecimentos novos, pois procura desvelar o objeto, analisá-lo e compreendê-lo essencialmente, o que torna possível assumir uma postura crítica diante dos fatos (FREIRE, 1996, p. 84-86).

Em termos históricos, os estudos do meio não se configuram como práticas pedagógicas novas no cenário nacional. Elas fazem parte, na verdade, de uma tradição escolar focada em aprendizagens que buscam se aproximar do mundo da vida, ou seja, tradições preocupadas com o contato mais direto com a realidade. Dentre os educadores que compartilhavam desse ideário, podemos mencionar Francisco Ferrer y Guardia (1859-1909) e o já mencionado Célestin Freinet.

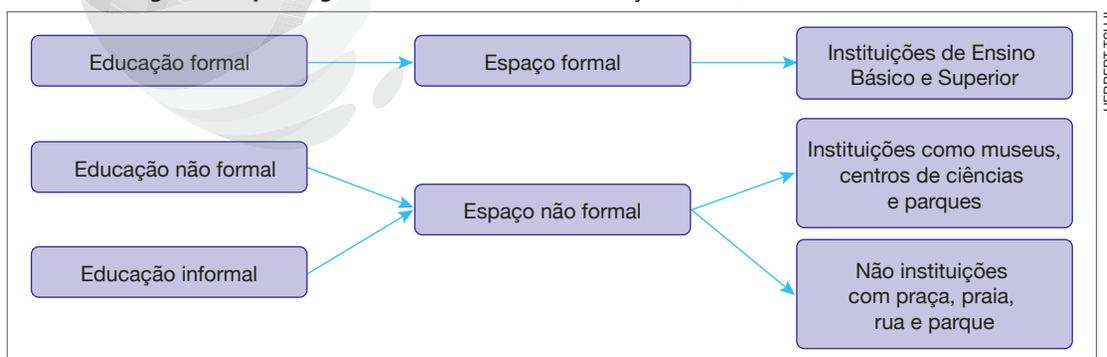
De modo geral, os estudos do meio são saídas programadas com duração de três a cinco dias (ou mais). No entanto, nem sempre é possível empreender uma saída longa. Em relação aos estudantes, há cuidados adicionais que devem ser tomados. Um bom contrato didático, como mencionado anteriormente, pode ajudar a minimizar essa dificuldade. Além disso, há também dificuldades relacionadas ao custo e à logística inerentes necessários para a saída. Há diversas empresas especializadas que oferecem roteiros e atividades interessantes com a presença de monitores especializados. Mas esse aparato também encarece a saída. Além disso, a ideia dos estudos do meio é que eles nasçam das necessidades do coletivo de professores e estudantes de uma dada realidade escolar. Assim, ao comprar um pacote pronto, muitas vezes essas necessidades não são atendidas e perde-se a finalidade primeira desse tipo de atividade.

Uma alternativa igualmente fértil é a elaboração de saídas de um dia. Ainda que não tenham a mesma amplitude dos estudos do meio, as saídas de campo podem trazer elementos para discutir temas e conteúdos das aulas de Biologia e de Ciências, além de serem uma ocasião privilegiada para o desenvolvimento de trabalhos e projetos interdisciplinares. Na verdade, as saídas de campo curtas podem fazer parte de um projeto maior. Por exemplo, a proposta 2 que você encontra na seção **Na prática** deste capítulo apresenta uma atividade relacionada aos conteúdos de Botânica. Você pode inserir nesse projeto uma saída de campo de um dia para um Jardim Botânico ou um parque da sua cidade. O projeto ganha, assim, uma significação maior com um engajamento mais intenso dos estudantes, pois, no geral, eles gostam muito das saídas, por instituírem uma dinâmica diferente ao dia a dia escolar. Os museus de Ciências são, também, uma alternativa muito promissora como saída de campo. Um guia prático bastante completo dos museus de Ciências de toda a América Latina, com descrições detalhadas sobre o acervo e as atividades possíveis de serem realizadas nesses espaços, pode ser encontrado em:

FIOCRUZ. Guia de Museus e Centros de Ciências Acessíveis da América Latina e do Caribe. 2017. Disponível em: <<https://portal.if.usp.br/ifusp/pt-br/not%C3%ADcia/guia-de-museus-e-centros-de-ci%C3%A2ncias-acess%C3%ADveis>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

Tanto os estudos do meio quanto as saídas de campo (de um dia) são conhecidos na literatura especializada em ensino de Ciências como espaços não formais de educação, ou seja, espaços não escolares onde podem acontecer atividades educativas. Os espaços não formais de educação podem ser institucionalizados ou não. A Figura 3 abaixo apresenta um esquema dessas possibilidades educacionais.

**Figura 3: Esquema geral de modalidades de educação: formal, não formal e informal.**



Fonte: SANTOS *et al.*, 2017, p. 458.

Pesquisas indicam que os espaços não formais têm grande potencial para a alfabetização ou o letramento científico, pois são uma oportunidade para os estudantes conhecerem a realidade e seus objetos *in loco*, dando possibilidades para uma significação maior dos conteúdos. A experiência ou

vivência concreta de uma determinada realidade pode ter um efeito bastante positivo para a aprendizagem de conteúdos científicos.

Vale ressaltar que o espaço, seja formal ou não, não é potente em si mesmo. É possível aprender em todos os espaços, mas é necessário que haja **intencionalidade** e **planejamento** para que as atividades em espaços não formais não se transformem em passeios.

Assim, alguns passos gerais são sugeridos para que você organize a saída de campo ou o estudo do meio a partir do diálogo com o coletivo de professores e com os estudantes:

- **Planejamento:** Após a escolha do local, o professor ou coletivo de professores envolvidos deverá(ão) *in loco* colher informações, selecionar o que será observado durante o estudo, elaborar um roteiro e com a escola providenciar o que for necessário para a realização desse trabalho, como autorizações, ônibus, lanche etc.
- **Execução:** É o momento em que os estudantes entram em contato com a realidade e se mantêm em atividade constante de estudo, observam, comparam, registram, fotografam, exploram o lugar em sua totalidade.
- **Exploração dos resultados:** Já de volta à sala de aula, toda a riqueza colhida na execução será analisada e, oralmente, os estudantes irão discutir o que observaram e analisaram sobre tudo o que foi obtido no lugar. Nessa etapa, inclui-se a revisão e a conclusão de conceitos.
- **Avaliação:** é o momento de sanar as dúvidas trazidas e ver o que aprenderam, finalizando com uma exposição de todo o material produzido na própria escola para os demais estudantes. Veja as considerações sobre a avaliação na seção **Como Avaliar** deste capítulo.

Fonte: RADIGONDA & MOURA, 2014, p. 8.

Pensar as saídas de campo e os estudos de meio no contexto do ensino por projetos pode, de fato, ser um agente potencializador para a alfabetização ou o letramento científico e, portanto, para uma aprendizagem significativa.

## NA PRÁTICA



ANDRÉ DIB/SHUTTERSTOCK

As propostas apresentadas nesta seção visam focar em dois conteúdos bastante esquecidos ou pouco discutidos no contexto do ensino de Biologia. Elas versam sobre o continente antártico, com fauna e flora características em uma perspectiva evolutiva, e sobre Botânica.

Sem medo de errar, é possível afirmar que, praticamente ao longo de toda a escolaridade básica, o continente antártico nunca é estudado. No máximo, ele é mencionado, seja nas aulas de Geografia, seja nas aulas de Biologia. No entanto, é visto pelo senso comum como um lugar onde só há gelo e, portanto, sem valor, a Antártica fica relegada ao esquecimento, apesar de a sua importância para a manutenção do equilíbrio ecológico do planeta estar estabelecida.

Em alguma medida, o estudo de Botânica aproxima-se da situação do continente antártico no âmbito escolar. De modo geral, mesmo quando há discussão sobre os conteúdos específicos de Botânica na escola, ela ocorre de maneira muito tradicional, isto é, como um conteúdo a ser decorado. Dessa forma, a “cegueira botânica” persiste entre os estudantes e entre todos nós. Chamamos de “cegueira botânica” o fato de que, no geral, as pessoas apresentam

Pinguins em uma das ilhas da Antártica, em 2018.

Continua

baixa percepção das plantas que fazem parte do cotidiano e uma compreensão de que elas são, no máximo, cenário para a vida animal. Soma-se a isso o “analfabetismo botânico” entendido aqui como falta ou pouco interesse sobre o reino vegetal. Tanto a cegueira quanto o analfabetismo botânicos se retroalimentam em grande medida com uma abordagem desinteressante e pouco significativa feita na escola (URSI *et al.*, 2018, p. 13). Essas duas situações, do continente antártico e da Botânica em ambiente escolar, merecem atenção e ação no sentido de que mudanças sejam empreendidas com ganhos para os processos de ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio.

Pensando nisso, nesta seção propomos a construção de dois projetos: “Antártica ou Antártida?” e “As muitas faces do reino vegetal”. Como você já sabe, são sugestões às quais você pode aderir ou não, mas que, de toda forma, podem inspirá-lo para tratar dos conteúdos pertinentes a cada tema de maneira que seja mais significativa e proveitosa para você e para os estudantes. Como todo projeto, ele se torna mais rico se for conduzido de forma interdisciplinar; no entanto, caso isso não seja possível, as propostas aqui apresentadas podem ser desenvolvidas apenas no âmbito disciplinar da Biologia. Esperamos que gostem e identifiquem, como nós, as potencialidades dos projetos propostos a seguir.

### **Proposta 1: Projeto Antártica ou Antártida? A fauna e a flora do continente antártico: aspectos evolutivos**

Professor, peça aos estudantes que pesquisem qual a grafia correta: *Antártica* ou *Antártida*? Eles descobrirão que ambas são aceitas, mas o termo **Antártica** é mais condizente com a localização geográfica do continente (Polo Sul), pois significa “antiártico”, ou seja, trata-se de um espaço que está em oposição geográfica com o Ártico (Polo Norte). Alternativamente, você pode apenas lançar a questão e verificar as respostas que aparecem e, posteriormente, informar os estudantes sobre essa questão.

#### **Objetivos:**

- Conhecer as principais características do continente antártico.
- Compreender a importância do continente antártico para a manutenção do equilíbrio ecológico da Terra.
- Significar os conteúdos de Evolução, Botânica e Zoologia estudados por meio do estudo de caso do continente antártico.
- Discutir aspectos de Natureza das Ciências por meio do estudo de como é fazer pesquisa no continente antártico, bem como as fontes de fomento e as principais linhas de pesquisa.

**Competências gerais:** 2, 4, 7

**Competências específicas:** 2, 3

**Habilidades:** (EM13CNT201), (EM13CNT202), (EM13CNT205), (EM13CNT206), (EM13CNT208), (EM13CNT302), (EM13CNT303)

Para verificar a descrição das competências e habilidades, consulte a BNCC – Competências gerais (p. 9), Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (p. 553) e Habilidades (p. 554-560) –, 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: 24 nov. 2020.

#### **Conteúdos conceituais:**

- Zoologia
- Botânica
- Evolução biológica
- Aspectos de NdC

**Série recomendada:** O ideal é que os estudantes já apresentem conhecimentos de Botânica e de Zoologia. De modo geral, esses conteúdos são trabalhados no 2º ano do Ensino Médio. Dessa forma, este projeto poderia ser utilizado como um fechamento desses conteúdos entrelaçados e significados pelo pensamento evolutivo.

**Situação-problema:** “Quem é o pulmão/a brânquia do mundo: a Antártica ou a Amazônia?”

Professor, essa questão tem por objetivo dar início à discussão sobre a importância da Antártica. Dado o contraponto estabelecido, ganha relevância a discussão também sobre a Amazônia. Pensar esses ambientes como responsáveis pela oxigenação do planeta traz um importante elemento: a questão da preservação e da conservação ambientais. A aproximação da ideia de pulmão (Amazônia) ou brânquia (Antártica) é uma analogia, mas uma analogia “invertida”, isto é, pulmões e brânquias oxigenam o sangue ou a linfa, e não o planeta. Na verdade, essas estruturas, em sentido estrito, contribuem com a liberação de CO<sub>2</sub> para o ambiente. Dessa forma, seria interessante discutir esse aspecto com os estudantes e também o papel e os problemas no uso de analogias.

**1º passo:** Debate sobre a questão norteadora: “Quem é o pulmão/a brânquia do mundo: a Antártica ou a Amazônia?”

- Organize a sala em dois grupos: os defensores da Antártica e os defensores da Amazônia. Cada grupo deverá coletar informações de fontes confiáveis para argumentar a favor do seu território.

Professor, seria interessante se essa discussão pudesse acontecer ao longo de um período determinado (duas semanas, por exemplo). Nesse caso, poderia ocorrer em ambiente virtual, em um fórum criado com essa finalidade. Caso isso não seja possível, por limitações estruturais, a discussão poderia acontecer por meio de algum aplicativo de aparelho celular. Assim, seriam criados grupos de

discussão. O importante é que os estudantes tenham de argumentar em defesa de um ou outro lado.

Alternativamente, a discussão poderia ser feita por meio de um debate em sala de aula nos moldes de *role-play* (no **Apêndice** deste volume você encontra orientações de como organizar esse tipo de debate, no qual grupos de estudantes devem desempenhar um papel).

Um primeiro momento de avaliação pode ser feito qualificando-se o desempenho dos estudantes na tarefa. Adicionalmente, pode ser solicitado um registro descritivo, por escrito, elencando os argumentos que foram apresentados, qualificando-os. É importante que os estudantes percebam que há argumentos melhores do que outros e que isso pode acontecer por muitas razões: confiabilidade da fonte, dados empíricos, número de estudos a respeito do tema etc. Esse trabalho poderia ser desenvolvido em **interdisciplinaridade** com o Professor de Redação ou de Língua Portuguesa.

**2º passo:** Aulas expositivas dialogadas sobre o continente antártico.

Professor, é importante que os conteúdos específicos sobre o continente antártico sejam trabalhados em sala de aula. Você pode solicitar que os estudantes levantem informações antes de iniciar o projeto. Há bastante material disponível na internet, que você pode utilizar para planejar suas aulas e disponibilizar para a turma. Seguem algumas indicações:

- *Coleção Explorando o Ensino:* Antártica. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/vol09\\_meioambientantart.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/vol09_meioambientantart.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2020.
- *Site Observador:* Antártida. Disponível em: <<https://observador.pt/seccao/mundo/antartida/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

Seria bastante interessante se essa parte do projeto pudesse ser desenvolvida com o professor de Geografia, estabelecendo uma interdisciplinaridade bastante proveitosa.

**3º passo:** Separação dos grupos de trabalho por grupo de seres vivos e orientações para o desenvolvimento desta etapa.



GPE/SECOM/PREFEITURA DE SOROCABA, 2019

Em grupos, os estudantes devem fazer pesquisas sobre o tema escolhido. Sorocaba (SP), 2019.

Após finalizar a apresentação geral sobre o continente antártico, ressaltando sua importância ecológica, é hora de colocar os estudantes para pesquisar sobre grupos de seres vivos, destacando as adaptações evolutivas que foram selecionadas e possibilitaram a vida desses organismos em um ambiente tão restritivo. Sugerimos a formação dos seguintes grupos:

(1) flora; (2) peixes; (3) crustáceos; (4) mamíferos; (5) aves migratórias; (6) pinguins; (7) como é fazer Ciência na Antártica.

Cada grupo deverá fazer pesquisas a respeito do tema escolhido para o trabalho, que deverá ser apresentado na forma de seminários para a turma toda.

Vamos a um exemplo: suponha que um grupo de estudantes escolheu pesquisar sobre os crustáceos que habitam a Antártica. O grupo mais representativo é o *krill*. Em seu seminário, esse grupo deverá, então, apresentar as características gerais dos crustáceos (o que funcionaria como uma revisão, com possibilidade de fixação dos conteúdos de Zoologia) e as características específicas do *krill*, que permitem sua existência no continente antártico. Esse foco traz a visão evolutiva, o que é muito interessante, pois oportuniza uma compreensão significativa da teoria da evolução. Além disso, vale ressaltar a importância ecológica desse grupo animal.

Vejamos mais um exemplo: o grupo dos peixes. As pesquisas vão desembocar nos peixes pertencentes à família *Nototheniidae*, como o bacalhau da Antártica (*Notothenia coriiceps*), e no peixe-gelo ou *icefish*. A pergunta fundamental é: por que esses peixes, e não outros? Quais as características que distinguem esses peixes em relação aos demais? Quais adaptações evolutivas foram selecionadas? O mesmo vale para todos os demais grupos. No caso do grupo (7), seria importante que os estudantes entrevistassem algum pesquisador que tenha trabalhado na Antártica. Na seção **Perspectivas transversais**, no item “*Sites*”, você encontrará a indicação do *site Gelo na Bagagem*. Faça contato. As pesquisadoras se colocam à disposição para dar entrevistas.

**4º passo:** Apresentação dos seminários.

Professor, os seminários devem contar com algum *software*, ou outro recurso, pois é imprescindível que haja imagens. A apresentação deve conter:

- As características gerais do grupo escolhido, ou seja, de peixes, mamíferos, pinguins etc.
- As características específicas do grupo antártico, isto é, os representantes antárticos do grupo escolhido.
- Destaque para as adaptações evolutivas selecionadas e a importância ecológica.

**5º passo:** Apresentação dos produtos finais.

A proposta é que o produto final seja uma transposição dos conteúdos estudados para uma outra linguagem. Assim, cada grupo decidirá o que deseja fazer: vídeo, jogo, música, maquete, tela, texto de divulgação científica, folheto de

divulgação etc. Essa é uma etapa que pode ganhar muito com a participação do professor de Arte.

A apresentação dos trabalhos pode ser feita ao final do seminário, se você assim preferir.

**Sugestão extra:** O escritor brasileiro Machado de Assis (1839-1908) tem uma peça, de domínio público, chamada *Lição de botânica*. Sugerimos, portanto, que, junto aos professores de Arte e Língua Portuguesa, seja feita a leitura dessa peça e sua encenação. Essa atividade tem componentes motivacionais bastante significativos. Sabemos que o aprendizado ocorre de maneira mais proveitosa quando há elementos emocionais ou afetivos envolvidos. Dessa forma, executar essa etapa do trabalho traria ganhos para os componentes curriculares envolvidos e para todos os estudantes.

### Proposta 2: As muitas faces do reino vegetal

Como mencionado, esta proposta tem por objetivo principal trazer ao conhecimento dos estudantes o reino vegetal, de tal forma que os conteúdos sejam significados positivamente por eles.

O projeto “As muitas faces do reino vegetal” está dividido em nove “módulos”. Aderir aos nove módulos depende da sua vontade, do seu julgamento sobre a pertinência de cada um deles e das possibilidades institucionais.

Cada módulo contará com a participação de um grupo de estudantes, exceto os módulos I e IX, que deverão ser feitos por todos. O ideal é que os estudantes possam escolher o grupo do qual querem participar.

#### Objetivos:

- Minimizar os fenômenos da “cegueira botânica”.
- Reconhecer e conhecer os principais grupos vegetais e suas características e adaptações evolutivas.
- Desenvolver o sentimento de pertencimento ao espaço escolar e à cidade.
- Desenvolver o protagonismo juvenil agindo no mundo.

**Competências gerais:** 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10

**Competências específicas:** 2, 3

**Habilidades:** (EM13CNT201), (EM13CNT202), (EM13CNT205), (EM13CNT206), (EM13CNT208), (EM13CNT302), (EM13CNT303)

#### Conteúdo conceitual:

- Botânica: principais grupos vegetais, biodiversidade, adaptações evolutivas, importância ecológica.

**Série recomendada:** Recomendamos que o projeto seja realizado no ano escolar em que os conteúdos de

Botânica são desenvolvidos. De modo geral, eles são trabalhados no segundo ano do Ensino Médio.

#### Situação-problema:

Sou um cego botânico? Como não ser?

#### Descrição dos módulos:

#### Módulo I: Introdução à morfologia e à fisiologia dos principais grupos vegetais

Este módulo pretende fornecer subsídios para que o estudante pesquise acerca dos principais grupos vegetais, dando ênfase aos aspectos evolutivos e estruturais que delimitam cada um deles.

**Atividade de fechamento:** Confeção de um portfólio (álbum) com fotos e identificação dos vegetais encontrados ao longo de um certo percurso – “O reino vegetal no caminho de casa” – e montagem geral do quadro de biodiversidade amostrado.

Professor, é bastante difícil identificar espécies não sendo um botânico. Dessa forma, oriente os estudantes a descobrir os nomes populares das plantas que fotografar, perguntando para as pessoas mais velhas que, de modo geral, conhecem mais as plantas do que eles. Caso isso não seja possível, a identificação pode ser feita apenas delimitando o grande grupo a que a planta pertence (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas). Identificando ou não a espécie, peça aos estudantes que contabilizem quantas plantas foram encontradas para cada um dos quatro grandes grupos vegetais. Reúna-os em grupos para que compartilhem a contabilização individual, produzindo dados do grupo e, posteriormente, da sala toda. Os dados podem ser plotados em gráficos ou em tabelas. Discuta com eles a escolha do meio de apresentação dos dados. Isso pode ser feito com a colaboração do professor de Matemática. Aproveite ainda o momento para discutir o que os números significam em termos de biodiversidade ou de preponderância de um grupo sobre outro, apresentando os dados gerais computados pelos cientistas e comparando-os com os próprios dados levantados. É possível também explicitar as questões evolutivas envolvidas. Uma boa fonte de consulta pode ser encontrada em: FIORZA, R. C. (org.) et al. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Volume 1. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/z3529/pdf/forzza-9788560035083.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2020.

#### Módulo II: Extração de pigmentos e produção de perfumes

Por meio de pesquisas, conduzir em laboratório os experimentos pertinentes à extração de pigmentos e de essências que possam ser utilizados na fabricação de perfumes.

Professor, este módulo, em particular, exigirá algum investimento na compra de reagentes orgânicos. É fundamental a participação do professor de Química nos experimentos propostos.

**Atividade de fechamento:** Elaboração de relatório que documente todas as etapas do processo – pesquisa dos grupos vegetais, entrevistas, extrações e produções finais (perfumes, por exemplo).

Dando asas à imaginação, adicionalmente, a elaboração de um vídeo com uma propaganda do perfume poderia ser proposta. Para isso, os estudantes teriam de elaborar uma identidade visual para o produto determinando, por exemplo, o frasco, o nome, o conceito que se deseja veicular (juventude, sedução, infância etc.), a trilha sonora. A participação do professor de Arte seria muito importante para significar o trabalho realizado.

### Módulo III: Nutrição

Por meio de pesquisas, conhecer os fundamentos da alimentação vegetariana nas suas diversas variações (ovolactovegetarianismo, veganismo, macrobiótica) procurando estabelecer as conexões com as filosofias que as suportam, bem como os princípios éticos que as norteiam. Entrevistas com entidades (religiosas ou não) que defendem esse modo de nutrição serão valiosas.

**Atividade de fechamento:** Elaboração de um vídeo ou de um debate que defenda posições opostas (vegetarianismo × carnivorismo).

### Módulo IV: Etnobotânica

Discussão sobre os alcances e a produção de conhecimentos dentro da etnobiologia, que pode ser entendida como um campo da ciência que se utiliza da metodologia antropológica para o conhecimento e a compreensão da maneira como cada povo classifica e faz uso do ambiente físico e cultural de seu entorno. Dito de outra forma: como o mundo biológico é apreendido pelas diferentes culturas? Essa é a questão fundamental que interessa ao etnobiólogo.

**Atividade de fechamento:** elaboração de um projeto paisagístico na escola com plantas medicinais.

A interdisciplinaridade com o Professor de Artes seria muito bem-vinda. Adicionalmente, as discussões poderiam ser muito enriquecidas com a participação dos professores de Sociologia, Filosofia e História e Geografia.

### Módulo V: Arte

Este módulo deverá trabalhar duas frentes: (1) uma em conexão direta com a geometria e a engenharia próprias das estruturas vegetais e (2) outra buscando, ao longo da História da Arte, identificar os principais artistas que se utilizaram dos vegetais como fonte de expressão artística.

**Atividade de fechamento:** Produção de trabalhos artísticos e montagem de uma exposição com esses trabalhos e reproduções.

Professor, aqui a interdisciplinaridade com o Professor de Matemática (linha temática 1) é fundamental. Para a linha temática (2), a interdisciplinaridade com Artes, Língua Portuguesa (Literatura), História e Filosofia seria muito importante para significar os conteúdos.

### Módulo VI: Paisagismo

**Atividade de fechamento:** Elaboração e execução de um projeto paisagístico para algum espaço do ambiente escolar.

Professor, essa atividade foi pensada como forma de promover o sentimento de pertencimento dos estudantes ao espaço escolar. A juventude tem necessidade de criar vínculos e identidade com os locais que frequenta e habita. A percepção de pertencimento a determinado grupo ou espaço é fundamental para desenvolver a autoestima, a autonomia e o sentimento de potência para ação no mundo. Elaborar e executar uma proposta de colocar plantas no ambiente escolar parece-nos muito potente no sentido de promover o protagonismo das juventudes brasileiras.

### Módulo VII: Paisagismo de interiores

**Atividade de fechamento:** Elaboração e execução de um projeto paisagístico no interior das salas de aula e em outros espaços fechados da escola.

As mesmas razões e motivações listadas para o módulo VI compõem aqui.

### Módulo VIII: Estufa e hidroponia

**Atividade de fechamento:** Elaboração e execução de um projeto para a construção de uma estufa com hidroponia na escola.

### Módulo IX: A praça é nossa

**Atividade de fechamento:** Identificação das árvores da praça e construção de uma horta comunitária

Professor, a perspectiva exposta no módulo VI ganha amplitude neste módulo, pois aqui o trabalho deverá ser desenvolvido no entorno da escola. É fundamental construir o sentimento de pertencimento ao bairro, à cidade. Trata-se de viver a cidade e o bairro na sua positividade. Recomenda-se que esse módulo envolva toda a comunidade escolar e os estabelecimentos comerciais do entorno, bem como os moradores da região. Pode parecer um módulo utópico, mas efetivamente não é. É necessário acreditar que podemos agir no nosso bairro, nos organizar para criar um ambiente melhor para todos. Reportamos que esse módulo já foi executado várias vezes, com resultados muito positivos.

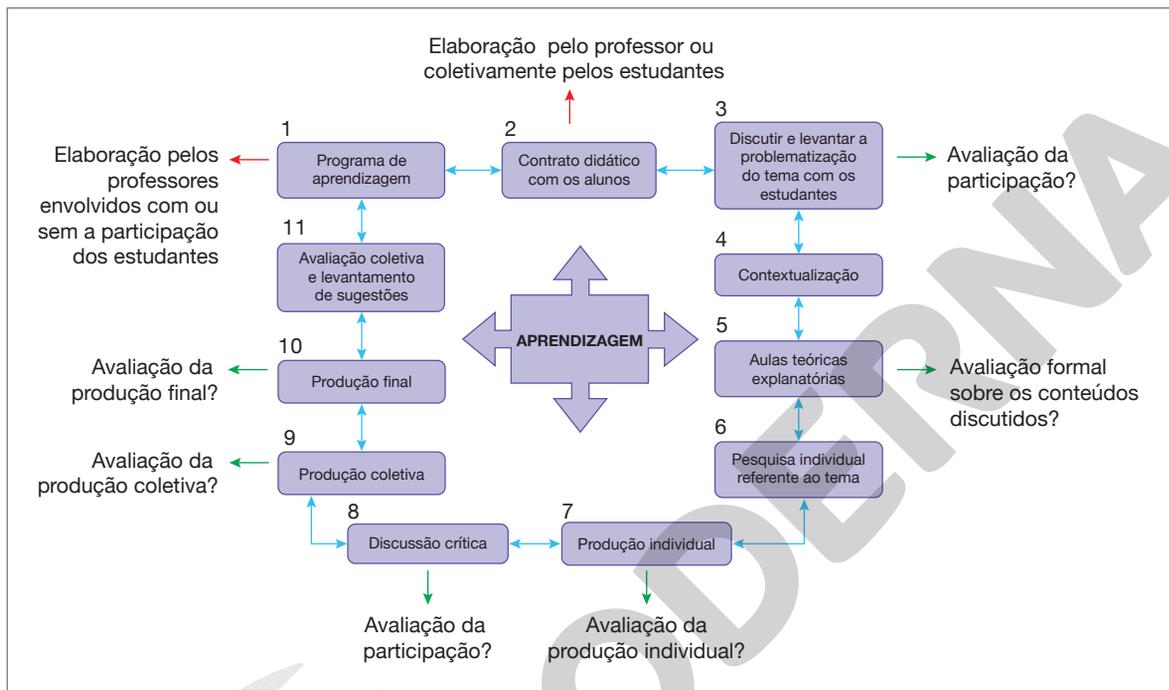


## ■ Como avaliar

Dentro da visão que estamos trabalhando até aqui, reiteramos a pertinência de a avaliação ser formativa. Isso significa que ela deve ocorrer sempre ao longo de todo o processo, de forma contínua e discutida com os estudantes. Isso equivale dizer que é fundamental que eles conheçam, de antemão, os critérios pelos quais serão avaliados, todas as atividades que serão desenvolvidas e qual o peso de cada uma delas para a composição final da nota ou do conceito.

Alternativa e desejavelmente, é possível estabelecer com os próprios estudantes os critérios de avaliação. Para isso, é necessário que uma espécie de “**contrato didático**” seja firmado (passo 2 do esquema abaixo).

Figura 4: Etapas do desenvolvimento de um projeto e a avaliação.



Fonte: BEHRENS, 2014, p. 106 (adaptado).

Note que os momentos de avaliação presentes no esquema são apenas sugestões. Isso porque os momentos avaliativos devem ser decididos pelo coletivo de professores envolvidos no projeto ou por você, caso o projeto não conte com a participação de outros componentes curriculares.

Assim, no passo 3, que compreende a problematização do tema, é possível fazer uma avaliação da participação dos estudantes na discussão. Essa discussão pode ser feita, primeiro, pelo coletivo da sala e, posteriormente, em pequenos grupos. As conversas nos grupos podem gerar um registro por escrito, que pode ser utilizado como uma primeira avaliação.

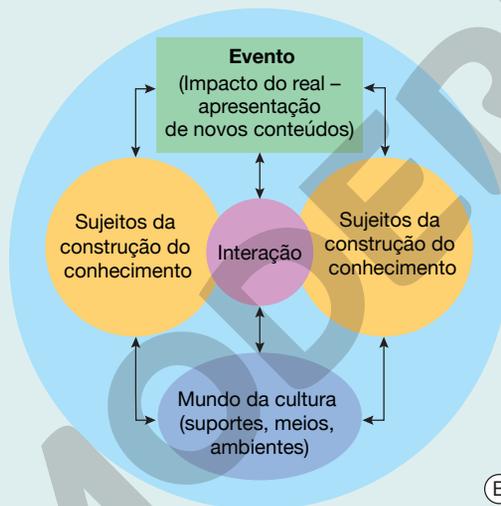
No passo 5, depois que as aulas expositivas dialogadas forem finalizadas, caso ache pertinente, uma avaliação formal pode ser feita para verificar a apreensão desses conteúdos. Chamamos aqui de “avaliação formal” as avaliações do tipo mais frequente nas escolas: testes e/ou questões dissertativas, que deverão ser respondidos pelos estudantes individualmente, em duplas (uma alternativa interessante) ou em grupo.

Caso o projeto que esteja desenvolvendo tenha uma etapa de produção individual, ela pode também ser tomada como um momento de avaliação. Mas é importante, dentro do espírito do ensino por projetos, que essa produção tenha possibilidades de ser melhorada pelo estudante se porventura não estiver satisfatória.

O passo 8 indica uma discussão crítica que pode ser realizada em grupos a partir das produções individuais. Dessa forma, os próprios estudantes podem avaliar as produções uns dos outros. Alternativamente, se preferir uma discussão coletiva sobre as produções individuais ou sobre o momento em que o projeto se encontra, a participação dos estudantes pode ocorrer nos mesmos moldes apontados no passo 3.

Os esquemas abaixo representam, respectivamente, (A) o modelo piagetiano da construção do conhecimento e (B) o modelo vygotskyano da construção do conhecimento, chamado de socioconstrutivista.

HERBERT TSUJI



- Analise-os atentamente e estabeleça as semelhanças e diferenças entre eles. Com qual deles você se identifica mais? Justifique.

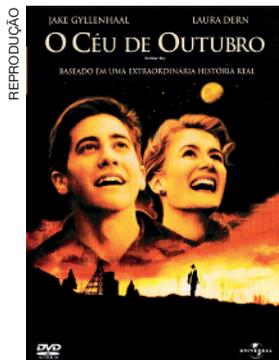
A resposta é pessoal, mas espera-se que os estudantes consigam identificar que em ambas as visões entende-se que o conhecimento é fruto de uma construção na qual os conhecimentos prévios são fundamentais. No entanto, a teoria do conhecimento socioconstrutivista dá um peso muito significativo para o social. Isso significa que a construção do conhecimento é largamente determinada pelo contexto social em que se encontra o indivíduo. Apesar de a teoria piagetiana não descartar o social, o foco maior está no indivíduo.

No decorrer deste capítulo, você pode refletir a respeito da pedagogia de projetos e o quanto ela pode ser potente no sentido de tornar os processos de ensino-aprendizagem mais significativos.

Tendo isso em mente, sugerimos que você dê livre curso à sua imaginação. Resgate as ideias e reflexões geradas na leitura deste capítulo e, com base nelas, faça uma lista de projetos que você gostaria de desenvolver com seus alunos. Não se trata de listar os projetos que acha que seriam viáveis nas condições em que você está neste momento, mas, antes, construir uma “lista de desejos” de projetos. Apenas faça a lista. Temos a certeza de que esse é um primeiro passo para que seus projetos comecem a ser concretizados. Adicionalmente, se for possível, escolha um dos projetos listados e redija uma proposta para a sua implementação.

## Sugestões para o professor

### FILMES



**O céu de outubro.** Direção: Joe Johnston. Estados Unidos, 1999. 115 min.

O filme *O céu de outubro*, com base no romance de Homer H. Hickam Junior, narra a história real de quatro garotos da pequena cidade de Coalwood, em West Virginia, na época da grande “corrida espacial” entre a Rússia e os Estados Unidos, em 1958, com o lançamento do *Sputnik* pelos russos. Trata-se de um momento ímpar da história não apenas para as ciências, mas também no que diz respeito ao acirramento de disputas políticas. Nesse contexto, o jovem Homer Hickam, junto de seu amigo Quentin Wilson, decide construir um foguete. Ganha destaque no filme o papel da professora de Matemática Frieda Riley, que incentiva os meninos e os ajuda a conduzir o projeto. Ainda que o filme tenha uma condução um pouco romantizada dos processos escolares e sociais, vale muito a pena assistir à obra, pois mostra a importância da escola e dos professores como mediadores na condução de projetos que nascem dos sonhos e desejos dos estudantes.



**A onda.** Direção: Dennis Gansel. Alemanha, 2008. 108 min.

*A onda*, com base em fatos reais narrados no livro homônimo do estadunidense Todd Strasser, é um filme perturbador, pois mostra como um projeto, inicialmente bem intencionado, pode levar a consequências desastrosas. Rainer Wenger é um professor de Sociologia do

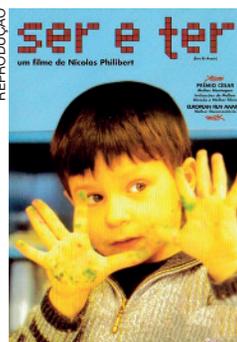
Ensino Médio que resolve colocar em prática um projeto em que os estudantes deveriam criar uma espécie de “vivência ditatorial” de viés fascista. Os estudantes organizam-se em gangues rivais e a simulação torna-se realidade. Criam logo, nome, saudação e passam a perseguir uns aos outros. A situação foge ao controle, e uma onda de violência toma conta da escola. O filme traz reflexões importantes para a sociedade.



**O menino que descobriu o vento.** Direção: Chiwetel Ejiofor. Reino Unido, 2019. 113 min.

Esse é mais um filme com base em fatos reais e no livro homônimo escrito pelo próprio protagonista da história, William Kamkwamba, com a colaboração do jornalista Bryan Mealer. Nascido no Malawi, país africano em 171º de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH de 2018, com a amostragem de 189 países), Kamkwamba (1987-) era um menino pobre, mas muito curioso e engenhoso. Inconformado com a situação familiar e a pobreza geral, ele estuda, de forma autônoma, tópicos avançados de Física e resolve, aos 14 anos de idade, desenvolver um projeto de construção de um moinho para captação de água, a fim de regar o solo e permitir o plantio de subsistência. Seu projeto deu certo, e Kamkwamba hoje cursa Engenharia Ambiental no Colégio *Dartmouth*, em Hanover, Estados Unidos, além de percorrer o mundo dando palestras sobre sua história de vida. Fica um ar de “empreendedorismo milagroso” que nem sempre ajuda a promover mudanças efetivas, mas vale a pena conferir. O filme pode propiciar uma discussão crítica sobre a problemática da miséria em muitos países do mundo e sobre a mitificação da “superação”.

### DOCUMENTÁRIOS



**Ser e ter.** Direção: Nicolas Philibert. França, 2002. 105 min.

O documentário mostra o processo de formação do conhecimento e da identidade pessoal de crianças de uma escola rural da França, da educação infantil até o último ano do ensino fundamental – anos iniciais (dos 4 aos 11 anos de idade).

A recepção do documentário, de modo geral positiva, gerou controvérsias. De um lado há aqueles que acreditam que o filme relata com simplicidade a educação escolar, mostrando o trabalho com o aprender e vinculando o fazer escolar com as ideias de plantar e colher. No entanto, há críticas importantes que entendem que o filme passa uma imagem pouco realista das práticas pedagógicas.

Além disso, a analogia entre o trabalho docente e a natureza acaba por criar, no imaginário social, uma noção apolítica das relações sociedade-escola-professor-estudantes. O convite é para que você assista ao documentário e forme sua própria opinião a respeito.

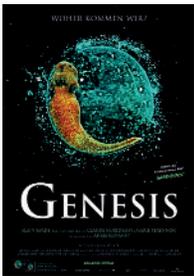
REPRODUÇÃO



**Microcosmos.** Direção: Claude Nuridsany e Marie Pérennou. França/Suíça/Itália, 1996. 80 min.

**Genesis.** Direção: Claude Nuridsany e Marie Pérennou. França/Suíça/Itália, 2004. 81 min.

REPRODUÇÃO



O documentário **Microcosmos** traz um registro belíssimo da vida que não conseguimos ver, isto é, de eventos biológicos e seres vivos microscópicos, como o ciclo de vida dos insetos e invertebrados. A mesma dupla de documentaristas tem no filme **Genesis** uma excelente narrativa sobre a origem da vida. São documentários que propiciam a elaboração de sequências didáticas sobre os temas tratados com possibilidades de construção de projetos.

REPRODUÇÃO



**Antártica por um ano.** Direção: Júlia Martins. Brasil, 2015. 97 min.

O documentário acompanha a rotina de pesquisadores e auxiliares brasileiros na base brasileira Estação Antártica Comandante Ferraz. A diretora buscou mostrar as condições que o grupo enfrenta em um ambiente tão inóspito e restritivo, ressaltando as dificuldades e as saídas encontradas para que a produção científica seja possível. Trata-se de uma excelente oportunidade para discutir como é possível fazer ciência em um ambiente tão limitante e conhecer o trabalho de cientistas brasileiros que enfrentam dificuldades não apenas climáticas, mas também de financiamento e infraestrutura. Esse documentário pode ser usado para compor o "Projeto: Antártica ou Antártida?" proposto na seção **Na prática** deste capítulo.

## LIVROS

FOTOS: REPRODUÇÃO



**Transgressão e mudança na educação:** os projetos de trabalho. HERNÁNDEZ, Fernando. Porto Alegre: Artmed, 1998.

**A organização do currículo por projetos de trabalho:** o conhecimento é um calidoscópio. HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Monserrat. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Em ambos os livros, os autores discutem a proposta de uma educação baseada em projetos. No entanto, o que torna essa discussão fundamental é que eles assumem o paradigma da complexidade e inserem a questão metodológica em um contexto mais abrangente: o da sociedade, das políticas públicas para a educação e da valorização do trabalho docente, entre outras. Assim, a perspectiva é crítica e confere um caráter politizado, no sentido mais nobre do termo, à adoção de propostas mais significativas dos processos de ensino e aprendizagem. São dois livros fundamentais para aqueles professores que têm como projeto de vida uma docência comprometida com as questões do país.

REPRODUÇÃO



**Uma didática para a pedagogia histórico-crítica.** GASPARIN, João Luiz. Campinas: Autores Associados, 2012.

A pedagogia histórico-crítica, de extração marxista, propõe que a educação seja um meio para a superação do capitalismo. Assim, nesse livro é possível encontrar os pressupostos teóricos e metodológicos dessa corrente de pensamento, que tem no professor Dermeval Saviani um de seus mais importantes proponentes. Nessa obra, Gasparin construiu um texto de leitura acessível, que apresenta diversas propostas de implementar essa pedagogia em sala de aula.

REPRODUÇÃO



**A vida secreta das árvores.** WOHLLEBEN, Peter. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.

**A vida secreta dos animais.** WOHLLEBEN, Peter. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.

O engenheiro florestal alemão Peter Wohlleben oferece nesses dois livros uma visão bastante singular da natureza com base nas árvores e nos animais. Em uma perspectiva holística, propõe elementos da ecofilosofia e das ciências para pensar a relação humana com o mundo natural, entendendo que também parte da natureza. São leituras enriquecedoras para aqueles que desejam novas relações com o planeta e que certamente podem contribuir para a construção dos projetos apresentados na seção **Na prática** deste capítulo.

REPRODUÇÃO



REPRODUÇÃO

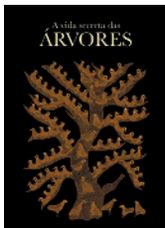


**Revolução das plantas.** MANCUSO, Stefano. São Paulo: Ubu Editora, 2019.

Grata surpresa do mundo editorial brasileiro de 2019, o italiano Stefano Mancuso propõe que olhemos para as plantas a fim de tentar resolver nossos problemas sociais e políticos, com base na proposição de novos modelos de pensar o futuro da tecnologia, da

ecologia e da democracia. Fundador da neurobiologia vegetal, ele defende que o potencial para a solução dos nossos problemas pode ser encontrado nas plantas. Trata-se de uma abordagem ímpar que pode contribuir para complexificar o projeto de Botânica proposto na seção **Na prática** deste capítulo.

REPRODUÇÃO

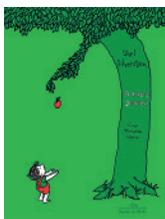


**A vida secreta das árvores.** SHYAM, Bhajju; BAI, Durga; URVETI, Ram Singh. São Paulo: WMF Fontes, 2010.

**A árvore generosa.** SILVERSTEIN, Shel. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

A vida secreta das árvores traz uma série de lendas e contos indianos sobre as árvores e suas relações mitológicas com o mundo e com os seres vivos. Em uma vertente étnica, o livro brinda o leitor com desenhos belíssimos das mais variadas árvores. Trata-se de uma oportunidade para compartilhar com os estudantes formas singulares de

REPRODUÇÃO



conceber a natureza. Nessa mesma linha de pensamento singular, a árvore generosa traz uma história tocante da relação de uma árvore com um menino que cresce e abandona, o que pode ser entendido como uma metáfora das relações que estabelecemos com o mundo natural. Ambos os livros podem ser utilizados com muito proveito para o desenvolvimento do projeto de Botânica proposto na seção **Na prática** deste capítulo.

## SITES

REPRODUÇÃO



No site do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), são disponibilizados diversos materiais didáticos e aulas que podem ser utilizados gratuitamente para o desenvolvimento de atividades de Botânica no Ensino Médio e ajudar no projeto de Botânica proposto na seção **Na prática** deste capítulo. Disponível em: <[http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com\\_docman&Itemid=98](http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98)>. Acesso em: 2 nov. 2020.



O site do IBUSP disponibiliza uma quantidade enorme de materiais informativos e de sugestões de atividades que abrangem da bioquímica à Zoologia. A Zoologia aqui merece um destaque, pois o site dá acesso livre a cinco apostilas de atividades bastante variadas para trabalhar com a Zoologia na escola.

Você encontra dinâmicas, jogos, exercícios, aulas práticas e dezenas de outras possibilidades. Disponível em: <[http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com\\_docman&Itemid=98](http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98)>. Acesso em: 2 nov. 2020.



A Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal do ABC oferece diversos cursos gratuitos, como a capacitação para se tornar um educador polar (curso sobre a Antártica), no qual a proposta de Zoologia feita na seção **Na prática** deste capítulo se inspirou, educação para o século XXI, educação especial e inclusiva, produção de vídeos científicos, entre muitos outros. Os cursos são frequentemente renovados. Disponível em: <<https://proec.ufabc.edu.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.



No site *Gelo na bagagem*, a dra. Francyne Elias-Piera, pesquisadora com muitos anos de experiência e vivência na Antártica, oferece informações sobre o continente antártico, cursos e materiais que podem ser utilizados nas aulas de Biologia e no projeto proposto na seção **Na prática** deste capítulo. Disponível em: <<https://www.gelonabagagem.com/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.



A coleção *Flora brasiliensis* apresenta a obra de nome homônimo produzida entre 1840 e 1906 pelos editores Carl Friedrich Philipp von Martius, August Wilhelm Eichler e Ignatz Urban, com a participação de 65 especialistas de vários países. Contém tratamentos taxonômicos de 22.767 espécies e a maioria de angiospermas brasileiras, reunidos em 15 volumes, divididos em 40 partes, com um total de 10.367 páginas. Em um esforço colaborativo de várias instituições, todas as pranchas foram digitalizadas. Trata-se de uma coleção de valor histórico e pedagógico inestimável, que pode ser aproveitada com pertinência no desenvolvimento de vários projetos. Na Proposta 2 da seção **Na Prática** deste capítulo você encontra uma boa oportunidade de utilização desses materiais com seus estudantes. Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

REPRODUÇÃO

REPRODUÇÃO/GELO NA BAGAGEM

REPRODUÇÃO/FLORA BRASILIENSIS