

Caderno 5

Currículo e Educação Integral na Prática

Caminhos para a BNCC de Ciências Naturais





Ficha Técnica

Realização

Centro de Referências em Educação Integral

Apoio

British Council

Coordenação Técnica

Cidade Escola Aprendiz

Edição

Fernanda Lobo, Raiana Ribeiro

Coordenação

Ana Paula de Pietri

Pesquisa e Redação

Natália Ferreira Campos

Autores dos textos sobre práticas pedagógicas das escolas municipais de Santos (SP) - Secretaria de Educação da Prefeitura de Santos (SP) - Seção de formação continuada

Adriana Negreiros de Campos, Debora Gil Souza, Fabrício Cruz Florêncio da Silva, Felipe Augusto de Mesquita Comelli, Márcia Al Alam

Leitores críticos - Programa Maré de Ciência, Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo

Barbara Lage Ignacio, Fernando Ramos Martins, Ronaldo Adriano Christofoletti

Revisão Técnica

Natacha Costa, Luís Serrão

Direção de Criação

Glaucia Cavalcante

Diagramação

Vinicius Correa

APRENDIZ

Direção Executiva

Natacha Costa

Coordenação de Programas

Raiana Ribeiro

Gestão do Centro de Referências em Educação Integral

Fernando Mendes

Equipe

Ana Paula de Pietri, Natalia Ferreira Campos

Sumário

| Pre | efácio | 5 |
|-----|--|----|
| 01 | O que é este documento | 9 |
| 02 | Quem são os sujeitos de aprendizagem? | 15 |
| | Por que ensinar Ciências Naturais escola? Uma pergunta filosófica essencial | 19 |
| 04 | A ciência a nossa volta | 33 |
| 05 | Dimensões de credibilidade da ciência | 41 |
| 06 | Ensinar para a Alfabetização Científica | 55 |
| | STEM, STEAM e o nosso ensino Ciências Naturais | 67 |

| 08 O Ensino de Ciências Naturais por Investigação | 73 |
|---|-----|
| Motivar e envolver os estudantes como condição fundamental | 80 |
| Conceitualização: questões, hipóteses e fundamentação teórica | 84 |
| A fase de investigação: coleta, construção e análise de dados | 87 |
| Método científico ou práticas epistêmicas? | 89 |
| Comunicação e reflexão: interações e desenvolvimento da linguagem | 114 |
| 09 A história da ciência na sala de aula: estudos de casos históricos | 135 |
| 10 As Questões Sociocientíficas e as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente | 141 |
| 11 Investigando o território: estudos do meio e visitas a museus, centros de ciências e outras instituições | 145 |
| 12 A diversidade nas ciências | 161 |
| 13 Considerações finais | 189 |
| Referências | 191 |

Prefácio

Como professora e pesquisadora da área das ciências biomédicas, engajada na luta pela educação e ciência como um direito de todos, sinto-me honrada por ter sido convidada para escrever o prefácio do Caderno 5 – Currículo e Educação Integral na Prática. Caminhos para a BNCC de Ciências Naturais.

No meu entender, esse Caderno tem características múltiplas, é fruto de uma luta travada por muitas pessoas, de diferentes concepções ideológicas para o estabelecimento da Base Nacional Curricular Comum, tendo a Educação Integral como direito, contextualizada e voltada para a construção da verdadeira cidadania.

Vários países, incluindo o Brasil, têm questionado o valor da Ciência, buscando desacreditá-la. Considerando, portanto, o momento da história pelo qual passamos, é uma conquista importantíssima para o país ter um projeto educacional voltado para formar cidadãos que utilizem o raciocínio científico e que reconheçam o valor da Ciência.

Esse Caderno sintetiza todas essas abordagens e conceitos, oferecendo aos professores e aos estudantes caminhos concretos para fortalecer e (re)pactuar esses valores. A autora salienta que a troca de experiências entre estudantes e professores é um ponto relevante para o desenvolvimento do trabalho pedagógico. O mesmo acontece com o conhecimento científico que, a partir do diálogo entre diferentes cientistas e frente a novas evidências e tecnologias, pode e deve ser revisto. É essa dinâmica que permite que o conhecimento humano continue a avançar.

Recentemente António Guterres, secretário-geral da Organização das Nações Unidas (ONU), afirmou: "Sem aproveitar a energia, o conhecimento tecnológico e o otimismo dos jovens, o mundo não tem chances de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)". Acredito que este Caderno esteja fortemente inserido na Agenda 2030 com os 17 ODS, transcendendo o Objetivo 4 – Educação de Qualidade, pois via educação científica está dando os instrumentos para entender e buscar alcançar os outros 16 ODS.

Enfim, este material se reveste de um sentido histórico que certamente será cada vez mais reconhecido ao passo que a Educação Integral, tendo a Alfabetização Científica como um dos seus importantes eixos, for incorporada de fato à vida escolar. Os estudantes aprendem a reexaminar suas ideias à luz de observações e conceitos científicos aceitos. A Alfabetização Científica que integra o estudante com o território e o enxerga como ator da própria aprendizagem, elaborando hipóteses, investigando, experimentando, buscando respostas, aprendendo a se comunicar, tanto na expressão oral e como na escrita, deve ter o impacto que desejamos para a educação brasileira: formar pessoas integradas com a sociedade, conhecedoras de seus direitos, envolvidas com o território, capazes de tomadas de decisão, enfim, agentes ativos na construção de um país (e mundo) justo e solidário para todos.

Parabéns a todas e todos do Centro de Referências em Educação Integral e ao British Council pela qualidade e excelência do trabalho realizado. Espero que nossos educadores e estudantes, em diferentes regiões e territórios, se apoderem dos conceitos e conhecimentos evidenciados nas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

HELENA BONCIANI NADER

Helena B. Nader é bacharel em Ciências Biomédicas pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), licenciada em Biologia pela Universidade de São Paulo, doutora em Biologia Molecular pela Unifesp, pós-doutorado na University of Southern California. É professora titular da Unifesp, membro titular da Academia de Ciências de São Paulo, da Academia Brasileira de Ciências, da World Academy of Science (TWAS) for the Advancement of Science in Developing Countries e da ACAL. Foi vice-presidente e presidente de honra (desde 2017) da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

CADERNO 5

1 O que é este documento

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Este material busca oferecer referências teóricas e práticas para a consolidação de subsídios à escrita curricular na área de Ciências Naturais e seus componentes, de forma coletiva e contextualizada em cada rede de ensino. Nesse sentido, buscamos um ensino de Ciências Naturais que, ancorado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) e consolidado sobre os princípios da Educação Integral e Território Educativo, articule a construção de conhecimento com os saberes e potenciais educativos do território nas suas diferentes dimensões local, global e virtual.

Compreendemos que a BNCC engendra uma oportunidade de (re) construção curricular nas redes municipais e estaduais de educação, dentro dos princípios de liberdade e autonomia das escolas e redes, por meio de processos participativos da comunidade escolar e local, que fortaleçam o exercício democrático na escola e assegurem a pertinência do currículo ao território.

Apresentaremos princípios fundamentais do ensino de Ciências Naturais que ancoram práticas pedagógicas que visam criar oportunidades de desenvolvimento das identidades, da criatividade e das habilidades de investigação, análise, sistematização e comunicação - elementos importantes para a construção de conhecimentos de forma colaborativa, crítica e contextualizada, que são, portanto, potentes para a transformação pessoal e social.

Acreditamos que as reflexões, modelos e práticas que oferecemos aqui no âmbito das Ciências Naturais podem contribuir com aspectos formativos e elementos integradores das demais disciplinas e áreas de conhecimento que constituem os percursos curriculares escolares.

Nossa proposta é que professores(as) e gestores(as) investiguem os projetos já realizados na escola e possam reconhecer e valorizar as boas práticas, rever e reelaborar a matriz curricular, os projetos político-pedagógicos e os planos e estratégias de ensino, para coletivamente aprimorar os processos pedagógicos escolares. Esperamos que esses princípios deem suporte a gestores e educadores em um trabalho coletivo de construção de modos de gestão do currículo e de ações pedagógicas alinhados ao compromisso de garantir a aprendizagem e o desenvolvimento integral de todos e todas, assim como um ensino de Ciências Naturais relevante para a atuação do indivíduo na construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva.

O Caderno de Ciências integra um conjunto de referenciais publicados pelo Centro de Referências em Educação Integral, em parceria com o British Council, que tem como objetivo apoiar os processos formativos nas redes de ensino à luz da Educação Integral. Somam-se a este Caderno de Ciências Naturais: o Caderno 1 — "Currículo e Educação" Integral na Prática: uma referência para Estados e Municípios" (WEF-FORT; ANDRADE; COSTA, 2019a), que apresenta a fundamentação da Educação Integral, o desenvolvimento do Território Educativo e das práticas pedagógicas da rede e os subsídios mais amplos para as orientações curriculares; o Caderno 2 — "Currículo e Educação Integral na Prática: como fazer" (WEFFORT; ANDRADE; COSTA, 2019b), que propõe um percurso para a formação de gestores com desdobramentos de formação com os(as) professores(as); o Caderno 3 — "Currículo e Educação Integral na Prática: Caminhos para a BNCC de Língua Inglesa" (XAVIER; MOTTIN, 2019); e o Caderno 4 - "Avaliação na Educação Integral: elaboração de novos referenciais para políticas e programas" (ANDRADE; MORAES; TIBURCIO, 2020).

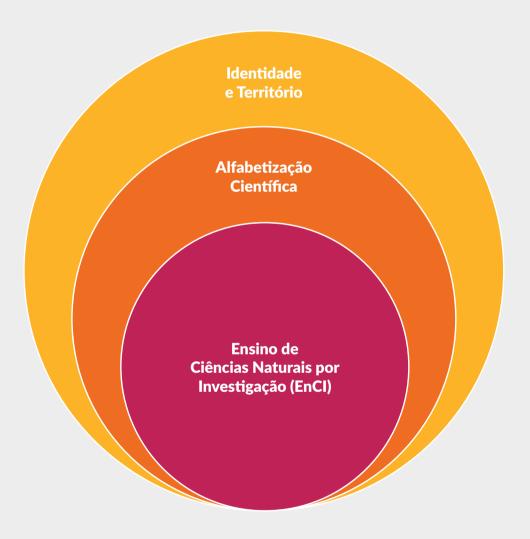
Por reconhecer quão complexo é organizar um referencial para apoio à construção curricular, este documento partiu de um amplo diálogo, escuta e participação, junto a um grupo de referência formado pela equipe técnica da Secretaria Municipal de Santos, professores(as) do Instituto do Mar e Programa Maré de Ciência¹ da Universidade Federal de São

¹ Para saber mais, consulte o site da instituição. Disponível em: <maredeciencia.com.br>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Paulo (UNIFESP) Campus Baixada Santista e equipe de especialistas em currículo do Centro de Referências em Educação Integral. Assim, foram elencados os elementos essenciais que deveriam constar neste documento. Ao longo do processo, o grupo de referência teve a oportunidade de propor caminhos para que o presente documento estivesse mais preciso e mais conectado às escolas de Educação Básica e aos seus desafios referentes às demandas atuais sobre o ensino de ciências.

Este Caderno de Ciências Naturais sustenta-se em três eixos articulados: (i) Alfabetização Científica; (ii) Ensino de Ciências por Investigação; e (iii) Identidade e Território (Figura 1). A Alfabetização Científica é um marco teórico do ensino de ciências, que defende uma formação cujo resultado seja a leitura crítica do mundo e a ação transformadora a partir da articulação entre conhecimento conceitual, desenvolvimento de habilidades, práticas de investigação e a compreensão da natureza das ciências, das questões sociocientíficas e das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. O **Ensino de Ciências por Investigação** é a abordagem pedagógica que, ancorada em princípios de aprendizagem centrada nos(as) estudantes, promove a alfabetização científica, integrando uma variedade de estratégias de ensinar. A preocupação com a **Identidade e Território** situa o olhar do educador para os sujeitos de aprendizagem nas suas necessidades particulares e nas marcas que carregam do contexto sociocultural em que estão todos inseridos. A presença das meninas e mulheres na ciência ganhou destaque como uma das dimensões de identidade que pode servir como modelo para a problematização de outras. Entendemos que reconhecer a diversidade como potência é a força indutora de uma educação verdadeiramente inclusiva. Os três eixos desenvolvidos de maneira articulada oferecem os contornos do que desejamos para o ensino de ciências escolar.

Figura 1: Os três eixos que sustentam a construção desse caderno de ciências.



Fonte: Elaborado pela autora.

CADERNO 5

Quem são os sujeitos de aprendizagem?

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Você conhece seus(suas) estudantes? Sabe quais são suas trajetórias e vivências? Seus conhecimentos, seus interesses e suas dificuldades?

Os processos de aprendizagem e desenvolvimento são contínuos ao longo da vida do indivíduo e ultrapassam a experiência escolar, iniciandose previamente e ocorrendo concomitante e posteriormente a esta fase em condições distintas. Os interesses e afinidades dos indivíduos variam em relação à faixa etária, ao gênero, às condições socioeconômicas e ao contexto social e cultural em que estão inseridos. Conhecer nossos(as) estudantes e suas especificidades é fundamental para um ensino de Ciências Naturais que possa estar contextualizado em realidades que sejam significativas para cada grupo.

Apesar de cada fase da vida guardar certo conjunto de características similares para os indivíduos, não podemos determinar balizadores absolutos e prescritivos para a projeção das experiências escolares. As mudanças físicas, cognitivas, psicológicas e sociais acontecem de forma contínua e em diferentes ritmos. A percepção de si, das próprias motivações, capacidades, sentimentos e atitudes refletem marcas dos contextos em que os sujeitos convivem socialmente, tais como a família, a comunidade, os colegas, a escola e os grupos de referências que são singulares nos diferentes locais e tempos sociais e históricos, por isso conhecer os sujeitos, suas vivências e trajetórias é fundamental na construção de oportunidades de aprendizagem relevantes e contextualizadas (BONINI; DRUCK; BARRA, 2018).

Reflexão para gestores(as) e equipe: investigando os aprendizes

Promova junto a equipe escolar um momento de investigação das características do grupo de estudantes atendidos pela unidade de ensino; garantindo que cada professor(as) possa relatar uma visão de acordo com sua experiência e perspectiva. É importante fomentar um olhar acolhedor para a diversidade dos(as) estudantes e não um que os culpabilize pelos problemas de aprendizagem ou indisciplina.

É interessante poder ouvir os(as) próprios(as) estudantes em projetos que potencializem as expressões das individualidades. Trazer as identidades para o centro da aprendizagem, de forma respeitosa e acolhedora, é um caminho para promover a conexão entre os(as) estudantes e destes(as) com a escola.

Esta investigação pode incluir uma conversa com as crianças e com os pais, ou perguntas aos(às) estudantes sobre sua relação com a escola, ciências, comunidade, seus valores, interesses e desafios. As respostas podem ser orais ou escritas, individuais ou em pequenos grupos. Respostas coletivas podem constituir um momento de reflexão que considerem diferentes perspectivas, enquanto respostas escritas individuais e anônimas podem deixar os(as) estudantes mais confortáveis para expressar suas ideias.

A partir das características particulares captadas nestas conversas, é importante refletir como as experiências escolares de cada área de conhecimento dialogam com as vivências destes indivíduos, contribuindo para o seu desenvolvimento.

CADERNO 5

Por que ensinar Ciências Naturais na escola? Uma pergunta filosófica essencial

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS O que é importante que as pessoas saibam sobre ciência?

O que é importante que o nosso grupo de estudantes saiba sobre Ciências Naturais?

Qual o papel do ensino de Ciências Naturais na escola?

Como ensinar sobre ciências, de maneira que estudantes aprendam e desenvolvam suas competências e identidades?

Educação consiste, portanto, no processo de socialização da cultura da vida, no qual se constroem, se mantêm e se transformam saberes, conhecimentos e valores (BRASIL, 2013, p.16).

A Educação Integral é, desta forma, uma concepção de educação comprometida com a construção de conhecimentos com sentido e significado por meio de aprendizagens que sejam relevantes, acessíveis, pertinentes e transformadoras para os estudantes (WEFFORT; ANDRADE, PINHEIRO; COSTA, 2019, p. 21).

A busca por formalizar respostas a essas perguntas oferece clareza sobre duas dimensões que sustentam o ensino de ciências escolar: o papel da ciência na sociedade e o da escola. Essa clareza, quando é compartilhada pela comunidade escolar ou de uma rede de ensino, orienta escolhas pedagógicas mais coesas entre seus membros, fortalecendo o Projeto Político Pedagógico. Por mais que os documentos oficiais ofereçam um conjunto de valores, aprofundar seus possíveis sentidos e significados em cada contexto, elaborando como podem ser concretizados nas ações cotidianas, é ponto de partida fundamental para consolidá-los. Essa reflexão envolve pensar conjuntamente sobre quais características se delineiam para a nossa sociedade nos próximos 20 anos e qual educação possibilitará a atuação cidadã autônoma e solidária desses educandos nela.

Reflexão para gestores(as) e equipe: investigando os valores

Leia os dois trechos a seguir, do Relatório das Diretrizes Curriculares (BRASIL, 2013) e da Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2017), e discuta com sua equipe: (i) em que medida o Projeto Político Pedagógico (PPP) da sua escola dialoga com os valores defendidos para a educação básica sintetizados nesses trechos? (ii) peça para que os integrantes relatem experiências de como esses valores têm sido, ou podem ser, colocados em prática na sala de aula, especificamente, no ensino de Ciências Naturais.

Trecho 1: "Para que se conquiste a inclusão social, a educação escolar deve fundamentar-se na ética e nos valores da liberdade. na justiça social, na pluralidade, na solidariedade e na sustentabilidade, cuja finalidade é o pleno desenvolvimento de seus sujeitos, nas dimensões individual e social de cidadãos conscientes de seus direitos e deveres, compromissados com a transformação social. Diante dessa concepção de educação, a escola é uma organização temporal, que deve ser menos rígida, segmentada e uniforme, a fim de que os(as) estudantes, indistintamente, possam adequar seus tempos de aprendizagens de modo menos homogêneo e idealizado. A escola, face às exigências da Educação Básica, precisa ser reinventada: priorizar processos capazes de gerar sujeitos inventivos, participativos, cooperativos, preparados para diversificadas inserções sociais, políticas, culturais, laborais e, ao mesmo tempo, capazes de intervir e problematizar as formas de produção e de vida. A escola tem, diante de si, o desafio de sua própria recriação, pois tudo que a ela se refere constitui-se como invenção: os rituais escolares são invenções de um determinado contexto sociocultural em movimento.

A elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica pressupõe clareza em relação ao seu papel de indicador de opções políticas, sociais, culturais, educacionais, e a função da educação, na sua relação com os objetivos constitucionais de projeto de Nação, fundamentando-se na cidadania e na dignidade da pessoa, o que implica igualdade, liberdade, pluralidade, diversidade, respeito, justiça social, solidariedade e sustentabilidade." (BRASIL, 2013, p.16).

Trecho 2: "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. Nesse contexto, a BNCC afirma, de maneira explícita, o seu compromisso com a Educação Integral. Reconhece, assim, que 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. Além disso, a escola, como espaço de aprendizagem e de democracia inclusiva, deve se fortalecer na prática coercitiva de não discriminação, não preconceito e respeito às diferenças e diversidades." (BRASIL, 2017, p.14)

Sugestão de leitura: item 2 até o fim do 2.1 (p. 15 a 19) do Relatório das Diretrizes Curriculares (BRASIL, 2013).

Reflexão para professores(as): olhando as competências

Leia as dez Competências Gerais da Educação Básica definidas pela BNCC para a área de Ciências Naturais no ensino fundamental.

- **1.** Analise coletivamente o currículo de Ciências Naturais para um período escolar (ano ou ciclo) e avalie quais são as oportunidades de trabalho com cada uma das competências.
- 2. Você consegue identificar na sua prática uma ou mais atividades que estejam conectadas ao desenvolvimento de cada uma das competências? Registre estas conexões, justificando-as. É importante que você considere identificar quais características da atividade, da proposta pedagógica ou da condução docente possibilitam o desenvolvimento da competência.
- **3.** Como as atividades analisadas podem ser modificadas de forma a incorporar o trabalho com as competências?

Reflexão para gestores(as) e equipe: olhando as competências da BNCC

Analise junto a sua equipe os projetos escolares multi ou interdisciplinares e avalie como eles contribuem para o desenvolvimento de cada uma das competências. A partir dessa avaliação, discutam quais ações docentes podem ser inseridas, ou como os projetos poderiam ser ampliados de forma a incluir o trabalho com as competências da área de Ciências Naturais.

A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS COMO DIREITO DE APRENDIZAGEM

A área de Ciências Naturais aborda os estudos sobre fenômenos da natureza de diversas áreas do conhecimento como Física, Biologia, Geociências, Química, Astronomia e Meteorologia. Na escola, compreender a ciência como um campo de conhecimento implica acessar e valorizar formas de construir entendimento sobre o mundo e a realidade em que estamos imersos.

Os conhecimentos produzidos ao longo da história pelas Ciências Naturais impactaram e continuam impactando a forma como as pessoas vivem, alimentam-se, locomovem-se e comunicam-se. A escola é o lugar privilegiado para o acesso de grande parte da população à construção de conhecimentos específicos das áreas disciplinares. Entender a ciência como uma atividade institucionalizada, realizada por pessoas, amplia nossa compreensão para além de seus produtos, os processos são também incluídos, promovendo sua valorização como prática da nossa sociedade, parte da nossa cultura, com implicações diretas em nosso cotidiano.

A educação em Ciências Naturais nos ajuda a tomar decisões mais informadas, tanto individualmente quanto no âmbito público e político, mas, além do uso prático da informação, acessar e compreender esse campo do conhecimento deve desenvolver a apreciação e valorização:

- das formas de construirmos explicações;
- da ciência como elemento da cultura e tradição humana;
- da ética:
- da nossa relação com a natureza e com o ambiente onde nos inserimos.

Desenvolver com os(as) estudantes habilidades de raciocínio científico, como observar fenômenos e buscar explicações, exercitar a curiosidade, identificar características e padrões, registrar informações, investigar, questionar, analisar, argumentar e elaborar soluções, facilita a compreen-

são do trabalho dos cientistas e das formas de produzir conhecimento no campo das ciências.

O nosso desafio, enquanto professores(as), é construir conexões entre os saberes dos(as) estudantes e o conhecimento científico, entre as práticas da escola e as práticas do território, entre as necessidades cotidianas e as problemáticas locais e globais; promover o interesse e a compreensão das múltiplas relações entre ciência, sociedade, tecnologia e ambiente, entre fenômenos naturais e sociais, para que os estudantes, contemplados na sua diversidade, sintam-se capazes de engajar-se na transformação social, orientados pelos princípios de sustentabilidade e bem comum. Superar estes desafios é fundamental para que o ensino de ciências na escola básica contribua, de fato, para a formação integral das crianças e dos adolescentes.

Os objetivos do ensino de Ciências Naturais podem ser sintetizados no conceito de **Alfabetização Científica** ou **Letramento Científico**:

a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes **teóricos** e **processuais** das ciências (BRASIL, 2017, p. 321).

Nós precisamos desenvolver um ensino de Ciências Naturais que supere a crítica que ressoa há décadas sobre ele ainda ser transmissivo e sobrecarregado de informações conceituais descontextualizadas. O caminho dessa transformação é desenvolver a alfabetização científica na sala de aula, o que pressupõe um ensino centrado no estudante. Sasseron e Carvalho (2011) caracterizam três eixos orientadores da alfabetização científica a serem considerados no planejamento didático e curricular, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Três eixos da Alfabetização Científica

- Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Desenvolver com os(as) estudantes a construção de conhecimentos científicos necessários para que possam aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado e compreender situações cotidianas.
- Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Compreender a ciência como um corpo de conhecimentos em constante transformação por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. É importante que os(as) estudantes possam desenvolver processos cognitivos relacionados ao raciocínio científico, o que inclui as habilidades de investigação, solução de problemas e produção de explicações baseadas em evidência, desenvolvendo a compreensão das formas pelas quais se produz e valida o conhecimento em diferentes áreas do conhecimento. Esse eixo inclui o caráter humano e social inerentes às investigações científicas. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por estudantes e professores(as) sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Inclui a compreensão dos contextos e processos sociais que moldam como o conhecimento é produzido, comunicado, representado, argumentado e debatido. Trata das relações entre ciência, sociedade, tecnologia e ambiente nos seus aspectos pessoais, econômicos, sociais, ambientais e éticos.

Fonte: Sasseron e Carvalho (2011).

Tradicionalmente, o ensino de ciências se caracterizou pela forte presença da Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, ocupando-se pouco de desenvolver Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Com as crescentes discussões sobre o que e como ensinar em ciências, professores e professoras vêm dando mais espaço e atenção para os dois eixos que eram antes negligenciados. Hoje entendemos como é fundamental que os três eixos sejam trabalhados de maneira articulada e equilibrada ao longo das etapas do ensino básico (Figura 2).

Figura 2: Os três eixos da Alfabetização Científica no Ensino de Ciências.



Fonte: Elaborado pela autora inspirada em Sasseron e Carvalho (2011).

Os termos alfabetização científica, letramento científico e enculturação científica são usados por diferentes autores para se referirem aos objetivos do ensino de ciências preocupados com a promoção de uma formação cidadã dos(as) estudantes, que promova sua participação na cultura científica à medida que se apropriem dos processos de ler, escrever e falar sobre ciências, para que possam desenvolver conhecimentos que possibilitem sua inserção, interação e ação nas diferentes esferas da vida. Utilizaremos neste documento os termos como sinônimos, privilegiando o uso de alfabetização científica, acompanhando Sasseron e Carvalho

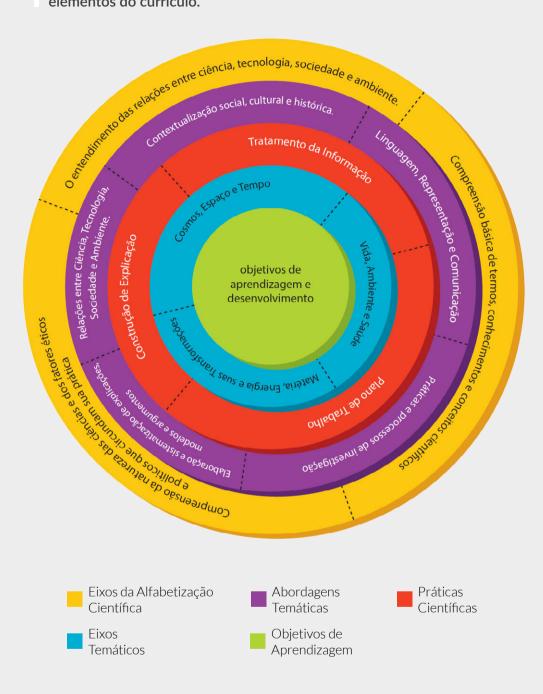
(2011) na concepção freiriana de alfabetização, a qual, mais do que dominar as técnicas de escrita e leitura, implica em uma autoformação e ação do sujeito em seu contexto na organização do pensamento de maneira lógica e na potencialização de uma visão crítica e questionadora de mundo.

A **seleção de conteúdos específicos**, junto ao planejamento e execução de oportunidades de aprendizagem, que sejam relevantes e potentes para o grupo de estudantes, na sua diversidade, é a essência do trabalho docente. A BNCC oferece um panorama de conteúdos sobre os quais cabem seleções, detalhamentos e justificativas. Por isso é fundamental que a escola e os sistemas de ensino criem condições adequadas em tempo, espaço e recursos, para que nós, professores(as), possamos refletir coletivamente com nossos pares, estudar e planejar o ensino.

A mandala — disco dinâmico (Figura 3) — apresentada para o Currículo de Ciências Naturais da Cidade de São Paulo² representa as relações entre os vários elementos do currículo. No centro, os objetivos de aprendizagem que estão situados em relação a um dos três eixos temáticos: Cosmo, Espaço e Tempo; Vida, Ambiente e Saúde; e Matéria, Energia e suas Transformações. No círculo mais amplo, em vermelho estão representadas as práticas científicas agrupadas em Tratamento da Informação, Plano de Trabalho e Construção de Explicações. Os objetivos também se situam em relação às abordagens pedagógicas, que, para o currículo da Cidade de São Paulo, são as Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Elaboração e sistematização de explicações, modelos e argumentos; Práticas e processo de investigação; Linguagem, representação e comunicação; e Contextualização social, cultural e histórica. Por fim, todas essas dimensões estão sustentadas sobre os três eixos da Alfabetização Científica no círculo amarelo mais externo.

² Currículo de Ciências Naturais da Cidade de São Paulo: Disponível em: <portal.sme.prefeitura.sp.gov.br/ Portals/1/Files/50633.pdf> Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Figura 3: Disco dinâmico do Currículo de Ciências Naturais da Cidade de São Paulo representando as relações entre os vários elementos do currículo.



Fonte: Currículo da cidade: Ensino Fundamental: componente curricular: Ciências da Natureza.³

³ São Paulo (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. Currículo da cidade: Ensino Fundamental: componente curricular: Ciências da Natureza. - 2.ed. - São Paulo: SME/COPED, 2019, p. 85.

Ao longo deste caderno, exploraremos alguns princípios do ensino de Ciências Naturais, assim como alguns caminhos metodológicos para facilitar a jornada de ensino, criando oportunidades para os(as) estudantes se envolverem de forma mais ativa nas estratégias de aprendizagem e se vincularem ao conhecimento e à escola como uma comunidade de produção coletiva de conhecimento.

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos. (BRASIL, 2017, p. 321)

Reflexão para professores(as): eixos da alfabetização científica

Leia os três eixos da alfabetização científica, os quais foram mencionados acima, e identifique na sua prática atividades que contemplem cada um deles.

Considerando o conjunto de suas práticas pedagógicas, existe algum eixo privilegiado, que você reconhece na maioria das atividades que desenvolve?

Escolha um tópico a ser desenvolvido com os(as) estudantes, cujo planejamento esteja atualmente centrado majoritariamente no primeiro eixo, e discuta com seus pares as possíveis e necessárias modificações para incorporar elementos dos outros dois.

CADERNO 5

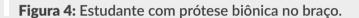
4 A ciência a nossa volta

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS

Reflexão para professores(as):

Onde está a ciência no nosso dia a dia? Olhe a seu redor, no seu caminho de casa à escola. Onde você vê ciência?





A ciência é uma forma de compreender os fenômenos naturais. Quando olhamos ao nosso redor talvez seja mais fácil enxergamos a ciência em seus produtos de tecnologia e inovação (Figura 4), como nos *smartphones* ou robôs, do que em uma árvore por exemplo. Porém, por meio da ciência, podemos explicar como uma planta se desenvolve influenciada

pelos períodos de claro e escuro ao longo de um dia e como as mudancas de temperatura influenciam a produção de hormônios de crescimento e floração. Por meio da ciência, podemos desenvolver formas de extração e uso de matérias primas de grande valor econômico. As cientistas e os cientistas investigam as substâncias produzidas pela árvore para produção de fármacos, cosméticos, perfumes e tintas. Por meio de investigações científicas, sabemos que as árvores se comunicam quimicamente umas com as outras e com animais, como os insetos, emitindo sinais de alerta ou atraindo-os para sua defesa, polinização e dispersão de sementes. As árvores ainda podem impactar o regime de chuvas de uma região, tanto negativamente, como as plantações de eucalipto, quanto positivamente, como o reflorestamento de espécies nativas. A ciência pode nos ajudar a reconhecer as fontes de nutrientes e formas mais sustentáveis de produzir e explorar os alimentos destas árvores. Nas cidades, as árvores podem tanto destruir tubulações, pavimentações e causar acidentes, como melhorar a qualidade de vida, abrigando a vida silvestre, reduzindo a poluição sonora e tornando a temperatura mais fresca e o ar mais úmido. Por isso, conhecer as espécies de árvores e seus potenciais aiuda as autoridades competentes a fazer melhores escolhas na gestão da arborização dos centros urbanos.

Esse exemplo nos ajuda a pensar como as possibilidades de conexões entre as ciências e o cotidiano são muito amplas e que a ciência não está só conectada a seus produtos, mas, principalmente, a um processo de investigação e produção de conhecimentos feito por pessoas como nós. Ao longo deste caderno, pensaremos juntos em diferentes formas de explorar a ciência e suas conexões com estudantes e território.

Próteses biônicas, carros elétricos, satélites espaciais, tecnologia de reconhecimento facial, terapia gênica: a ciência é muitas vezes vista como o caminho para resolução dos grandes problemas da humanidade, seja pelo desenvolvimento de tecnologias, medicamentos e procedimentos que poderiam curar doenças, por revolucionar a forma como nos alimentamos e como nos relacionamos, por melhorar a qualidade de vida, por otimizar a exploração de recursos naturais ou por reduzir os impactos ambientais que colocam em risco a própria manutenção da vida humana no planeta.

De fato, a ciência gera produtos que se tornaram indispensáveis para uma vida de boa qualidade. As vacinas possibilitaram a eliminação da varíola e a interrupção da transmissão da poliomielite (SILVA JUNIOR, 2013), protegendo e salvando vidas, assim como os antibióticos e inúmeros outros medicamentos e tratamentos médicos. Do tratamento da água até a conexão por *Wi-Fi*, usufruímos de inúmeras facilidades que transformaram nossa forma de viver.

Ao mesmo tempo, a ciência enquanto instituição sofre constantes ataques, sendo publicamente questionada e muitas vezes menosprezada no debate público. Os indivíduos se deparam cotidianamente com indagações que dizem respeito ao conhecimento científico. É realmente seguro vacinar meus filhos? Consumir café, vinho ou ovo faz bem ou mal à saúde? Quando a medicação para Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é realmente necessária? É seguro consumir alimentos transgênicos? Necessitamos de um controle mais rigoroso dos agrotóxicos? Essas questões estão intimamente ligadas à ciência. A desinformação sobre o conhecimento científico e tecnológico gera dúvidas, dilemas e pode levar a decisões perigosas ou prejudiciais. Além disso, grupos com interesses econômicos e políticos podem se beneficiar da promoção de incertezas. Por isso cabe perguntar: em quem confiar para fazer escolhas? Quais fontes de informação são seguras?

Entender como o conhecimento científico é produzido, por quem é produzido e como é validado torna-se fundamental para orientar o indivíduo nas suas escolhas diárias e na ampliação da sua compreensão do mundo. A partir desse entendimento, o ensino de Ciências Naturais poderá contribuir para desenvolver o respeito público pelas instituições científicas e, ao mesmo tempo, conectar o ensino às necessidades cotidianas dos indivíduos. Para isso, ao ensinar ciências, é fundamental ampliar o olhar sobre seus produtos para incluir a compreensão sobre seus processos e sobre quem são e onde estão as pessoas neles envolvidas — o que possibilita uma conexão com o território, seja local ou global.

É importante apresentar a atividade científica como construção humana em que debates e controvérsias dentro de uma comunidade de especialistas são condições essenciais para o estabelecimento de conhecimentos confiáveis.

Algumas perguntas sobre a natureza do Conhecimento Científico:



Essas questões servem como guias para os(as) professores(as) construírem uma posição filosófica informada e uma visão sofisticada da ciência na sociedade. Quais são as formas específicas da ciência para se produzir, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento?

Reflexão para professores(as):

Observe as imagens a seguir (Figura 5). A quais aspectos do funcionamento da ciência elas podem ser relacionadas? Tome um tempo para fazer as suas próprias conexões antes de ler a legenda. Esses aspectos serão explorados nos próximos capítulos.

Figura 5: (a) Pesquisadores trabalhando no computador, debatendo ideias; (b) Pesquisadora coletando dados ambientais; (c) Bebê tomando vacina; (d) Coleta de dados em rato, usado como organismo modelo; (e) Pesquisador apresentando seu trabalho, ouvindo os comentários de outros pesquisadores; (f) Pesquisadora estudando e pesquisando conhecimentos publicados.







CADERNO 5

Dimensões de credibilidade da ciência

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Como confiar nas informações que recebemos? Como desenvolver um ensino de Ciências Naturais que possibilite ao estudante julgar as dimensões de credibilidade das afirmações?

A resposta a esse desafio precisa incluir duas dimensões:

- 1. **Epistêmica:** compreensão dos múltiplos processos de raciocínio e da sustentação de explicações e modelos pelas evidências (Figura 6).
- Social: compreender os procedimentos usados dentro da comunidade epistêmica da ciência para gerar, comunicar e avaliar reivindicações de conhecimento (Figura 7).

Figura 6: Dimensão epistêmica da credibilidade na ciência e os processos de raciocínio.



Figura 7: Dimensão social da credibilidade na ciência



- argumentação e contra-argumentação
- avaliação por pares
- discussão com o grupo de pesquisa
- publicações em revistas especializadas
- apresentação em eventos acadêmicos

Compreender o papel da **comunidade científica** na regulação e validação do conhecimento

Compreender os aspectos sociais da ciência implica entender que a ciência é colaborativa, os pesquisadores estão inseridos dentro de instituições com suas culturas de pesquisa.

No Brasil, as universidades públicas são responsáveis pela maior parte da produção científica, 15 delas são responsáveis por 60% da pesquisa produzida⁴.

Os(as) cientistas ou pesquisadores(as) estão vinculados(as) a grupos de pesquisa majoritariamente dentro de universidades, além de alguns institutos de pesquisa, instituições de ensino superior privadas, indústrias ou empresas. Os(as) pesquisadores são formados(as) em cursos de pós-graduação, desenvolvendo investigações sob orientação de professores(as)-pesquisadores(as) experientes, para obtenção do título de Mestre(a) ou Doutor(a) em uma área do conhecimento. As pesquisas produzidas são descritas em relatórios — em forma de dissertação, tese ou artigos — que, após aprovados por um grupo de especialistas, podem ser publicados. Assim, ser aprovado por essa banca é uma das etapas de validação do conhecimento produzido. As fontes de financiamento também avaliam os projetos, analisando a pertinência da investigação, a fundamentação, a coerência metodológica e o plano de execução. Os trabalhos com seres vivos, incluindo humanos, precisam ser aprovados também por comitês de ética.

No Brasil, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) são os dois grandes órgãos federais de fomento à produção científica nacional, além das Fundações de Amparo à Pesquisa estaduais como FAPESP do estado de São Paulo e a FAPEMIG do estado de Minas Gerais. Além das agências nacionais, diversas parcerias com órgão internacionais, propiciam o desenvolvimento de pesquisas em colaboração com outros países e com uso de recursos internacionais, como o *Newton Fund* do Reino Unido, ampliando o impacto da ciência nacional.

O financiamento público é fundamental para garantir uma ciência voltada aos interesses da população e ao bem-estar social, que não seja

⁴ Ver: CROSS, Di; THOMSON, Simon; SIBCLAIR, Alexandra. Research in Brazil: A report for CAPES by Clarivate Analytics. Clarivate Analytics, 2018. Disponível em: <www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/17012018-CAPES-InCitesReport-Final.pdf>. Acesso em: 8 de abr. de 2020 e Escobar, H. 15 universidades públicas produzem 60% da ciência brasileira. Jornal da USP, 2019. Disponível em: <jornal. usp.br/universidade/politicas-cientificas/15-universidades-publicas-produzem-60-da-ciencia-brasileira>. Acesso em: 8 de abr. de 2020.

submetida aos interesses comerciais de empresas que visam majoritariamente o lucro.

Os(as) pesquisadores(as) divulgam seu conhecimento em congressos de especialistas, onde recebem críticas e contribuições. A principal forma de circulação do conhecimento científico é por meio da publicação de artigos científicos em revistas especializadas.

Os(as) editores(as) das revistas mais confiáveis, ao receberem os artigos, selecionam pelo menos dois especialistas no assunto para avaliarem o texto, geralmente com sua autoria omitida – em um sistema conhecido como avaliação "duplo-cega": cada especialista emite um parecer de forma independente e, caso as avaliações sejam divergentes, consulta-se um terceiro especialista ou mais. A importância da avaliação "cega" é não enviesar o julgamento dos(das) especialistas e impedir favorecimento indevido de autores(das). Após aprovação dos(das) especialistas o artigo é então publicado, sendo submetido à avaliação da comunidade que poderá replicar procedimentos, utilizar metodologias e resultados, fazendo, a partir disso, críticas e adaptações comunicadas em novas publicações, estabelecendo-se, algumas vezes, um verdadeiro diálogo público entre diferentes grupos de pesquisa.

Caso sejam verificadas incongruências, erros, plágio, informações inverídicas que afetem a credibilidade do artigo ou os princípios éticos, a revista é comunicada e, se as acusações forem confirmadas, o artigo é excluído da base de dados, publica-se uma retratação e os autores são punidos, tanto dentro da comunidade científica quanto fora, podendo responder criminalmente de acordo com a legislação pertinente.

Entender essas diferentes dimensões do conhecimento é fundamental para desenvolver a confiança nas instituições científicas e no conhecimento por elas produzido.

Por fim, existem ações crescentes para que, após a publicação do artigo científico, desenvolvam-se ações de divulgação e popularização da ciência, tornando os dados científicos mais acessíveis a todos os setores da sociedade. Estas ações são essenciais para que a pesquisa científica tenha um impacto mais imediato entre as pessoas, seja pela incorporação

em políticas públicas, pela conscientização da sociedade civil ou mesmo como potencial de inserção nas aulas dos ensinos fundamental e médio.

Além da disponibilização de artigos científicos originais por plataformas online⁵, diversos meios de comunicação se dedicam a trazer os resultados científicos em linguagem acessível aos diferentes setores da sociedade. Por exemplo: Revista FAPESP, Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças, *Scientific American Brasil*, entre outras, além das seções específicas dentro dos veículos de massa e os programas de comunicação das próprias agências de fomento (CNPq, CAPES e as fundações estaduais). Também vale considerar outras ações de popularização da ciência, como o FAMELAB, a maior competição mundial de comunicação científica, onde pesquisadores abordam um conceito científico em até 3 minutos. O Brasil tem participado desta competição, onde pesquisas das diversas áreas do conhecimento e de diferentes regiões do país concorrem para representar o Brasil na final internacional.

As plataformas de comunicação científica são importantes recursos para que professores(as) e estudantes possam acessar os conhecimentos produzidos, projetos e ações com conhecimentos científicos confiáveis. No entanto, é fundamental desenvolver com os(as) estudantes critérios de avaliação dessa divulgação científica, como identificar e avaliar quem são os autores ou produtores e as fontes de referência para conseguir determinar a validade e a confiança na informação.

É no momento de comunicação com o grande público que podem surgir informações incorretas, simplificações ou notícias mal intencionadas. Questionamentos sobre a forma esferoide da Terra, desconfiança na segurança das vacinas e dúvidas sobre o papel do ser humano no aquecimento global são algumas ideias que circulam e sustentam, muitas vezes, uma perspectiva negacionista da ciência.

Como lidar na sala de aula com a disputa de visões de conhecimento? Sobre isso, Darner (2019, p.232) recupera um pensamento de Rosenau

⁵ Sugestão: Techtudo. Dicas para TCCs. Disponível em: <www.techtudo.com.br/listas/2018/03/dica-para-tccs-7-melhores-sites-de-pesquisa-academica.ghtml>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

(2012, p.567): "A negação da ciência é menos sobre ciência e mais sobre medos profundos e o núcleo da identidade pessoal". Portanto, aceitar a ciência implica em o indivíduo ter disposição para avaliar as evidências mesmo que discorde da interpretação, o que é diferente de apenas aceitar a informação científica como um argumento de autoridade.

O ensino de ciências para a mudança conceitual orientou muitas pesquisas e práticas. Nesta orientação, os(as) professores(as) identificavam os conhecimentos prévios dos(as) estudantes sobre determinados fenômenos que fossem equivocados para, então, poderem apresentar evidências empíricas que colocassem estas ideias em cheque por contraposição. Sobre isso, Darner sintetiza: "A mudança de teoria é mais provável quando um aluno é confrontado com várias linhas de evidências convergentes e quando lhe é fornecida uma teoria alternativa que explica os problemas anômalos" (2019, p.231, tradução nossa).

Entretanto, em muitos casos, confrontar o estudante com evidências pode não ser suficiente ou produtivo se não considerarmos as outras dimensões da aprendizagem. Avaliar as evidências pode ter uma orientação para a "compreensão" ou para a "persuasão". É interessante que nós, professores(as), busquemos desenvolver um ambiente de aprendizagem onde o(a) estudante se sinta confortável e seguro para se expressar. Por isso, o objetivo instrucional deve privilegiar a motivação do raciocínio orientado para a avaliação precisa de evidências e não para a persuasão. Nesse sentido, devemos:

- Oferecer evidências de diferentes aspectos do tema;
- Promover avaliação de argumentos;
- Evitar promover familiaridade com conceitos incorretos, mencionando-os ou reproduzindo-os;
- Evitar atacar as identidades e visões de mundo dos(as) estudantes;

- Atender as três necessidades psicoemocionais básicas: competência, pertencimento e autonomia.
- Competência: Sentir-se competente.
 - Reconhecer a dificuldade de uma tarefa, mas também expressar confiança na capacidade do aluno de aprender e ter um bom desempenho.
- Autonomia: agir por si, de acordo com seu eu.
 - Pensar da perspectiva do estudante, oferecer justificativas, usar linguagem não controladora evitando o sentimento de culpa ou vergonha.
- Pertencimento: estar conectado a outros.
 - Reconhecer a contribuição única de cada estudante;
 interessar-se pela perspectiva do estudante.

Dica de Ted Talk: "Por que devemos confiar na ciência?" (Why we should trust Science?) da pesquisadora e historiadora da ciência, Naomi Oreskes.

Leia também: Como cultivar o ciclo da motivação entre os alunos: propostas que conectem autonomia, pertencimento, habilidade e relevância.

Reflexão para professores(as): analisando a dimensão social da credibilidade de informações em um texto de divulgação científica

Analisar notícias e artigos de divulgação científica buscando evidências relacionadas à credibilidade das informações é uma estratégia essencial para aprimorar a análise crítica destas que nos chegam a todo momento. A análise da dimensão epistêmica — ou seja, as relações entre afirmações, dados e evidências —, que será mais discutida ao longo do texto em relação aos processos de ensino por investigação, passa por identificar as fontes de dados, como foram coletados e analisados entre outros, o que pode apresentar desafios relacionados ao conhecimento especializado de cada área. Por isso, prestar atenção à dimensão social nesta análise é fundamental.

A partir da leitura de um texto de divulgação, discuta com seus pares quais elementos ajudam a avaliar a sua credibilidade. A seguir, alguns exemplos de questionamentos:

Quem são os(as) autores(as)? São ligados(as) a alguma instituição? É uma instituição de pesquisa idônea? Quem são os financiadores?

Cita o nome completo de pesquisadores(as)? Os(as) pesquisadores(as) são especialistas no tema a que se referem as afirmações? Cita as instituições de pesquisa às quais os(as) pesquisadores(as) estão ligados?

Cita a fonte original das informações consultadas para a pesquisa? As fontes são periódicos acadêmicos⁷ confiáveis e especializados no tema? É possível identificar no discurso alguma marca de persuasão que pode indicar interesses comerciais?

Discuta com seus pares quais outras informações podem ser levantadas para auxiliar a dimensionar a credibilidade das informações.

Um contraste interessante é analisar uma peça de advertorial, que são propagandas em forma de conteúdo, normalmente publicadas em grandes portais, de forma a parecer **notícia**, mas cujo objetivo principal é vender algo ou divulgar o nome de alguma marca. Estas pecas são maliciosas, pois visam induzir o leitor a acreditar que são matérias com sustentação científica, sendo dispostas da mesma forma que notícias dentro dos portais, com pequenos avisos de "patrocinado" ou "advertorial". A linguagem mimetiza a matéria científica, entretanto, raramente cita fontes ou, quando o faz, dificilmente são de origem confiável, não cita nomes de pesquisadores ou instituições, usa afirmações chamativas e sensacionalistas, pode apresentar dados, como imagens de microscopia, ultrassonagrafia, gráficos etc., sem dar possibilidade de consulta ao material original. Por exemplo, a citação "Informação exclusiva do Professor Chuin, o maior especialista da área com mais de 15 livros publicados", sem citar nenhuma instituição ou livro publicado pelo professor.

⁷ Avaliar se um periódico é reconhecido pela comunidade pode ser difícil. O que pode auxiliar neste julgamento é a consulta à plataforma chamada Qualis-periódicos, uma ferramenta utilizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para conceituar os periódicos científicos, classificando-os para cada área do conhecimento. Uma revista pode ter uma boa classificação para uma área e não tão boa para outra. A avaliação fica disponível para consulta na plataforma Sucupira. Disponível em: <www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/qualis-periodicos-e-classificacao-de-producao-intelectual> Acesso em: 15/03/2020.

Reflexão para professores(as): pensando o pertencimento e o olhar para a perspectiva do(a) estudante

Assista ao videoclipe da música do Emicida "AmarElo"

- Você se identifica com algum aspecto desse vídeo?
- Com quais grupos o vídeo dialoga?
- O vídeo dialoga com algum preconceito seu?

Os(As) estudantes são formados por grupos diversos com suas culturas, com práticas sociais que incluem normas de linguagem e comunicação. Como a escola pode promover o pertencimento e como as aulas de Ciências Naturais podem contribuir com esse objetivo?

O vídeo se inicia com o relato de um jovem com depressão sobre suas dificuldades emocionais do cotidiano e a luta pela vida. Por meio da linguagem utilizada, identificamos o narrador como alguém pertencente à juventude paulistana periférica. A letra trata de sonhos, das barreiras a enfrentar por um povo oprimido, de uma classe social desfavorecida, e inspira à luta pelos objetivos pessoais e superação dos problemas. Trazendo para o centro o tema da saúde mental, o clipe fala especialmente de identidades negadas. Protagonizam nos vocais além do *rapper* Emicida, a *drag queen Pabllo Vittar* e a cantora Majur, que se identifica visualmente como não-binária em relação ao gênero. O clipe registrado no **Complexo Morro do Alemão** (Rio de Janeiro-RJ), representa histórias de superação, como a professora de balé, Tuanny,

que enfrenta os desafios de dar aula na periferia e a costureira/estilista Lu Costa, que perdeu seu ateliê em um incêndio.

Carregado da vivência do rapper, o discurso de **AmarElo** potencializa uma força de vida que se ergue contra a frieza das estatísticas de um Brasil desigual em que, a cada 23 minutos, um jovem negro é morto – de acordo com relatório do Mapa da Violência, de 2014 – e, a cada 20 horas, um LGBTQIA+ tem morte violenta, vítima de assassinato em mais de 72% dos casos ou de suicídio (em 24%).8

No que pese a possível crítica ao clipe restringir a luta ao campo individual, a representação das identidades oprimidas ocupa o lugar do ato político. "É muita representatividade em um momento que precisamos ter voz. 'AmarElo' traz na sua poesia o retrato de um Brasil de multiplicidade e que ressignifica a sobrevivência de um povo que me identifico muito. Canta a busca por nosso lugar social", afirma a artista Majur.9

O clipe traz diferentes identidades, expressas no visual dos sujeitos, no estilo musical, nas gírias. Professores(as) podem se reconhecer nas histórias, ou mesmo se sentirem incomodados, pois a identidade dos(as) professores(as) também é diversa. Entretanto, ao lidar com a diversidade das salas de aulas, nós, professores e professoras, precisamos nos questionar e renunciar a nossos próprios preconceitos para

⁸ F. Mauro. Emicida se permite falar no discurso social de amarelo de vida plena e de sentidos e sonhos. Blog do Mauro Ferreira. Disponível em: <g1.globo.com/pop-arte/musica/blog/mauro-ferreira/post/2019/06/26/emicida-se-permite-falar-no-discurso-social-de-amarelo-de-vida-plena-de-sentidos-e-sonhos.ghtml>. Acesso em: 08 de abr. de 2020.

⁹ Emicida, Pablo Vittar e Majur unem suas vivências em clipe inspirador de AmarElo. Disponível em: <www.huffpostbrasil.com/entry/emicida-clipe-palbllo-vittar-amarelo_ br 5d122c97e4b0aa375f53b734?guccounter=1>. Acesso em: 08 de abr. de 2020.

podermos acolher os sujeitos e seguir juntos a trilha do ensino e da aprendizagem. Além disso, há o desafio: como ensinar ciências para essa diversidade de histórias sem fazer da ciência (do homem branco ocidental) mais uma fonte de negação e opressão das identidades?

Reflexão para gestores(as) e equipe:

Refletindo sobre a valorização da diversidade e da diferença de seus(suas) estudantes, reconhecendo o modo de ser e de pensar de cada um, pense e discuta, com professores(as) e equipe, estratégias que possam contribuir para desenvolver (i) a **autonomia**, (ii) a **competência** e o (iii) **pertencimento** nas aulas de ciências.

CADERNO 5

Ensinar para a Alfabetização Científica

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Para nos ajudar a construir um ensino que contemple a alfabetização científica, podemos pensar em três perguntas orientadoras sobre o conhecimento científico: O que sabemos? Como sabemos? E por que acreditamos nessa forma de conhecer?

SOBRE CIÊNCIAS NATURAIS

O que sabemos sobre o mundo a partir das Ciências Naturais?

Como sabemos o que sabemos?

Por que acreditamos nas formas de conhecer das ciências?

Para respondê-las é preciso considerar os três eixos da alfabetização científica de forma integrada ao longo do currículo e do planejamento didático. A partir desses objetivos, para o ensino de Ciências Naturais, espera-se que professores(as) e estudantes possam construir juntos a ideia de ciência como prática social¹⁰ situada em um contexto histórico-cultural.

O compromisso com essa construção favorece a alfabetização científica do indivíduo, que, nesta condição, sente-se capaz de compreender, interagir, questionar, tomar posições justificadas, dialogar e agir sobre temas que envolvem ciência. Isso amplia as possibilidades de participação na sociedade tal como ela é, imersa em desenvolvimento científico e tecnológico.

¹⁰ Práticas sociais: "conjunto padronizado de ações, tipicamente executadas por membros de um grupo, baseadas em propósitos e expectativas comuns, com valores culturais, ferramentas e significados compartilhados" (KELLY, 2008). Quando tais padrões de ações dizem respeito ao conhecimento, as práticas podem ser rotuladas como epistêmicas.

Um indivíduo alfabetizado cientificamente deve, portanto, compreender o que a ciência é, o que ela não é, como as investigações científicas são realizadas para produzir conhecimento, como o raciocínio e as explicações científicas são construídos e como a ciência contribui com a cultura e é influenciada por ela (SCARPA; CAMPOS, 2018).

É nesse ponto que a alfabetização científica se integra ao nosso ideal de construção coletiva e permanente de uma sociedade mais justa, inclusiva e democrática. Para isso é fundamental que os processos de ensino sejam contextualizados e sustentáveis, considerem os cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos(as) estudantes, garantindo oportunidades educativas diferenciadas e diversificadas a partir da interação com múltiplas linguagens, recursos, espaços, saberes e agentes, para que todos e todas possam se desenvolver de forma integral.

Escolas precisam elaborar propostas pedagógicas que considerem as necessidades, as possibilidades e os interesses dos(as) estudantes, assim como suas identidades linguísticas, étnicas e culturais. (BRASIL, 2017, p.15)

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de **conhecimentos científicos** produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais **processos**, **práticas e procedimentos da investigação científica**. (BRASIL, 2017, p.273)

É claro que não há uma resposta única e absoluta, mas os estudos sobre como os(as) estudantes aprendem e como aprendem sobre Ciências Naturais nos ajudam a traçar alguns caminhos.

Não há um único e melhor modo de ensinar a todos. Propostas pedagógicas de qualidade são aquelas que efetivamente consideram as necessidades e possibilidades de aprendizagem dos sujeitos para os quais se destinam. Por isso é fundamental que os professores aprendam a avaliar o conhecimento prévio de seus alunos, para que possam ampliar o repertório de propostas desenvolvidas na sala de aula, na escola como um todo, no Território Educativo. Nesse sentido, é fundamental que as equipes gestoras (da escola e da rede) estimulem processos formativos que contribuam para o repertório didático-pedagógico de seus professores. (WEFFORT; ANDRADE, PINHEIRO; COSTA, 2019, p.24)

Os estudos sobre aprendizagem têm contribuído com a compreensão sobre a importância dos conhecimentos prévios na criação de novos, do engajamento dos alunos na construção e reconstrução de significados e do desenvolvimento da linguagem na aprendizagem, por meio das interações e da explicitação dos raciocínios em situações que ofereçam suporte ao desenvolvimento cognitivo, social e afetivo dos(as) estudantes (WINDSCHITL, 2002; DUSCHL, 2008). A sala de aula passa a ser vista como uma comunidade de conhecedores com práticas socioculturais compartilhadas de construção colaborativa de conhecimento.

Esse novo olhar situa a aprendizagem como **centrada no estudante** e o estudante como parte de uma comunidade. Primeiro a comunidade da turma da sala de aula, onde os(as) estudantes, por meio das interações entre si e com o(a) professor(a), expressam suas ideias e produzem sentidos compartilhados, articulando aspectos afetivos, cog-

nitivos e sociais, e desenvolvendo sua identidade. Depois, como parte da comunidade escolar conectada ao território e articulada às suas múltiplas expressões e instituições.

Podemos pensar em variadas abordagens e estratégias para se ensinar Ciências Naturais na escola: exposição de conceitos, aulas práticas, discussões em grupo, demonstrações, experimentação, estudo do meio, debate, visitas a museus e centros de ciências, projetos interdisciplinares, narrativas, estudo orientado, pesquisa, estudo de casos históricos e contemporâneos, estudo de questões sociocientíficas, ensino por investigação, entre outros. Cada uma delas fazendo uso de uma série de recursos para além da lousa, como impressões, livros, objetos, produções audiovisuais e culturais das mais diversas.

Escolhemos para este caderno desenvolver a abordagem do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) como prática pedagógica de referência para desenvolver a alfabetização científica. Entendemos que por meio dessa abordagem, que se situa ancorada nos princípios de aprendizagem socioconstrutivistas, é possível incorporar o uso de variadas ações para engajar os(as) estudantes em práticas de investigação e resolução de problemas, despertando sua curiosidade, criatividade e avaliação crítica. Nesse processo, estudantes tornam-se protagonistas, tomam consciência sobre seu processo de aprendizagem e formas de autorregulação, se envolvem em práticas epistêmicas¹¹ e desenvolvem conhecimentos e competências.

Entendemos, portanto, o **Ensino de Ciências por Investigação** (EnCI) como uma abordagem matriz, um grande guarda-chuva (Figura 8), cujos princípios orientadores podem suportar outras práticas pedagógicas, como o trabalho com casos históricos e contemporâneos, o estudo do meio e das questões sociocientíficas.

¹¹ Práticas epistêmicas: "formas específicas, socialmente organizadas e realizadas de maneira interativa, que membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento, dentro da estrutura disciplinar" (KELLY, 2008; KELLY; LICONA, 2018).

Figura 8: O Ensino de Ciências Naturais por Investigação como abordagem matriz que suporta outras práticas pedagógicas

Ensino de Ciências por Investigação



Fonte: Elaborado pela autora.

Planejar é fundamental!

Para realizarmos atividades que de fato promovam a alfabetização científica, as estratégias devem ser elaboradas cuidadosamente, buscando contemplar os diferentes eixos da alfabetização científica de forma equilibrada. É preciso que sejamos específicos no delineamento das nossas intencionalidades, descrevendo os diferentes tipos de conteúdo que desejamos contemplar entre conceitos, procedimentos, atitudes e valores, para avaliarmos com clareza o desenvolvimento dos(as) estudantes e se as estratégias escolhidas de fato oportunizam a construção dos diferentes conhecimentos.

Os objetivos e as rotinas de ensino também precisam ser compartilhados e negociados com estudantes para que estes(as) possam estar mais conscientes e autônomos(as) em relação ao processo de regulação da própria aprendizagem. Os diferentes conteúdos precisam ser trabalhados de forma declarada, pois, por exemplo, apenas realizar uma atividade em grupo não é suficiente para desenvolver empatia e senso de responsabilidade ou mesmo entender que a ciência é colaborativa. Esses elementos precisam ser discutidos de forma explícita com os(as) estudantes, de maneira que eles(as) possam pensar e tomar decisões mais embasadas sobre suas atitudes e comprometimento com o coletivo.

Ser professora e professor é aprender constantemente. Como profissionais do saber, a sofisticação do trabalho docente está em elaborar estratégias de ensino e aprendizagem sobre determinado tema, da ciência no nosso caso, que estejam contextualizadas no território, no tempo e no grupo específico de estudantes a que se dirige. Na literatura de saberes docentes, esse conhecimento específico da profissão é denominado **conhecimento pedagógico de conteúdo** (FERNANDEZ, 2015) e está em constante construção e aperfeiçoamento.

Aprofundar nossos estudos nos temas específicos da ciência que queremos inserir na sala de aula é fundamental não só para o domínio do tópico a ser ensinado, incorporando novas descobertas e aspectos da "ciência em processo", mas também para a própria elaboração de estratégias pedagógicas, momento em que despertamos ideias de atividades ampliando as possibilidades. A elaboração de estratégias específicas deve ser coerente com os princípios pedagógicos norteadores de boas práticas para a Educação Integral, entre eles:

- definir a intencionalidade pedagógica e acompanhar a aprendizagem de cada um;
- compartilhar com estudantes os objetivos ou rotinas de aprendizagem;
- viabilizar espaços de escuta ativa e diálogo com estudantes, incentivando a participação crítica e reflexiva como exercício necessário para a formação;
- dar sentido ao que se ensina, garantindo que estudantes percebam sua importância;
- promover um ambiente de colaboração, com momentos de interação dos(as) estudantes entre si e com o(a) professor(a);
- ter sempre uma expectativa positiva em relação aos(às) estudantes, fortalecendo sua autoconfiança;
- acolher os diferentes ritmos de aprendizagem, adaptando metodologias e estratégias;
- avaliar de maneira a construir caminhos participativos para refletir sobre os seus processos e resultados.

Dica: Conheça as práticas pedagógicas para a Educação Integral do Centro de Referências em Educação Integral. Elas estão divididas em: ensino e aprendizagem na cidade; experimentação; letramento e cultura digital; monitoria entre pares; múltiplas interações; participação educativa da comunidade e personalização.

Recursos para o planejamento

Base de artigos acadêmicos: Scielo (Scientific Electronic Library Online) é uma biblioteca digital de livre acesso e modelo cooperativo de publicação digital de periódicos científicos brasileiros. Disponível em: <www.scielo.org>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Cultura oceânica para todos (Kit pedagógico) tem por finalidade fornecer ferramentas, métodos e recursos inovadores para entender os complexos processos e funções do oceano a educadores e aprendizes em todo o mundo e, também, para alertá-los sobre as questões mais urgentes do oceano. Disponível em: <www,agencia.fapesp.br/unesco-lanca-versao-em-portugues-de-kit-pedagogico-sobre-oceanos/33251>. Acesso em: 01 de jul. de 2020

Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) tem por finalidade promover, divulgar e socializar a pesquisa em Educação em Ciências, por meio da realização de encontros de pesquisa e de escolas de formação de pesquisadores, da publicação de boletins, anais e revistas científicas, bem como atuar como órgão representante da comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências junto a entidades nacionais e internacionais de educação, pesquisa e fomento. Disponível em: abrapecnet.org.br/wordpress/ pt>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC). Disponível em: <periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEn-BIO). Disponível em: <sbenbio.org.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio. Disponível em: <sbenbio.org.br/categoria/revistas>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Sociedade Brasileira de Física (SBF). Disponível em: <www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Revista da SBF. Disponível em: <www.sbfisica.org.br/rbef>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ). Disponível em: <sbenq.org.br>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Revista da SBEnQ. Disponível em: <sbenq.org.br/category/revista-da-sbenq>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revista da Fundação CECIERJ: Educação Pública: Disponível em: <educacaopublica.cecierj.edu.br/a-re-vista>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revistas de ciências

Revista Pesquisa FAPESP. Disponível em: <revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revista Scientific American Brasil. Disponível em: <sciam.uol.com.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revista Ciência Hoje das Crianças. Disponível em: chc.org.br>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Revista Ciência Hoje. Disponível em: <cienciahoje.org. br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Há vários canais de ciências no Youtube que podem auxiliar no planejamento de atividades de ciências.

Science Vlogs Brasil é uma tentativa de pesquisadores da área de ciências de dar mais credibilidade para a divulgação científica de qualidade a partir da criação de um selo de qualidade: Science Vlogs Brasil. @svbroficial #svbroficial

Reflexão para professores(as): caminhos do planejamento

- 1. Consulte o quadro de estratégias mais ativas e menos ativas do caderno 1, página 24.
- 2. Para planejar o currículo ou uma atividade pedagógica é preciso ter claras as intencionalidades e responder as perguntas fundamentais sobre ensinar e avaliar: Por quê? O quê? Como? Onde? Quando? Para quem? Por quem? Consulte o capítulo 3 do caderno 1, página 64 – como definir o currículo.
- 3. Avaliação: Conheça os princípios-chave para o desenvolvimento e a avaliação formativa (contínua) das práticas pedagógicas comprometidas com direitos de aprendizagem e desenvolvimento integral no Caderno 1, página 36.;
- **4.** Construa um banco de práticas. O banco incentiva a sistematização e compartilhamento de práticas pedagógicas da escola na perspectiva da Educação Integral.

CADERNO 5

STEM, STEAM e o nosso ensino de Ciências Naturais

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Quando falamos em inovação no ensino de Ciências Naturais é comum as pessoas pensarem em jargões que ficaram conhecidos principalmente nos setores privados como STEM, STEAM e Cultura Maker. Sem nos estendermos na discussão de cada um desses conceitos, vamos pincelar aqui suas contribuições para nossas reflexões sobre o ensino de ciências e o que consideramos como inovador.

STEM é a sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática¹². É um movimento bastante forte nos EUA, que valoriza a abordagem integrada dessas disciplinas, já que elas estariam relacionadas ao desenvolvimento de habilidades e à escolha de carreiras importantes para o desenvolvimento econômico do país. Valoriza a aprendizagem baseada em projetos, o estímulo à curiosidade e o engajamento em atividades práticas "mão na massa" (hands on). As críticas a esse movimento apontam que ele se baseia em uma visão considerada ingênua ou equivocada de ciência, que a coloca como neutra, positivista e determinista e a tecnologia como solução de qualquer problema, ignorando os aspectos sociais e controversos da ciência, ou seja, sua dimensão histórica, social e ética. A contribuição desse movimento foi trazer para a sala de aula de ciências temas como robótica, games, programação e atividades relacionadas que podem enriquecer as práticas pedagógicas e promover a aprendizagem de técnicas e ferramentas da era científica-tecnológica informacional, ou era digital, que nos encontramos.

Na mesma linha "mão na massa", a Cultura Maker também aparece no campo das inovações educacionais. Cultura Maker é o movimento do "faça você mesmo" que estimula os indivíduos a produzirem ou repararem objetos variados por si próprios, a partir de um ambiente de aprendizagem colaborativo e do compartilhamento de informações. Um "espaço maker" ou um "Fab Lab" (sigla em inglês para Laboratório de Fabricação) funcionam como oficinas ou laboratórios, equipado com ferramentas, equipamentos e máquinas, como impressoras 3D, placas Arduino, cortadores a laser, entre outros, que podem ser usados por um

grupo de pessoas. A Prefeitura de São Paulo, por exemplo, conta com uma Rede Pública de Laboratórios de Fabricação Digital (Fab Lab Livre SP - www.fablablivresp.art.br) que tem como público alvo estudantes.

Acrescentar à sala de aula a linguagem da programação, a robótica e o design de produtos em salas maker tem um potencial interessante para desenvolver nos(nas) estudantes uma série de habilidades relacionadas à tecnologia, além de seu papel lúdico e motivador, especialmente dentro de uma perspectiva investigativa. No entanto, o acesso a esses equipamentos não é a realidade da maioria das escolas públicas brasileiras. Alguns professores, mais pontualmente, investem em alternativas, como o uso da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, que tem um custo relativamente barato e um manuseio relativamente fácil, mas sabemos que o acesso à tecnologia é um grande desafio em um cenário no qual apenas metade das escolas de ensino fundamental municipais possui projetor multimídia e não chega a 30% as com acesso à internet para fins de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2020).

Já a sigla STEAM representa um movimento mais recente que defende a integração das Artes às disciplinas de STEM e que agrega uma concepção mais humanista e integradora ao ensino. Algumas diferentes perspectivas coexistem sobre como as Artes se integram ao STEM. É possível considerar as Artes como um domínio do conhecimento, ou uma linguagem a ser usada de forma mais instrumental pelas ciências nos momentos de estudantes se expressarem e representarem suas ideias e conhecimentos, ou ainda, em um sentido mais profundo, como uma forma de conhecer.

A valorização da arte para a formação do ser humano transforma a perspectiva educacional tradicionalmente conectada ao STEM, de caráter mais instrumental, para uma perspectiva mais formativa e humanista e uma visão de conhecimento e de ciência mais múltipla e diversa.

A arte certamente oferece ferramentas, em termos de aprimoramento da percepção e uso de diferentes linguagens, que contribuem muito para a ciência e agregam para os princípios da aprendizagem universal, que contempla o uso de múltiplas formas de representação. A observação acurada junto à representação visual, corporal, do movimento, da dança, entre outras, enriquecem as formas de estudantes interagirem com os conhecimentos. Entretanto, a integração das Artes à Ciência contribui de forma mais substancial, agregando um sentido de compreender o estar no mundo, o convívio social na diversidade e a expressão das subjetividades.

A arte é uma forma de conhecer a si e de repensar seu papel no mundo. Ela possibilita a expressão da subjetividade e consegue, nesse sentido, ampliar a percepção de si e do outro, conectando aspectos racionais, emocionais e sociais. A consideração de diferentes perspectivas e pontos de vista é um elemento central para o raciocínio científico e nutriente para o diálogo e a criatividade, diversificando as maneiras de sentir e comunicar.

Além de todo esse potencial da arte como expressão, não se pode esquecer do valor da arte como cultura, que também deve se fazer presente na arte/educação e nos projetos STEAM. O ensino de arte faz a cultura emergir, com isso vêm à tona a diversidade, a multiculturalidade, o respeito e a valorização do outro. Trabalhar a arte como história social e cultura amplia de forma considerável a visão de mundo do estudante e possibilita infinitas maneiras de transdisciplinaridade (CALIL; PUGLIESI, 2019).

Nesse sentido, para um ensino de ciências inovador, não basta o uso de ferramentas tecnológicas. É necessário fundamentalmente adotar uma perspectiva formativa e de desenvolvimento integral que busca a alfabetização científica integrando às Ciências Naturais, as linguagens, as artes e as humanidades como áreas do conhecimento que ampliam a compreensão de mundo e as formas de conhecer, possibilitando modos de ensinar múltiplos e mais inclusivos.

Ao expandir ao longo deste caderno os diferentes elementos do EnCI esperamos construir uma visão de ensino e de ciência que sustente práticas pedagógicas centradas no desenvolvimento intelectual, social, emocional, físico e cultural dos(das) estudantes, ampliando suas possibilidades de aprendizagem, desenvolvimento e intervenção na realidade.

CADERNO 5

O ensino de Ciências Naturais por Investigação

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS



O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI)¹³ é uma abordagem de ensino que faz uso de várias estratégias para engajar estudantes na resolução de um problema, ou de uma questão orientadora, por meio de investigação. Esta abordagem privilegia uma aprendizagem ativa por meio do engajamento de estudantes em práticas das Ciências Naturais. O EnCI é reconhecido por promover o entendimento conceitual e uma atitude positiva em relação à ciência, assim como elevar a motivação e o interesse de estudantes (KRÄMER; NESSLER; SCHLÜTER, 2015), além de uma abordagem potente para a promoção da alfabetização científica (SCAR-PA; SASSERON; SILVA, 2017; SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).

O EnCI é especialmente interessante para discutir aspectos de **Natureza da Ciência (NdC)**, possibilitando a compreensão do processo de produção de conhecimento científico como um empreendimento social, em que diversos métodos são colocados em prática de forma criativa e mutável ao longo do tempo e de acordo com as ferramentas disponíveis (SANDOVAL, 2005). Também é valorizado que no EnCI os diferentes

¹³ O EnCI constituiu-se, ao longo do tempo, em um diálogo sobre a natureza do ensino e da aprendizagem, embasado na perspectiva construtivista de aprendizagem que enfatiza a construção do conhecimento pelo indivíduo por meio de processos ativos de pensamento — Para um apanhado histórico ver DEBOER, (2006) e MINNER: LEVY: CENTURY (2010).

objetivos de ensino sejam desenvolvidos por meio de discursos formativos críticos para que os(as) estudantes possam desenvolver sua compreensão e participação no mundo contemporâneo (STRIEDER; WATANABE, 2018).

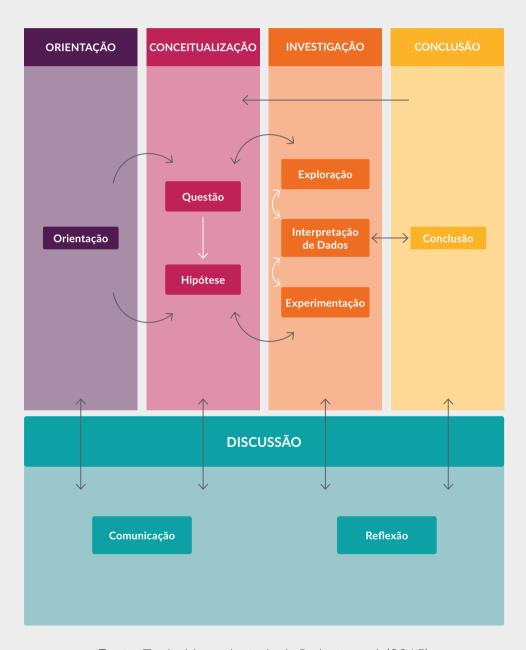
O EnCI se concretiza alicerçado nos pressupostos socioconstrutivistas, a partir de uma visão de ensino e aprendizagem centrada no estudante, que privilegia o desenvolvimento da autonomia e da autorregulação do aprendizado; que leva em consideração os conhecimentos prévios dos indivíduos; que favorece o desenvolvimento da linguagem, do trabalho em grupo e da interação social como fonte de aprendizagem e de construção conjunta do conhecimento; e que assume a perspectiva da avaliação formativa e a valorização do erro como parte do processo de aprender (MINNER; LEVY; CENTURY, 2010; CARVALHO, 2013; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Visualizar um ensino que concretize todos esses princípios é bastante desafiador para a maioria de nós, professores(as), por isso vamos aqui buscar alguns caminhos nesse processo.

O **ciclo investigativo** (Figura 9) elaborado por Pedaste e colaboradores (2015) a partir de uma revisão da literatura, pode servir como macroestrutura que nos ajuda a construir uma situação de aprendizagem que pode ser uma atividade ou um conjunto de atividades em uma sequência didática¹⁴, ocupando uma ou mais aulas. Conhecer as características e potencialidades de todas as etapas do ciclo pode facilitar o planejamento de atividades investigativas e vamos ao longo deste caderno explorar cada etapa de forma aprofundada.

O ciclo investigativo é composto de cinco fases que podem apresentar subfases, que se relacionam de forma múltipla, como representado pelas setas, que indicam as diversas direções que podem ser seguidas na sequência das fases ao longo do desenvolvimento da investigação, rompendo com a ideia de uma investigação linear com um método único. As fases são descritas de forma breve no quadro 2 e mais aprofundada ao longo do texto.

¹⁴ Sequência didática: um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998).

Figura 9: Modelo do Ensino de Ciências por Investigação, indicando as fases e subfases do ciclo. As setas indicam as diversas possibilidades de percursos.



Fonte: Traduzido e adaptado de Pedaste e col. (2015).

Quadro 2: Descrição síntese das fases e subfases do ciclo investigativo para o Ensino de Ciências por Investigação.

ORIENTAÇÃO: Processo de estimular a curiosidade sobre um tema e definir o desafio de aprendizagem estabelecendo uma pergunta ou problema.

CONCEITUALIZAÇÃO: Processo de estabelecer questões e/ou hipóteses baseadas em teorias.

Questionamento: Processo de gerar perguntas de pesquisa baseadas no problema estabelecido.

Geração de hipóteses: Processo de gerar hipóteses baseadas no problema.

INVESTIGAÇÃO: Processo de planejar a exploração ou experimentação, coletar e analisar dados baseados no desenho experimental ou exploração.

Exploração: Processo de gerar dados de forma sistemática e planejada com base na pergunta de pesquisa.

Experimentação: Processo de desenhar e conduzir experimento a fim de testar uma hipótese.

Interpretação de dados: Processo de produzir sentido a partir dos dados recolhidos e sintetizar novos conhecimentos.

CONCLUSÃO: Processo de tirar conclusões a partir dos dados. Comparar inferências feitas com base em dados com hipóteses ou questões da pesquisa.

DISCUSSÃO: Processo que inclui apresentar aos(às) outros(as) ideias e resultados de fases específicas ou do ciclo investigativo como um todo e desenvolver conversas e reflexões que possibilitem a avaliação da investigação e do processo de aprendizagem.

Comunicação: Processo de apresentar resultados de uma fase da investigação ou de todo o ciclo de investigação para outros e receber críticas e sugestões.

Reflexão: Processo de descrever, criticar, avaliar e debater todo o ciclo investigativo ou uma fase específica.

Fonte: Traduzido e adaptado de Pedaste e colaboradores (2015).

O ciclo investigativo é uma expressão do **ciclo de aprendizagem contínua** (WEFFORT; ANDRADE; COSTA, 2019a).

Antes de explorarmos cada uma de suas fases, é importante salientar que o ciclo investigativo suporta diferentes **níveis de autonomia** e direcionamento dos(as) estudantes, desde atividades mais estruturadas em que o(a) professor(a) fornece a questão científica e os procedimentos de obtenção de dados, até atividades mais abertas nas quais os(as) estudantes são responsáveis por todas as etapas da investigação (BANCHI; BELL, 2008) (Quadro 3).

Quadro 3: Diferentes níveis de autonomia de atividades investigativas. Estão marcados os elementos que são fornecidos pelo(a) professor(a) às(aos) estudantes em cada nível.

| | Questão | Procedimento | Solução |
|---|-----------|--------------|-----------|
| Investigação de confirmação: Estudantes confirmam um princípio através de uma atividade quando os resultados são conhecidos antecipadamente. | \otimes | \otimes | \otimes |
| 2. Investigação estruturada: Estudantes investigam uma pergunta apresentada pelo(a) professor(a) por meio de um procedimento prescrito. | \otimes | \otimes | |
| 3. Investigação guiada: Estudantes investigam uma pergunta apresentada pelo(a) professor(a) utilizando procedimentos desenhados ou selecionados poreles próprios. | \otimes | | |
| 4. Investigação aberta: Estudantes investigam questões que eles mesmos formulam a partir de procedimentos desenhados ou selecionados por eles. | | | |

Fonte: Traduzido de Banchi e Bell (2008).

Muitos(as) professores(as) acreditam equivocadamente que o EnCl consiste em deixar o estudante desenhar e executar investigações científicas do início ao fim por si próprios (KIRSCHNER; SWELLER; CLARK, 2006), por isso é importante ressaltar que mesmo em atividades mais abertas o(a) professor(a) desempenha um papel fundamental no suporte à aprendizagem!

MOTIVAR E ENVOLVER OS(AS) ESTUDANTES COMO CONDIÇÃO FUNDAMENTAL

A fase de **Orientação** representa a dimensão pedagógica de **engajamento dos(as) estudantes**, momento em que o(a) professor(a) promove a motivação em relação a um tópico e os(a) estudantes exploram seus interesses. Há a construção e estabelecimento de um **problema** que servirá como **desafio de aprendizagem**. Esse problema pode ser objeto de **reflexão** ou levar à elaboração de uma **questão de investigação** mais definida ou de **hipóteses** que se relacionem a um campo de conhecimento e que poderão ser investigadas por meio de **exploração** ou **experimentação**.

A fase de orientação é o momento de explorar os interesses dos (das) estudantes, a imaginação e a conexão com o território!

Uma visita ao jardim da escola, uma notícia de jornal, uma votação no senado, um problema local ou, até mesmo, uma série televisiva ou um meme na internet podem ser ótimos disparadores de investigações. É um grande trunfo para o ensino poder usar uma situação real em que os(as) estudantes já estejam envolvidos e motivados. Para isso o(a) professor(a) precisa estar atento e ter o olhar sensível para perceber essas oportunidades de aprendizagem e poder ampliar as possibilidades de sentidos e significados construídas pelos(as) estudantes. O(A) professor(a) precisa investigar a sua realidade, olhando com curiosidade o cotidiano e buscando conectar a realidade dos(as) estudantes às suas intencionalidades pedagógicas, vinculadas ao conhecimento da área e às características do território. Ouvir os(as) estudantes, seus interesses e suas ideias é condição fundamental para o EnCI.

Os seres humanos, assim como os outros animais, são curiosos para explorar o ambiente. As crianças pequenas já demonstram curiosidade e interesse pelo mundo natural. Nos anos iniciais, as atividades investigativas preservam o caráter lúdico e desafiador e exploram as ideias intuitivas das crianças. Ao longo do desenvolvimento do indivíduo, o EnCI potencializa não só a compreensão e o interesse pelas ciências, mas as capacidades de observar, comparar, caracterizar, descrever, generalizar, questionar e comunicar. Ao longo da educação básica, os problemas a serem enfrentados adquirem um escopo mais amplo e tornam-se mais complexos, possibilitando o desenvolvimento de sensibilidade e habilidades de raciocínio mais refinadas e conexão com ideias científicas mais elaboradas.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, a exploração das vivências, saberes, interesses e curiosidades dos alunos sobre o mundo natural e material continua sendo fundamental. Todavia, ao longo desse percurso, percebem-se uma ampliação progressiva da capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento, em especial nos últimos anos, e o aumento do interesse dos alunos pela vida social e pela busca de uma identidade própria. Essas características possibilitam a eles, em sua formação científica, explorar aspectos mais complexos das relações consigo mesmos, com os outros, com a natureza, com as tecnologias e com o ambiente; ter consciência dos valores éticos e políticos envolvidos nessas relações; e, cada vez mais, atuar socialmente com respeito, responsabilidade, solidariedade, cooperação e repúdio à discriminação. (BRASIL, 2017, p. 295)

Problematizar situações do cotidiano, fazer uma visita aos espaços escolares ou seu entorno, apresentar filmes, documentários ou produções audiovisuais disponíveis na internet, apresentar narrativas, textos, imagens, ou ainda, propor atividades instigantes podem ser formas de despertar o interesse para um problema mais específico passível de investigação.

Temas inspiradores de investigação

Para as crianças menores, a escola e a interação com os colegas e familiares é um campo fértil de exploração no campo das ciências. Conhecer o corpo, os cuidados com a saúde e com o ambiente; caracterizar a diversidade de organismos vivos e seus hábitos de vida; conhecer sua identidade e explorar o que nos torna semelhantes e diferentes; observar fenômenos físicos que podem estar envolvidos em brincadeiras como o vapor d'água, as propriedades da luz e sombras; as propriedades dos objetos tais como som, forma, tamanho, textura; a percepção dos sentidos e a memória; as transformações físicas e a orientação de tempo e espaço.

Para as crianças maiores, os adolescentes e os adultos, temas importantes para a nossa sociedade como as desigualdades sociais, as relações de poder, intolerância e comportamento humano, assim como questões ambientais, os impactos da tecnologia, os direitos humanos, sustentabilidade, alimentação e saúde precisam ser contemplados.

Em 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) e estabeleceram um plano de ação para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 10). Esses objetivos podem inspirar temas de projetos interdisciplinares e investigativos.

Figura 10: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.



Fonte: nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030

O documento "Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem", da UNESCO¹⁵, aborda cada um desses ODS, propondo objetivos de aprendizagem cognitivos, comportamentais e socioemocionais, assim como tópicos e abordagens metodológicas para cada um.

A fase de orientação é o momento de definir com os(as) estudantes os temas ou problemas que irão guiar a investigação. Na **fase de conceitualização**, a curiosidade e a problematização são transformadas em questões ou hipóteses vinculadas ao conhecimento.

¹⁵ Saiba mais sobre o guia da UNESCO em: <www.unesco.org/new/pt/brasilia/about-this-office/single-view/news/education_for_sustainable_development_goals_learning_object>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

CONCEITUALIZAÇÃO: QUESTÕES, HIPÓTESES E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Entendemos por conhecimentos poderosos conceitos, linguagens, competências, habilidades, valores, comportamentos, hábitos e disposições que permitam aos sujeitos ter autonomia para participação no mundo contemporâneo e para a realização de seus projetos de vida (WEFFORT; ANDRADE; COSTA, 2019³, p.28)

Este é o momento de explorar conceitos e ideias do campo da ciência relacionados à problemática a ser investigada que ajudarão a guiar o processo. O resultado dessa fase é o delineamento de uma questão a ser investigada e/ou a proposição de hipóteses sobre a solução do problema estabelecido.

As hipóteses são explicações provisórias para as possíveis soluções do problema que devem estar relacionadas a conceitos, teorias ou modelos científicos. Já as previsões referem-se ao resultado concreto de um teste ou experimento. Estudantes, ao proporem hipóteses para solucionar os problemas devem ser incentivados a justificá-las de forma que possam mobilizar seus conhecimentos. Precisamos estimular os(as) estudantes a justificarem suas hipóteses, com base em suas experiências ou conhecimentos, para diferenciá-las de meros palpites (CARDOSO; SCARPA, 2018).

O que é uma boa questão de investigação?

Para pensar uma boa questão de investigação, é preciso ter em mente que as formas de investigação são amplas e variadas e não se limitam a experimentos ou aulas práticas.

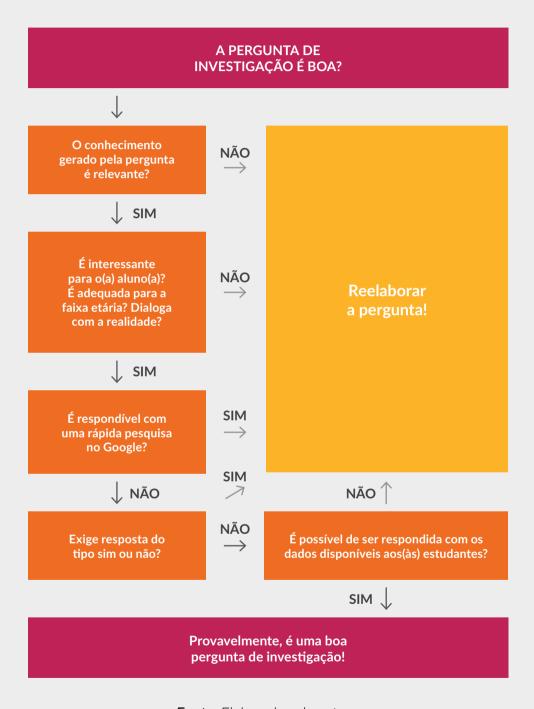
a leitura de um texto pode ser investigativa tanto quanto um experimento de laboratório. Não importa a forma de atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido; e as condições para resolvê-lo são muito importantes, havendo necessidade de se atentar para que se façam presentes. (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 43)

A pergunta de investigação deve:

- Ser relevante:
- Estar relacionada à realidade do(a) estudante e ao campo de conhecimento das ciências:
- Ser sedutora no sentido de motivar estudantes ao engajamento na resolução do problema ou desafio;
- Ser factível de ser respondida dentro do tempo e com os recursos disponíveis.

Alguns questionamentos podem servir de indicadores para nos ajudar a avaliarmos a qualidade da pergunta investigativa, seja produzida por nós ou junto aos(às) estudantes (Figura 11).

Figura 11: Guia para boas perguntas orientadoras.



Fonte: Elaborado pela autora.

A pergunta de investigação pode ter diferentes amplitudes e ser respondida em um ciclo investigativo com uma única atividade ou em uma sequência de atividades que forneçam elementos que juntos possibilitem os(as) estudantes a chegarem a uma conclusão. Fazer uma boa pergunta é um grande desafio e ter uma ideia ampliada de formas de investigar é fundamental.

Por exemplo, identificar a composição química de um refrigerante consumido por estudantes pode ser uma pergunta factível de ser respondida buscando os significados dos elementos presentes do rótulo, ou até fazendo análises químicas sofisticadas, mas essa investigação se torna muito mais relevante se inserida em um problema mais amplo de nutrição, que inclui compreender o impacto social e econômico envolvido nas questões de saúde da população, e que passa também por compreender as formas de consumo, o poder efetivo de escolha e o apelo afetivo da indústria e do marketing, para além das questões químicas e nutricionais.

A FASE DE INVESTIGAÇÃO: COLETA, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A fase de investigação inclui as subfases de **exploração** ou **experimentação** e **análise de dados**. Para responder à questão ou às hipóteses, os(as) estudantes farão observações, irão explorar o ambiente, textos, gráficos, imagens, entrevistarão pessoas, poderão planejar experimentos que testem variáveis realizando previsões. Irão registrar e interpretar dados chegando aos resultados.

A **exploração** é compreendida como uma forma sistemática e planejada de coletar/construir dados em busca de responder à questão investigativa. Já a **experimentação** segue naturalmente a fase de geração de hipóteses, pois envolve planejar estratégias para testá-las, sendo importante definir quais variáveis serão mantidas constantes e quais serão testadas. O plano ou o desenho de uma experimentação ou exploração é um produto intermediário, que envolve decisões, avaliação, escolha de materiais, estratégias e previsão de resultados (PEDASTE et al., 2015).

O momento do planejamento da coleta e construção de dados é uma grande oportunidade para os estudantes refletirem sobre a investigação e desenvolverem seus conhecimentos por meio de interações entre si e com o(a) professor(a). Ao longo do ciclo, o processo de planejamento e implementação pode conduzir a avaliação e reelaboração de perguntas ou hipóteses.

Destacamos que a subfase **exploração** explicita que a experimentação não é o único meio de gerar dados para responder a uma questão de investigação, solucionar um problema ou construir uma explicação, ampliando a visão de ciência na incorporação de uma diversidade metodológica na construção de dados e evidências.

A subfase de **interpretação de dados** é focada em dar sentido aos dados coletados ou construídos por meio de exploração ou experimentação. A interpretação destes leva à **construção de explicações** que respondam às questões e/ou hipóteses iniciais, o que caracteriza a fase de **conclusão**.

A fase de conclusão representa a síntese dos novos conhecimentos. Os dados, após as análises, foram transformados em evidências que servem de suporte para afirmações e ideias científicas. Construir explicações científicas baseadas em evidências é uma atividade complexa que demanda suporte dos(as) professores(as) por meio das interações discursivas com os(as) estudantes. Discutir com estudantes o modelo do argumento (Figura 12), exemplificando-o, é uma forma de chamar a atenção para a estrutura da afirmação.

Evidência

Conclusões
Explicações
Posicionamento

Justificativas

Figura 12: Esquema de argumento.

Fonte: Scarpa e Campos (2018).

A estrutura básica segue a fórmula de "se..., então..., portanto...". O uso de conectores ajuda os(as) estudantes a expressarem de forma mais clara as relações entre dados, evidências, conclusões e justificativas. Apresentar os conectores com exemplos de argumentos contextualizados pode apoiar o desenvolvimento da expressão escrita de conclusões.

Apesar de a argumentação estar presente ao longo de todas as fases do ciclo, especialmente nos momentos de reflexão coletiva, a proposição de uma conclusão da investigação propicia essa articulação entre o problema, os dados — que agora alcançam o status de evidências — e a explicação conectada aos conhecimentos.

MÉTODO CIENTÍFICO OU PRÁTICAS EPISTÊMICAS?

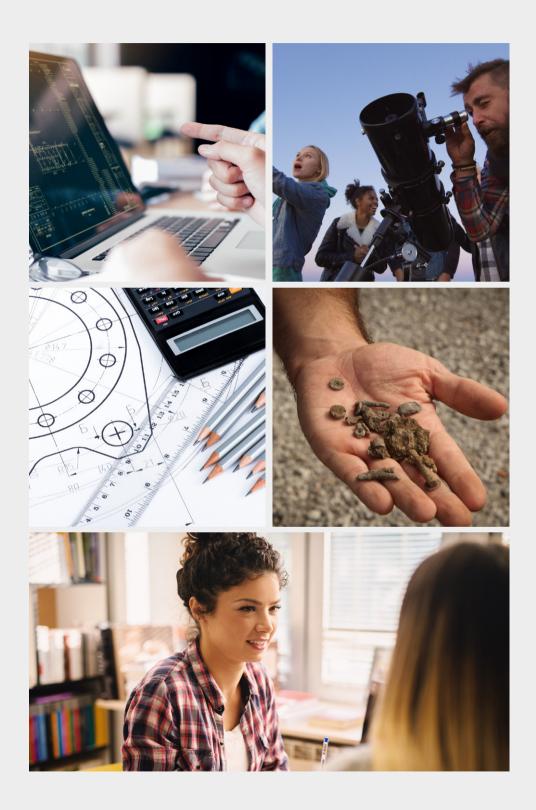
Pense nas investigações das diferentes áreas de conhecimento e imagine a diversidade de objetos de estudo e formas de analisar dados e produzir evidências (Figura 13).

Figura 13: Diferentes procedimentos de coleta de dados.

- (a) Coleta de dados por veículo explorador geológico em marte;
- (b) Experimento com extratos de plantas; (c) Testes em sistema de alta tecnologia; (d) Observações de astronomia; (e) Cálculos de engenharia de peças mecânicas; (f) Coleta de fósseis para análise; (g) Coleta de dados por meio de questionários e entrevistas.







Dentre os objetivos do EnCI, soma-se à aprendizagem dos conteúdos conceituais e factuais das ciências, o desenvolvimento de habilidades relacionadas às práticas epistêmicas, incluindo o raciocínio lógico, a interpretação de dados de diferentes naturezas (Figura 13), a produção de conclusões e explicações baseadas em evidências e a argumentação (MINNER; LEVY; CENTURY, 2010; KRÄMER; NESSLER; SCHLÜTER, 2015; PEDASTE et al., 2015; VAN UUM; VERHOEFF; PEETERS, 2016).

Para desenvolver uma boa atividade de investigação, é essencial que tenhamos, enquanto professores(as), uma visão da variedade de tipos de investigação e das possibilidades de percursos metodológicos. É comum a associação do EnCl com atividades práticas ou experimentais. Porém, atividades práticas que se baseiam em seguir protocolos fechados e descontextualizados, que não oferecem suporte para nenhuma das características essenciais do EnCl nem engajamento intelectual do estudante, não podem ser consideradas investigativas. O engajamento dos(as) estudantes no EnCl deve ultrapassar a mera ação manipulativa que, embora seja relevante em certos contextos, é insuficiente para promover um envolvimento cognitivo e social significativo.

Desenvolver uma visão ampliada de como a ciência funciona ajuda os indivíduos a interpretarem a confiabilidade das afirmações científicas para as tomadas de decisões públicas e pessoais. O conhecimento científico é construído por meio de práticas epistêmicas de uma comunidade científica de uma área do conhecimento. É importante que estudantes tenham a oportunidade de compreender e se envolver nas práticas epistêmicas da comunidade científica ou seja, compreender os processos sociais e epistêmicos pelos quais a comunidade propõe, comunica, avalia e legitima o conhecimento. Isso envolve processos cognitivos e sociais, como construir modelos e argumentos e usar formas especializadas de linguagem (DUSCHL, 2008; KELLY; LICONA, 2018; SASSERON; JUSTI, 2018; SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).

Reflexão para professores(as): será que podemos falar em método da ciência?

A construção de uma visão bem informada do empreendimento científico passa por compreender que há diversas formas de fazer ciência, a partir de uma multiplicidade de métodos que são específicos de cada área do conhecimento, portanto não há um método científico único. A observação, experimentação e interpretação se apoiam sobre um conjunto de conhecimentos disciplinares (PÉREZ et al., 2001) e se sustentam em valores do contexto histórico-cultural, por isso nenhuma observação é neutra. A ciência envolve criatividade na elaboração de perguntas, desenhos metodológicos e interpretação de resultados, ao mesmo tempo que preza pelo rigor e justificação das afirmações.

Os estudos sobre história e filosofia da ciência oferecem visões mais realísticas e formas mais elaboradas de compreender como se produz conhecimento científico (ALLCHIN, 2013). A partir desses estudos, pesquisadores da área de ensino de ciências buscaram descrever as características da ciência importantes de serem consideradas no contexto de ensino, que constituem o que foi denominado como Natureza da Ciência. Alguns desses aspectos aparecem no Quadro 4.

Quadro 4: Aspectos da natureza do conhecimento científico

Listas de consenso sobre as ideias do conhecimento científico

- A ciência se baseia em evidências empíricas;
- Os cientistas exigem rigor, replicabilidade e relatórios confiáveis;
- A ciência é a busca de um modelo para explicar os fenômenos;
- Os cientistas são criativos:
- A ciência faz parte da tradição social;

- A ciência teve e tem um papel importante na tecnologia;
- As ideias científicas têm sido afetadas por seu meio social e histórico;
- As mudanças na ciência ocorrem gradualmente;
- A ciência tem implicações globais;
- Novos conhecimentos devem ser relatados de forma clara e aberta:
- O conhecimento científico é tentativo/provisório.

Fonte: Adaptado de McComas e Olson (1998 apud ALLCHIN, 2013).

Listas como as do quadro 4, que expressam uma síntese de características consideradas relevantes no âmbito do ensino, não são definitivas nem completas, mas podem nos ajudar na prevenção contra os estereótipos e as concepções equivocadas mais comuns da ciência, por exemplo, compreender que rigor e criatividade não são opostos; substituir a ideia de um método único pelo entendimento da diversidade metodológica; compreender formas de fortalecer a confiança nas afirmações e ao mesmo tempo compreender como e quando as afirmações estão sujeitas a revisões e modificações; entender por que a visão de neutralidade na ciência é equivocada e compreender como o meio político-social a influenciam. Por isso, os itens são valiosos lembretes para nós, professores(as), ao longo de nosso planejamento didático, para elaborar situações de aprendizagem contextualizadas que desenvolvam cada um desses aspectos.

O desenvolvimento da compreensão de alguns aspectos de Natureza da Ciência passa por envolver os(as) estudantes em práticas epistêmicas da ciência, sendo o EnCl uma abordagem potente por meio da qual podemos ampliar o repertório de conhecimentos e habilidades dos alunos e alunas. O quadro 5 apresenta a síntese das práticas epistêmicas a serem desenvolvidas na área de Ciências Naturais para o ensino fundamental da BNCC (BRASIL, 2017).

Quadro 5: Práticas epistêmicas que integram o trabalho do(a) estudante no EnCI proposta na BNCC para o ensino fundamental

Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas;

Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; Propor hipóteses. Definição de problemas

Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.);

Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representações de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos etc.);

Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado);

Elaborar explicações e/ou modelos;

Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos;

Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos:

Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico;

Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.

Levantamento, análise e representação

| Organizar e/ou extrapolar conclusões; Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações; Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores(as), familiares e comunidade em geral; Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões. | Comunicação |
|--|-------------|
| Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos; Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental. | Intervenção |

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017).

Portanto, ao desenvolvermos as atividades investigativas precisamos estar atentos e atentas em criar oportunidades para que os(as) estudantes se engajem em cada uma dessas práticas epistêmicas. Para isso, promover os processos de **reflexão e comunicação** ao longo das fases, de forma coletiva e colaborativa, é essencial.

A fase de investigação, na construção de dados, interpretações e explicações, é um momento de grande envolvimento cognitivo e social, propício ao desenvolvimento de habilidades relacionadas às práticas epistêmicas. A investigação pode servir como motivação para os(as) estudantes se engajarem na leitura de um texto, de um gráfico, mapa ou tabela. Para encontrar as soluções os(as) estudantes precisarão ampliar seu repertório de conhecimentos, buscando informações e relacionando-as.

Muitas vezes as atividades investigativas irão exigir habilidades de leitura e análise que ainda estão em desenvolvimento. Neste caso o(a) professor(a) precisa incluir na atividade de investigação momentos específicos de orientação. Por exemplo, talvez seja necessário que o(a) professor(a) trabalhe com os(as) estudantes a habilidade de leitura de texto, fazendo perguntas que ajudem estudantes a identificarem as informações e relações expressas. A interpretação das informações do texto pode exigir conhecimentos prévios que nem todos(as) os(as) estudantes da turma tiveram a oportunidade anterior de desenvolver. O mesmo pode ser dito para a habilidade de ler e interpretar gráficos, infográficos, esquemas e imagens de diferentes tipos.

As múltiplas variedades de gráficos expressam relações específicas para os diferentes tipos de dados e áreas de conhecimento. Por exemplo, na área da epidemiologia é comum dados serem expressos usando semanas como medida de tempo, o que não é comum no nosso cotidiano escolar, mas faz sentido na área da saúde para avaliar a progressão das epidemias e propor ações de políticas públicas. Por isso os comunicados e divulgações dos órgãos de saúde serão expressos dessa maneira, sendo importante que os(as) estudantes possam acessar essas informações a partir da ampliação das competências de leitura e interpretação. Exemplos como esse podem ser encontrados para as diferentes áreas

e incluem uso de unidades de medida pouco comuns, transformação ou sobreposição de escala, símbolos específicos etc.

A habilidade de ler e produzir gráficos é sofisticada e exige um tempo de aprendizagem e aprimoramento. Identificar o título, as variáveis expressas em cada eixo, a escala, a unidade de medida, a variedade e características dos tipos de representação (linhas, barras, setores), as relações entre os eixos e o significado conceitual dessa relação são alguns dos elementos a serem considerados nesse processo de ensino e aprendizagem. O desenvolvimento dessas habilidades deve estar inserido no propósito da investigação, pois a necessidade da habilidade, em função do ato de investigar, gera um espaço fértil para o(a) professor(a) ensinar.

O tempo de aprendizagem de habilidades como essas pode sugerir que o EnCI é uma abordagem mais demorada para quem pressupõe a "medida de aprendizagem" apenas pela aquisição de conceitos factuais, o que contraria os objetivos da alfabetização científica. A potência do EnCI para a alfabetização científica está justamente na promoção do engajamento do estudante no desenvolvimento de habilidades, na resolução de problemas, na análise, na interpretação e na intervenção na realidade.

O processo de **produzir explicações baseadas em evidências** passa pela construção, tratamento e análise de dados, que a partir de relações conceituais se tornam evidências para uma explicação. Kelly e Duschl (KELLY; DUSCHL, 2002) destacam quatro momentos do contínuo de construção de explicações a partir de dados que seriam: (1) a transformação de dados em evidências; (2) a transformação das evidências em padrões e modelos; (3); a transformação dos padrões e modelos em explicações (Figura 14).

Esse processo, que demanda o uso e o desenvolvimento de uma série de habilidades, tem como cerne o desenvolvimento nos(as) estudantes de critérios epistêmicos que os ajudem a tomar decisões, em relação ao que conta como evidência adequada na investigação em curso, e a identificar e/ou selecionar padrões e modelos apropriados. Cada momento representa uma oportunidade de engajamento cognitivo no discurso argumentativo a partir da compreensão e representação das relações

entre dados e teorias. O processo inverso à construção de explicações (Figura 14) também pode ser uma atividade útil no desenvolvimento dos critérios epistêmicos, que seria, a partir de um texto, conseguir identificar quais as evidências que o autor utiliza para sustentar sua explicação.

Figura 14: A dimensão epistêmica de credibilidade da ciência inclui os processos de transformação de dados em evidências, evidências em padrões e padrões em explicações. Uma explicação, modelo ou teoria podem ser avaliados a partir da análise dos dados e evidências que os sustentam.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Kelly e Duschl (2002).

A seguir, apresentamos uma atividade investigativa sobre o crescimento populacional de um pequeno organismo vegetal aquático chamado *Lemna* sp para exemplificar este processo de transformação de dados em explicações por estudantes. A atividade foi realizada em aulas de biologia, com alunos e alunas do 1º ano do ensino médio de uma escola estadual da cidade de São Paulo e estava inserida em uma sequência didática sobre dinâmica populacional (Quadro 6). A sequência completa está descrita na tese de Silva (2015).

Quadro 6: Descrição da atividade investigativa analisada

Escola estadual localizada na cidade de São Paulo.

Componente curricular: Biologia; Ano: 1º ano do Ensino Médio.

Pergunta de investigação: O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para o desenvolvimento da espécie?

Produto da atividade: elaboração de um relatório científico para comunicar o processo investigativo.

Processo de investigação: cada grupo de estudantes acompanhou durante 15 dias a dinâmica populacional de uma pequena planta aquática chamada *Lemna* sp, que tem alta capacidade de reprodução por brotamento, realizando registros fotográficos diários do recipiente com sua respectiva população.

Fonte: Silva e colaboradores (2018).

No artigo de Silva e colaboradores (2018), as autoras analisam a atividade em relação à importância da autonomia dos(as) estudantes para tomar decisões referentes às transformações do conhecimento ao longo do processo investigativo e seu engajamento com práticas epistêmicas.

Os(As) estudantes já estavam envolvidos com o tema, pois ele vinha sendo explorado em outras etapas da sequência didática. Para esta atividade, os alunos foram organizados em grupos, receberam um recipiente com água e uma pequena população de *Lemna* sp. (Figura 15). O desafio era responder à pergunta investigativa fornecida pela professora: O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para o desenvolvimento da espécie?

A resposta envolve determinar as variações de tamanho populacional ao longo do tempo. Para respondê-la a os(as) estudantes precisaram tomar

decisões usando critérios epistêmicos sobre o que poderia ser utilizado como evidência de mudanca na população e como coletar e registrar os dados. Algumas decisões debatidas foram: como determinar o tamanho da população: contar os indivíduos ou as folhas? Considerar a aparência dos indivíduos (por exemplo, contar ou não os indivíduos amarelados)? Considerar a distribuição dos indivíduos no espaço? Como assegurar a contagem correta de indivíduos, já que são pequenos e se movem na água? Registrar os indivíduos todos os dias? Como registrar os dados? Calcular a taxa de crescimento diária? Como representar os dados ao longo do tempo? Construir gráfico? Qual o melhor tipo de gráfico para representar os dados? Ligar os pontos ou fazer uma reta? A curva encontrada é igual ao modelo teórico? O que justifica o padrão encontrado?

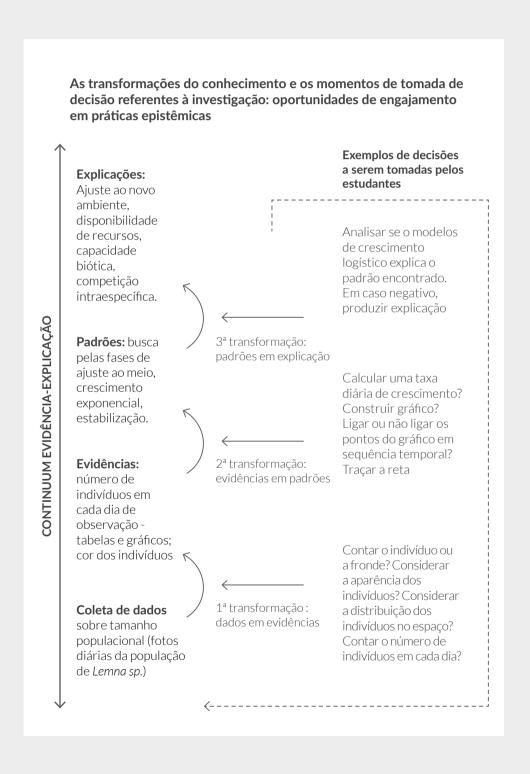
Essas discussões possibilitaram que os(as) estudantes fizessem avaliações, refletissem e elaborassem justificativas, negociando e entrando em acordos. Os(As) estudantes optaram pelo registro fotográfico diante das dificuldades práticas da observação e contagem direta. Estabeleceram formas de ler e interpretar dados para descrever qualitativa e quantitativamente o que estava acontecendo, definindo o que seria usado como evidência. Construíram textos, tabelas e gráficos para analisar os padrões. Compararam os padrões encontrados com o modelo teórico, criando explicações para justificar os padrões de fato encontrados. O tempo todo com a professora acompanhando, questionando para promoção de reflexão e orientando as discussões. As etapas de transformação de dados em explicações e as discussões relacionadas estão exemplificadas na figura 16.

iluminação na bancada da sala de aula. Registro do 1º dia de investigação.

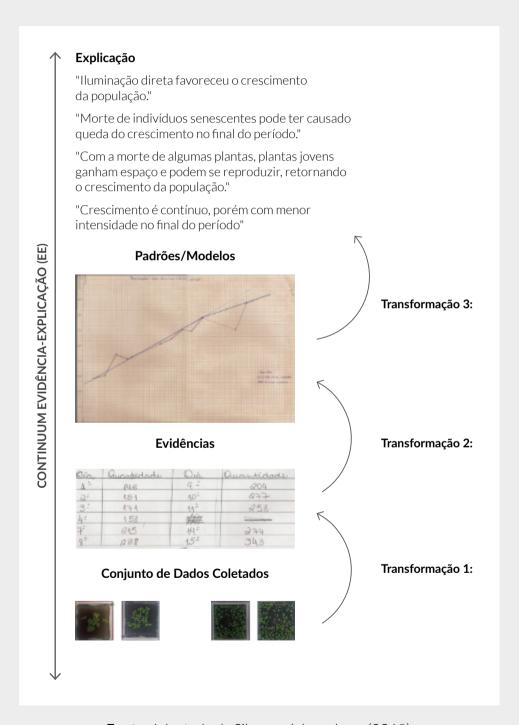
Figura 15: Vista dos recipientes com populações de Lemna sp. dispostos sob

Fonte: Silva (2015).

Figura 16: Esquema da investigação realizadas pelos(as) estudantes exemplificando as decisões nos momentos de transformação de dados em explicações.



(cont. Figura 16) Transformação dos dados no contínuo evidência-explicação



Fonte: Adaptado de Silva e colaboradores (2018).

Nesta atividade, as transformações que resultaram na produção de explicações expressaram oportunidades de engajamento em práticas epistêmicas próprias da ciência, nas quais os(as) estudantes puderam exercer sua autonomia. As tomadas de decisões propiciaram o debate e a construção de consenso no grupo a partir da interação com os pares e com o(as) professor(as), de forma que as transformações envolveram, portanto, aspectos cognitivos e sociais da construção de conhecimento. A compreensão deste processo contribui para que estudantes desenvolvam competência para avaliar outras afirmações e explicações socialmente relevantes relacionadas a outras populações incluindo a compreensão de características da dinâmica da nossa própria população.

As aproximações e distanciamentos que esse processo tem com as atividades científicas institucionalizadas precisam ser discutidas e explicitadas, cabendo aqui temas como as relações entre a afirmação, a evidência empírica e a teoria; a justificativa e consenso dos processos de validação metodológica; a importância de considerar o erro e como determiná-lo; os limites da conclusão; as diferenças do rigor da atividade didática e da atividade profissional, entre outros.

As **aulas práticas** e **experimentos** são marcas memoráveis do ensino de ciências e têm um papel importante em promover o contato com fenômenos ou modelos, podendo propiciar o engajamento em práticas epistêmicas desde que abordados de forma investigativa, além de favorecer a motivação para as ciências.

Vários fatores podem limitar o uso de atividades práticas e experimentos na escola, desde a falta de tempo para preparar e organizar os materiais, a falta de espaços adequados e de recursos como equipamentos e reagentes. Apesar das dificuldades, incluir um pequeno número de atividades práticas instigantes e desafiadoras já pode despertar o interesse dos(as) estudantes e servir para ampliar a reflexão e compreensão sobre os fenômenos.

É importante salientar que nem toda atividade prática acontece no laboratório e nem toda atividade de laboratório é um experimento. Como já foi apontado, os experimentos são desenhados para responder uma

pergunta a partir de um teste de hipóteses. As atividades práticas incluem as atividades de investigação que usam outras abordagens metodológicas (que denominamos no ciclo investigativo de exploração), demonstrações realizadas pelos(as) professores(as), simulações realizadas em ambiente virtual, representações de papéis, jogos e brincadeiras, além de produções autorais de textos, pôsteres, esquemas, imagens, modelos entre outros.

As atividades práticas podem desempenhar diferentes papéis na aprendizagem. Se, por um lado, o valor das práticas e experimentos para o ensino de ciências parece inquestionável, por outro, **analisar de forma crítica** o papel de cada uma nas aulas e sequências didáticas é fundamental para qualificar experiências que ultrapassem os aspectos meramente ilustrativos ou manipulativos e contribuam de fato para a aprendizagem por meio do desenvolvimento cognitivo e social. Para isso é importante refletirmos sobre como a prática ou o experimento auxilia o estudante a desenvolver conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados aos três eixos da alfabetização científica.

Especificamente em relação aos experimentos, é fundamental observar o diferente papel que eles têm para a ciência e para a sala de aula. É preciso que tenhamos cuidado para que as atividades experimentais não conduzam a uma visão distorcida da ciência. Usar experimento para "provar" teorias pode reforçar uma indesejada visão empírico-indutivista e ateórica da ciência, na qual as observações são tidas como "neutras". A observação não é neutra, pois ela é sempre influenciada pelos conhecimentos prévios e relacionada a uma perspectiva teórica. Ou seja, é preciso considerar a complexa relação entre teoria, observação e a maneira como o corpo de conhecimento de um determinado contexto histórico orienta os processos investigativos e influencia a interpretação dos dados (PÉREZ et al., 2001).

Outro mito bastante presente quando se trata de experimentação em sala de aula é o da identificação do método científico como uma sequência de etapas definidas, rigorosas e que leva a resultados exatos e inquestionáveis. Como já comentamos, existe uma grande diversidade metodológica que está relacionada às especificidades de cada área do conhecimento. Ao

mesmo tempo, não se pode cair no relativismo extremo que desconsidera as formas de obter rigor e a conexão com a realidade empírica objetiva (PÉREZ et al., 2001).

Engajar os(as) estudantes no planejamento, realização ou avaliação de experimentos é uma grande oportunidade de envolvê-los na cultura científica, desenvolvendo a capacidade de resolução de problemas, a proposição de questões e hipóteses, a comparação de variáveis, as relações entre os resultados empíricos e a teoria, enfim, de envolvê-los(las) em práticas epistêmicas que levam à construção de conhecimentos conceituais e sobre o funcionamento da própria ciência.

É importante salientar que os experimentos, especialmente aqueles com manipulação de materiais e instrumentos, assim como outras atividades práticas que apresentam elementos lúdicos, diferentes e instigantes, têm grande valor afetivo, o que é fundamental para a aprendizagem e para a conexão do indivíduo com o conhecimento e deve ser aproveitada como fonte de prazer e fortalecimento das identidades e da autoestima. Nesse sentido, atividades práticas e experimentos demonstrativos podem ser usados para gerar interesse, fortalecer a confiança, gerar problematizações e motivar para as investigações.

Os laboratórios virtuais e os materiais com base em TIC [Tecnologia da Informação e Comunicação] podem ser outra fonte para a aprendizagem e a prática. Os experimentos virtuais têm sido equivalentes aos realizados em laboratórios quanto às influências que exercem nas atitudes e nos desempenhos dos estudantes, bem como podem ser utilizados como alternativa em locais onde faltam laboratórios físicos. Os kits de microciências da UNESCO também podem oferecer uma alternativa custo-efetiva em lugares onde os laboratórios não estão disponíveis¹⁶. (UNESCO, 2018, p. 55)

Reflexão para professores(as):

Escolha uma (ou mais) atividade prática que você realizou ou planeja realizar com seus(suas) estudantes. Analise-a e responda:

- **1.** Como esta atividade promove a participação ativa do(a) estudante?
- 2. A atividade possibilita à(ao) estudante desenvolver quais conteúdos conceituais de ciências? De que maneira?
- 3. A atividade possibilita à(ao) estudante desenvolver quais habilidades e competências envolvidas nos raciocínios próprio da ciência e nas práticas epistêmicas?
- 4. A atividade possibilita às(aos) estudantes ampliarem a compreensão sobre os aspectos de produção de conhecimento pela comunidade científica? Por exemplo, sobre o papel do experimento ou outras abordagens metodológicas nas investigações, o papel do tamanho da amostra, da avaliação do erro, da relação com a teoria e outras questões referentes à natureza do conhecimento científico?

Conheça a experiência da Secretaria Municipal de Educação de Santos com o Ensino de Ciências por Investigação

Ensino de Ciências por Investigação: Uma Abordagem para o Desenvolvimento de Habilidades

Como propor a resolução de problemas com uma abordagem investigativa?

Para mobilizar ações de pesquisa, debate e investigação, pode-se propor a <u>resolução de problemas abertos</u>, que possibilitem que os alunos levantem hipóteses, façam testes, compartilhem explicações, registrem propostas de solução e as socializem. Desse modo, o problema a ser discutido é levado pelo(a) professor(a) e precisa gerar um engajamento do grupo para resolvê-lo.

No canal do LaPEF¹⁷ (Laboratório de Pesquisas em Ensino de Física

- **USP)**, há uma série de vídeos que apresentam possibilidades de ensino por investigação com problemas abertos. As atividades podem ser encaminhadas com alunos de todo o Ensino Fundamental.

A sequência de etapas e os encaminhamentos dados pelos professores(as), nestas atividades, são excelentes modelos para quem deseja realizar atividades de investigação com os alunos. A seguir, oferecemos mais algumas referências de sites interessantes onde os(as) estudantes poderão buscar experimentações, modelos e objetos de investigação para se apropriarem e comunicarem aos colegas:

Manual do Mundo¹⁸ - <www.youtube.com/manualdomundo>
Arvind Gupta - <www.youtube.com/user/arvindguptatoys>
Ciência Hoje na TV - <www.youtube.com/user/CHCnaTV>

¹⁷ LAPEF. Disponível em: <www.youtube.com/channel/UCVWukRfa8gIZDqh8OnGes6Q>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

¹⁸ O manual do mundo também possui um endereço web, disponível em: <www.manualdomundo.com.br > Acesso em: 22/04/2020.

Esses espaços de divulgação de protótipos e experimentos científicos podem ser usados com diferentes abordagens. Defendemos aqui uma utilização intencional pelo(a) professor(a), para colocar os alunos em uma posição de pesquisadores na compreensão dos fenômenos envolvidos. Um exemplo possível é solicitar que eles escolham um viés de interesse para reproduzir com outros desafios: utilizando novos materiais, criando condições diferentes e inspirando-se para produzir novas possibilidades. A culminância desse processo precisa garantir espaço para que os alunos socializem as descobertas, comuniquem os conceitos que explicam os fenômenos estudados e, também, avaliem dificuldades e decisões tomadas ao longo do percurso.

A seguir, oferecemos duas possibilidades considerando essa abordagem:

I. Resolver problemas experimentais

Proponha estes 2 (dois) desafios que colocam os alunos para resolver alguns problemas experimentais:

- a. Mergulhar o copo com papel sem molhá-lo (Fonte: LaPEF-USP).
- b. Beber o líquido do copo utilizando dois canudos (um imerso no líquido e outro fora do copo).

Forme pequenos grupos para que eles tenham um algum tempo em cada experimento. A orientação é que resolvam o problema manipulando os materiais disponibilizados, compreendendo as variáveis das decisões tomadas e que se apropriem do ocorrido e busquem explicá-lo.

Esta atividade pode funcionar no sistema de rotação entre as estações, em que os grupos permanecem por determinado tempo em um experimento e, depois, trocam de lugar com os outros grupos. O(A) professor(a), nessa mediação, tem um papel fundamental: o de fazer perguntas que mobilizem os alunos a explicitarem como realizaram os desafios e os porquês envolvidos na compreensão dos fenômenos. Ao final, peça que eles façam registros esquemáticos a fim de sistematizar o que aprenderam.

II. Coletar, tratar e analisar dados de pesquisa

Uma proposta de investigação pode ser desenvolvida com uma pesquisa de levantamento e posterior organização de dados coletados pelos alunos. Além de abordar habilidades do campo da Estatística (Matemática), esse tipo de pesquisa permite que sejam tratados assuntos de qualquer disciplina, inclusive, das Ciências da Natureza. Para essa tarefa, o(a) professor(a) pode discutir e planejar com os alunos as diferentes etapas do processo, ensinando esses procedimentos. Alguns encaminhamentos possíveis:

- definir coletivamente uma pergunta que se quer investigar;
- dividir tarefas para a elaboração das questões;
- revisar de forma compartilhada os questionários, buscando testá-los para que os dados coletados atendam às intenções do grupo;
- tratar os dados coletados, discutindo a melhor forma de organizá-los para atender à análise em quadros, tabelas, gráficos, etc.;
- elaborar pequenos textos que sintetizam as análises feitas pelos grupos de alunos, a fim de apoiar o planejamento de uma apresentação dos resultados;
- definir e produzir uma apresentação, considerando o público, o suporte e a linguagem mais adequada para a audiência escolhida¹⁹.

É claro que a pesquisa pode ser sobre outro assunto, preferencialmente, algum tema de interesse da classe.

¹⁹ Um bom exemplo de sequência para coleta e organização de dados pode ser conferida no link a seguir: <novaescola.org.br/plano-de-aula/940/como-organizar-os-dados-de-uma-pesquisa>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

Como propor a realização de projetos de pesquisa de investigação individuais ou em pequenos grupos?

Uma atividade de investigação pode ser realizada pelos alunos para conhecer assuntos das diferentes áreas do conhecimento (Matemática, Ciências Humanas e Sociais, Linguagens e Ciências da Natureza). Qualquer pergunta que caracterize um problema real e que possa ser investigado tem potencial para este trabalho.

Em Ciências da Natureza, os alunos podem investigar fenômenos e transformações a partir da observação e da pesquisa. Eles podem elaborar perguntas viáveis para investigação com apoio do(a) professor(a) e, após o trabalho, comunicarem formalmente o que aprenderam para outros grupos, para outras turmas, aos pais, etc. O importante é que haja uma audiência legítima para a comunicação das aprendizagens, além de um encaminhamento que garanta o ensino de procedimentos inerentes à tarefa de investigar.

Perguntas que favorecem o trabalho investigativo precisam ser abertas, sem respostas fechadas e muito esperadas, com caminhos únicos para resolução. Aqui vão alguns exemplos:

- 1. Como fazer para transformar água salgada em água doce?
- 2. Como podemos reutilizar água da chuva na escola?
- 3. O que fazer com a água barrenta para transformá-la em água potável?
- 4. Como saber se o sinal de Wi-Fi provoca alguma interferência nos seres vivos?
- 5. Como produzir cristais?
- 6. Como saber qual a capacidade máxima de seres vivos vivendo em um mesmo espaço?
- 7. O que é necessário para produzirmos um motor?

- 8. Como podemos produzir um forno solar?
- 9. Como saber se existem seres microscópicos na água que bebemos?

Após conhecer esses exemplos, pode ser interessante oferecer um roteiro de questões para facilitar o planejamento da investigação:

Questões para o planejamento.

- a. Qual a sua pergunta de investigação?
- b. Como você planeja realizar esta investigação?
- c. Qual(is) a(s) sua(s) hipótese(s) para responder à sua pergunta de investigação?

O(A) professor(a) precisa intervir ao longo desse trabalho, fazendo perguntas que ajudem os alunos a fecharem uma questão possível de ser investigada. Uma sugestão é sugerir que eles apresentem a proposta para toda a turma, pois os outros colegas podem sugerir caminhos não pensados pelo grupo de trabalho.

Como avaliar atividades de investigação dos alunos?

Quando trabalhamos com a abordagem de ensino por investigação, os critérios e instrumentos utilizados para avaliar a aprendizagem dos alunos devem considerar os procedimentos que queremos ensinar e sua natureza processual. Sabemos que nesse sentido há uma dificuldade dos(as) professores(as) em criar situações necessárias para que os alunos aprendam e que, em certa medida, também gerem possibilidades de observar os avanços deles na direção daquilo que se tem como expectativas de aprendizagens. Por essa razão, sugerimos um exercício de reflexão acerca dos critérios que podem ser estabelecidos para a avaliação dos alunos, levando em conta os objetivos de aprendizagem e os fatores observáveis que servem como indicadores do desenvolvimento dos(as) estudantes. A seguir, segue um quadro ilustrativo:

| Critério O que vou avaliar? | Indicadores Que fatores observáveis me indicam avanços na aprendizagem? | Expectativas a serem comunicadas O que preciso comunicar antecipadamente que espero que aprendam? |
|---|---|---|
| Iniciativa para ler e pesquisar, buscar novas fontes de informações, levantar hipóteses, propor estratégias para resolução dos problemas e refletir sobre o que aprende de maneira individual e coletiva. | Faz perguntas no sentido de compreender o tema e as tarefas de investigação? Apresenta novos dados para além dos fornecidos pelo(a) professor(a)? Compartilha dúvidas e descobertas com os(as) colegas e o(a) professor(a)? | |
| Compromisso com a socialização e o compartilhamento de conhecimento, a maneira como se expõe oralmente e a qualidade dos registros ao longo do próprio trabalho | Está seguindo as instruções dadas? Troca ideias com os colegas? Faz os registros solicitados? Utiliza o vocabulário esperado? | Sequência da atividade (o que eu quero que eles façam, em que ordem, com que material?); Utilizar os termos corretos dos materiais; Momento formal: não pode usar "palavrão", nem gíria; Informar o que é preciso constar no registro. |
| Cuidado e a atenção com o espaço, com os materiais e com os procedimentos de trabalho | Traz os materiais solicitados? Se responsabiliza pela cuidado com os materiais e com a organização do espaço de trabalho? Apresenta critérios para fazer as tarefas com qualidade? | |

Fonte: Equipe da Secretaria Municipal de Educação de Santos.

Esse quadro pode ser construído em parceria com outros(as) professores(as) ou com mediação do(a) próprio(a) coordenador(a) pedagógico(a). O exercício de explicitar aquilo que se quer avaliar favorece a antecipação dos indicadores que apoiarão a observação do(a) professor(a) ao longo do processo. Além disso, garante que o docente tenha clareza das expectativas que precisa compartilhar com os alunos, pois essa atitude informa para eles, mesmo que implicitamente, aquilo a que o(a) professor(a) atribui maior ou menor valor na sua avaliação.

Ainda para apoiar a tarefa de avaliar, sugerimos a produção das pautas de observação. Após o estabelecimento de todos os critérios e da escolha de bons indicadores, aquelas podem ser um bom apoio para registros e verificações sobre a aprendizagem dos(as) estudantes. Aqui apresentamos um modelo desse instrumento avaliativo:

Pauta de Observação

Indicadores para observação e avaliação:

- 1. Consegue se comunicar com o grupo para dividir e cumprir as tarefas.
- 2. Debate ideias, compartilha as informações aprendidas com o seu grupo e busca contribuir para que todos aprendam.
- 3. É proativo e **toma decisões** necessárias e responsáveis para o sucesso do grupo.
- 4. Ouve atentamente os(as) colegas e o(a) professor(a).
- 5. Utiliza um vocabulário esperado para a situação.
- Compromete-se na execução da tarefa proposta, sem atrapalhar os demais grupos e alunos.

Dica: Algumas perguntas que podem ser eficientes para nos fazermos quando elencamos esses indicadores: Como quero que eles atuem diante desta tarefa/atividade? O que preciso ensinar como fazer para que o trabalho seja como esperado? Como posso comunicar tudo que estarei

avaliando antes que esse processo aconteça? — Importante considerar que as concepções deles a respeito do que se espera podem ser diferentes daquelas que temos.

Mais uma vez, deve-se reiterar que a forma como avaliamos comunica diferentes valores aos alunos. Se quisermos que a energia dos (as) estudantes se concentre para além da qualidade conceitual, como no planejamento e em toda a realização dos trabalhos, na clareza da comunicação, na estética das apresentações e no rigor procedimental inerente às ciências, é essencial que se comuniquem essas expectativas com critérios claros e com intervenções intencionais que desenvolvam as aprendizagens dos alunos nessa direção.

Pelas considerações aqui expostas, defendemos que o ensino por investigação coloca os alunos em uma posição ativa na construção do conhecimento. A possibilidade que os alunos podem ter para testarem caminhos na resolução dos problemas, experimentarem e manipularem variáveis, atribui sentido àquilo que estão aprendendo e contribui para a formação de um indivíduo questionador, crítico e mais reflexivo sobre o impacto das suas ações na natureza e na sociedade.

COMUNICAÇÃO E REFLEXÃO: INTERAÇÕES E DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

A fase de **Discussão** do ciclo investigativo inclui as subfases de **Comunicação** e **Reflexão**. Elas não constituem um momento isolado, mas ações que permeiam toda a investigação, enquanto os(as) estudantes avaliam suas ações e decisões, além disso se caracterizam no final do ciclo na comunicação dos resultados e produtos da investigação (PE-DASTE et al., 2015). Estudantes compartilham suas ideias, proposições, interpretações e recebem feedbacks, que alimentam reflexões sobre o próprio processo de aprendizagem. A fase de Discussão é o momento de

suporte aos processos de metacognição e regulação da aprendizagem. Estes processos envolvem avaliar se a pergunta é adequada e quais os melhores procedimentos para encontrar as soluções; e se a explicação encontrada está de fato suportada pelas evidências e avaliar hipóteses e explicações alternativas.

Os momentos de Discussão privilegiam as **interações discursivas** entre os(as) estudantes, favorecendo que expressem e comuniquem suas ideias, argumentem, avaliem as ideias e críticas dos colegas, recebam avaliações e suporte do(a) professor(a) ou mesmo de outras pessoas da comunidade. Ao organizar sua fala e sua escrita o estudante organiza suas ideias e tem mais clareza da sua própria aprendizagem. Esses momentos possibilitam maior desenvolvimento da linguagem que se relaciona com as práticas epistêmicas. Promover discussões em duplas, trios ou pequenos grupos são formas de potencializar esses processos e desenvolver competências relacionadas à expressão

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital —, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. (BRASIL, 2017, competência geral 4, p. 9)

O conhecimento nas ciências é produzido de forma coletiva. Os pesquisadores estão vinculados a instituições e grupos de pesquisa, discutem com seus pares suas ideias, metodologias e resultados, comunicam suas interpretações e conclusões e recebem avaliações, por meio de debates em reuniões científicas ou em meios de comunicação especializados. Para essas comunicações os pesquisadores usam uma linguagem precisa, específica da área de conhecimento, que, para além de termos e conceitos, caracteriza-se também na expressão de normas e raciocínios.

Envolver os(as) estudantes nos aspectos da cultura das Ciências Naturais implica envolvê-los(as) no trabalho com as formas de comunicação nas ciências, por isso as interações discursivas na sala de aula ganham centralidade. Vale ressaltar que apenas realizar investigações por si não é suficiente para que o estudante compreenda a relação entre os processos de produção de conhecimento da sala de aula com os processos de produção de conhecimento na comunidade científica. Da mesma forma, apenas propor tarefas em grupo não é garantia de reflexão coletiva e colaborativa, nem mesmo de desenvolvimento da linguagem. Por isso é importante não só pensar a forma das orientações e os tipos de atividade, mas também explicitar e tornar objeto de reflexão as aproximações com o trabalho dos cientistas e as intencionalidades pedagógicas.

Aprender ciências é também aprender a falar e escrever sobre ciências!

Promover interações produtivas na sala de aula é desafiador e demanda que nós professores(as) saibamos ouvir e questionar as alunas e os alunos de forma a orientar o desenvolvimento de raciocínio. Para isso precisamos:

- criar um ambiente onde os(as) estudantes se sintam seguros para expor suas ideias e ao mesmo tempo que desafiados intelectualmente, confiantes para lidar com o erro;
- organizar o andamento da aula de modo que os(as) estudantes disponham de tempo para pensar e elaborar suas ideias;
- garantir a participação equânime dos integrantes de uma turma, controlando o tempo de cada um, distribuindo incentivo e oportunidade de expressão;
- explorar as falas, colocando informações em evidência, solicitando esclarecimento, aprofundamento ou ainda confrontando ideias.

Além disso, criar situações em que estudantes trabalhem de forma colaborativa pode fortalecer os laços do grupo enquanto se apoiam no desenvolvimento. Para isso é fundamental desenvolver um **senso de responsabilidade com a própria aprendizagem e com o coletivo**, fortalecendo a autoconfiança.

Para além de conceitos e termos das áreas de conhecimento, a comunicação em ciências possui características relacionadas à própria cultura científica, expressando também as formas de raciocínio, que incluem conceitualizações e representações de fenômenos, eventos, conjecturas, hipóteses, inferências, previsões, generalizações, evidências, questionamentos, argumentação, persuasão, interpretação de dados, articulação de explicações, entre outras. A ciência ainda faz uso de símbolos, gráficos, esquemas, equações, tabelas e imagens que precisam estar contempladas nas situações de aprendizagem.

Há diferentes esferas de comunicação em ciências. A comunicação usada entre os pesquisadores especialistas de uma área exige uma linguagem bastante precisa, atendendo a certas normas, que visam conferir maior rigor na comunicação. Já a comunicação para a comunidade externa pressupõe tornar o conhecimento mais acessível e atrativo para diferentes públicos. Reconhecer as características dos processos de comunicação que cada tipo de texto, cada mídia e cada situação utilizam, de acordo com os objetivos, o público e as características de circulação da informação, também faz parte do letramento em Ciências Naturais.

A **leitura de textos** pode desempenhar vários papéis, como saber mais sobre um tema, procurar uma informação específica, encontrar a resposta a uma questão, entender sobre estrutura textual ou ainda para deleite pessoal. Cada objetivo demanda diferentes formas de abordar o texto. Fazemos inferências a partir do título, subtítulo, imagens e contexto. Podemos fazer inicialmente uma leitura superficial e posteriormente uma leitura mais detalhada ou selecionar trechos de acordo com as nossas motivações.

A leitura se dá na construção do leitor a partir do seu conhecimento prévio. A motivação do estudante para a leitura é um ponto relevante e as

situações de aprendizagem podem lhe proporcionar várias. A leitura como atividade cognitiva e cultural é um mediador de novas aprendizagens e precisa ser entendida como um ato social de interação entre leitor e texto, mais do que um ato de decodificação de significados (SEDANO, 2014).

A habilidade de leitura é desenvolvida e aprimorada ao longo de toda a vida. Enquanto professores(as) devemos entender as situações didáticas que envolvem leitura nas aulas de Ciências Naturais como momentos de desenvolver e aprimorar essa habilidade em todas as etapas do ensino. Nesse sentido, é necessário compreender os diferentes níveis de suporte que nossos(as) estudantes necessitam para cada tipo de texto.

É importante oportunizar aos(às) estudantes o contato com diferentes tipos de textos, como os didáticos — mais familiares — os de divulgação científica em revistas de ciências, os históricos, os biográficos, as notícias de jornais, os relatórios científicos, as postagens na internet, e até mesmo as obras ficcionais. Identificar as características próprias de cada gênero é uma ferramenta que auxilia a compreensão.

Para ganhar mais autonomia na leitura, precisamos compartilhar com o estudante o poder sobre o tempo didático e a responsabilidade sobre sua aprendizagem. É preciso proporcionar momentos em que os(as) estudantes possam ler, discutir e validar suas compreensões e interpretações. Discutir estratégias e formas de abordar o texto também contribui na aprendizagem coletiva.

O ideal é encontrar um equilíbrio entre os momentos de **trabalho in- dividual** e de **trabalho coletivo**, para que os(as) estudantes possam
desenvolver o senso de responsabilidade junto à produção coletiva do
conhecimento. Um caminho possível é partir da reflexão individual para
a atividade de compartilhar e elaborar sínteses e compreensões coletivas. Inversamente, é possível partir da discussão de ideias coletivas que
suportem aos estudantes e os ajudem na sua produção individual. Momentos em que os alunos e alunas avaliem suas produções ou as de seus
colegas também contribuem para que eles se apropriem de seu processo
de aprendizagem e ganhem autonomia na regulação de si.

Conheça EducaMídia²⁰ é o programa criado para capacitar professores(as) e engajar a sociedade no processo de educação midiática dos jovens.

Sugestão de leitura: "A autonomia do leitor: uma análise didática" de Delia Lerner²¹.

A aula de ciências como espaço de produção cultural

Criar situações didáticas que promovam a necessidade de estudantes comunicarem suas ideias, o processo e as conclusões de uma investigação ou de um projeto, pode potencializar a aprendizagem de diferentes maneiras.

São vários os produtos da comunicação que podem ocupar as aulas de ciências.

- Narrativas, contos, crônicas;
- Carta aos pais, aos colegas e às autoridades;
- Textos didáticos e explicativos;
- Relatório de investigação, artigos acadêmicos;
- Texto argumentativo para autoridades e instituições;
- Imagem/desenho para o mural da sala;
- Folhetos ou painéis para o mural da escola ou para minicongressos;
- Reportagens para o jornal da escola, um site da disciplina ou mesmo uma revista do bairro;
- Textos ou vídeos de divulgação científica;

²⁰ Disponível em: <educamidia.org.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

²¹ Disponível em: <www.escoladavila.com.br/html/outros/2010/30_anos/pdf_30/30_textos/13_D%E9lia_lerner.pdf >. Acesso em: 22 de abr. em 2020.

- Atividades para a feira de ciências ou outros eventos escolares abertos à comunidade;
- Documentários audiovisuais ou podcasts;
- Peças de teatro;
- Música e poemas;
- Fotonovelas e peças de ficção;
- Objetos, maquetes, dioramas, jogos e dinâmicas.

Essas atividades, ao serem desenvolvidas, usam diferentes formas de linguagem e expressões artísticas que podem expressar e visibilizar os raciocínios, as aprendizagens e os conhecimentos produzidos, além de promover um trabalho autoral que fortalece os processos de autonomia e conexões com as identidades.

A produção de qualquer gênero comunicativo requer o estudo das suas características próprias, com definição de objetivos claros e explícitos de comunicação que sejam motivadores e engajem os(as) estudantes nas atividades. Conhecer modelos e construir critérios coletivamente com os(as) estudantes do que seria um produto desejável é uma forma de qualificar essas produções e gerar processos de autoavaliação.

Por exemplo, na construção de um produto podemos ter tanto critérios epistêmicos, ou seja, considerar como os raciocínios são expressos, se os conceitos e as relações conceituais estabelecidas estão corretos; como critérios comunicacionais, que versam sobre a estrutura do texto, coerência e coesão textual, se a linguagem é acessível, se o título é atraente, se apresenta imagem, se a estética corresponde ao que se considera adequado; entre outros. Para isso, apresentar modelos, discutindo e acordando com os(as) estudantes as características desejáveis dos produtos é uma forma de apoiá-los e de possibilitar sua participação nos processos avaliativos.

Dentre esses produtos, o **relatório de investigação** é um exemplo de produção de texto clássico das aulas de ciências. É necessário explicitar que o relatório geralmente não expressa como a investigação de fato ocorreu temporalmente, mas apresenta um reordenamento dos procedimentos da investigação, apresentando de forma estruturada e linear um processo que incluiu suposições, questionamentos, reelaborações e erros. A linguagem objetiva dos relatórios busca eliminar as marcas de subjetividade, o que, por um lado, contribui com a compreensão mais clara e direta do conteúdo, mas por outro, pode reforçar uma imagem positivista da ciência.

Os relatórios de investigação cumprem várias funções na ciência: (i) justificar a necessidade e a relevância da investigação e de seus resultados; (ii) fornecer detalhes metodológicos suficientes para possibilitar a avaliação do processo e uma possível replicação do estudo; (iii) apresentar os dados, os resultados e as interpretações que suportam as conclusões; (iv) apresentar conclusões e discuti-las em relação as limitações e aplicações, antecipando críticas, esclarecendo dúvidas e avaliando possíveis explicações alternativas.

Ler e escrever relatórios de investigação é uma forma de conhecer aspectos da cultura científica que amplia as possibilidades de acesso à informação e de visão crítica do conhecimento que nos chega pelos diferentes meios de comunicação. Ao ampliar suas compreensões sobre as formas de comunicação na ciência e ao trabalhar com os relatórios e artigos científicos e textos de divulgação, os(as) estudantes devem desenvolver habilidades de (HODSON, 2018, p.31):

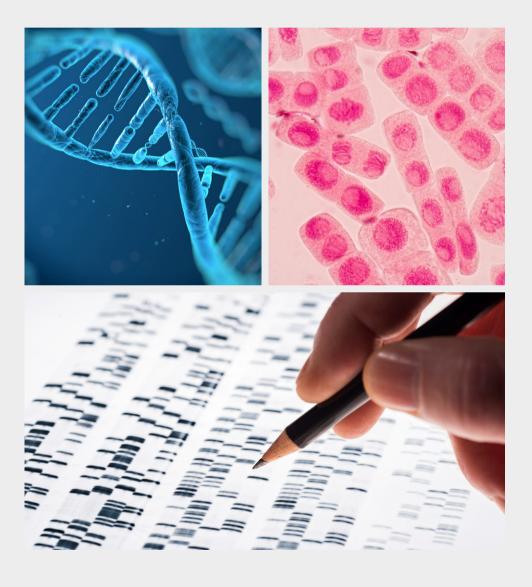
- Distinguir entre o que é uma observação, uma inferência, uma hipótese, uma conclusão ou um pressuposto;
- Distinguir a explicação das evidências que a suportam;
- Reconhecer quando o autor está enunciando uma verdade científica, manifestando suas dúvidas ou realizando uma especulação.

[...] habilidades de leitura crítica precisam ser modeladas e ensinadas cuidadosamente e de forma sistemática. Especificamente, os alunos precisam de conselhos, críticas e apoio nos seus esforços para conectar elementos de informação dentro e através de textos, avaliar a validade e a confiabilidade de toda a informação utilizada, pesar os méritos das alternativas rivais, avaliar consistência e inconsistência e procurar resolver inconsistências, recolhendo mais informações. Eles precisam conhecer a forma, a estrutura e a linguagem dos argumentos científicos, o tipo de prova invocado e como esta prova é organizada e mobilizada, as formas nas quais a teoria é usada e o trabalho de outros cientistas é citado para fortalecer o argumento. (HODSON, 2018, p.31)

A habilidade de ler e produzir imagens e modelos também faz parte da alfabetização científica, promovendo o acesso dos(as) estudantes a vários aspectos da cultura científica como a relação entre as evidências, as teorias e os modelos. Um exemplo: Como é uma molécula de DNA? A maioria das pessoas consegue ter uma imagem mental da molécula que é uma variação do modelo de dupla hélice (Figura 17a). Porém a maioria de nós talvez nunca tenha pensado sobre como chegamos a esse modelo. É possível que alguns acreditem que possamos ver ao microscópio a molécula do jeito que a Figura 17a apresenta. Entretanto isso não é possível. A imagem do DNA que temos ao microscópio óptico é em geral dos cromossomos, como na Fig. 17b ou as bandas de DNA que se formam em um processo chamado eletroforese em gel (Fig 17c). Mesmo a microscopia eletrônica não oferece a imagem da dupla hélice que estamos habituados. Entender o que são os modelos, como interpretá-los e sua importância para a ciência é parte da alfabetização científica.

Tudo isso envolve entender melhor como a ciência funciona.

Figura 17: (a) Representação da molécula de DNA; (b) Imagem de microscopia ótica de células vegetais em diferentes fases de divisão celular. As células foram coradas para evidenciar os cromossomos; (c) Imagem do gel de eletroforese no qual se observam as bandas de DNA.



Conheça a Feira das Ciências da Secretaria de Educação Municipal de Santos

Projetos de Investigação como estratégia para ensinar habilidades científicas: Feira das Ciências

"Feiras de Ciências" são recursos potentes para que os(as) estudantes desenvolvam habilidades científicas ao participarem de práticas investigativas diversas. Entendemos as Feiras de Ciências, das mais simples às mais complexas, como espaços não formais de aprendizagem, produtos de situações didáticas singulares da educação de crianças, jovens e adultos. De outra forma, é possível compreendê-las como "uma atividade técnica, cultural e científica que se destina a estabelecer a união científico-cultural entre os estudantes do ensino básico (fundamental e médio), regularmente matriculados em Unidades de Ensino Particular e Pública." (PEREIRA et al., 2000, p. 15).

Em linhas gerais, as Feiras de Ciências devem ser formadas por um conjunto amplo de atividades de investigação científica e apresentação à comunidade dos resultados produzidos pelos estudantes participantes.

Ao considerar o potencial educativo dessas Feiras e a sua ancoragem em uma concepção de aprendizagem que leva em conta a criatividade, a investigação e a busca de resposta para problemas, o coordenador pedagógico precisa ter clareza de que enfrentará vários desafios. Uma das tarefas impostas, por exemplo, é a de promover momentos formativos para que os docentes possam pensar e compartilhar planos e ideias a respeito daquilo que pretendem no trabalho com os estudantes. Desse modo, é possível fazer a escolha por projetos que fomentem práticas investigativas na escola sem necessariamente atribuir um foco prioritário às Ciências da Natureza.

Sugerimos aqui uma consideração especial para o ensino de habilidades procedimentais — como a observação, o levantamento de dados, o tratamento da informação, a análise, a produção de modelos explicativos, a resolução de problemas, a proposição de soluções criativas, etc. —, por-

tanto, propomos o rompimento com o trabalho voltado apenas para as Ciências da Natureza e centrado unicamente no desenvolvimento de conceitos. Assim, os conteúdos conceituais das práticas investigativas ficam em segundo plano no planejamento das ações, o que permite abarcar as diferentes áreas do conhecimento no encaminhamento dos projetos.

Entendemos que a caracterização e nomeação do conjunto das atividades como "Feira das Ciências" amplia a possibilidade da realização de trabalhos focados nas práticas investigativas, no ensino de procedimentos inerentes à investigação e à produção de conhecimento científico, independentemente da temática escolhida — seja ela da matemática, das ciências humanas e sociais, dos campos das linguagens ou das ciências da natureza. Para que as práticas investigativas tenham lugar de destaque nesse trabalho, ressaltamos a importância de que as Feiras se diferenciem claramente das demais atividades de exposição e apresentação coletiva que ocorrem na escola— como as mostras culturais, artísticas etc. Certamente, essas atividades também devem possuir o seu lugar de importância, mas sob a ótica de que desenvolvem habilidades outras, não previstas para a Feira das Ciências.

É partindo dessa concepção que propomos, a seguir, uma série de encaminhamentos para o **Coordenador Pedagógico** orientar o trabalho com os(as) professores(as).

Como apoiar os(as) professores(as) no planejamento de projetos investigativos e na realização de uma Feira das Ciências?

I. Proposta para ensinar professores(as) a planejar uma Feira das Ciências

Se queremos valorizar o ensino de práticas de investigação com estudantes, é indispensável a compreensão de que **a forma** escolhida para o trabalho com eles deve ser tratada como um **conteúdo de aprendizagem**. Portanto, **os procedimentos** que os alunos precisam realizar em função da produção do trabalho devem ser compreendidos como **objetos de ensino** e, por essa razão, demandam planejamento de ações para que sejam aprendidos.

De maneira alinhada a isso, e para que seja possível aprimorar o olhar sobre o planejamento das situações de ensino afinadas àquilo que se pretende, cabe propor aos(às) professores(as) um exercício de expressão de intencionalidade. Coordenadores(as) pedagógicos(as), assim, podem solicitar a docentes que registrem seus propósitos e intenções em um quadro que retrate o delineamento de objetivos, encaminhamentos e a culminância do trabalho a ser realizado com estudantes.

PLANO PARA O PROJETO DA FEIRA DAS CIÊNCIAS

| NOME: | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| TEMA: | SÉRIE/ANO: | | | | |
| Áreas envolvidas: | Espaços para registro das considerações na revisão compartilhada | | | | |
| OBJETIVO (o que quero que meu(minhas) aluno(as) saiba, faça ou apresente como atitude?) | | | | | |
| PROPOSTA (quais atividades serão propostas para alcançar cada um dos objetivos?) | | | | | |
| PRODUTO (que produto apresenta, de maneira explícita, os conhecimentos que esperava ensinar?) | | | | | |

O quadro com as proposições, que pode ser entendido como um quadro de planejamento, deve procurar se constituir como um plano alicerçado em questões orientadoras. Em consequência, sua construção e composição acaba por ter a finalidade de ser um espaço de reflexão sobre aquilo que se quer desenvolver com os alunos, garantindo a intencionalidade pedagógica.

A partir do momento em que perceba que a elaboração dos quadros de planejamento já está concluída ou próxima da conclusão, o(a) coordenador(a) pedagógico(a) pode orientar professores(as) a compartilhar com colegas os materiais produzidos, permitindo com a troca uma leitura crítica do instrumento. Esse compartilhamento é um momento muito importante por quê:

- os(as) parceiros(as), na condição de avaliadores(as), tendem a analisar correspondências entre objetivos estabelecidos, encaminhamentos escolhidos e culminância desejada pelos(as) demais professores(as), o que amplia a condição de delinear seus próprios planos para projetos dessa natureza:
- esta estratégia é também formativa, na medida que ensina ao grupo uma forma de colocar estudantes em uma situação colaborativa para construir conhecimento e desenvolver habilidades de modo intencional homologia de processos (SCHÖN, 2000).

Cabe aos coordenadores pedagógicos, nessa mediação, estimular o exercício reflexivo dos(as) professores(as). Em contrapartida, compete a estes identificar, de modo explícito em seus planos, as situações didáticas intencionais de ensino para os diferentes fazeres dos estudantes. Após a avaliação das produções realizadas pelos pares de professores(as), é importante que o(a) coordenador(a) ainda faça apontamentos finais, fornecendo orientações e colocando outras questões com o objetivo de elucidar a tarefa de planejar.

II. Caminhos para o monitoramento do processo.

A fim de que as aprendizagens sejam significativas para o grupo de estudantes, os produtos de uma Feira das Ciências devem, na concepção aqui defendida, ser elaborados em função de determinados objetivos de aprendizagem e não com a única finalidade de serem expostos. Quando falamos em projetos investigativos, o processo pode ser, e geralmente é, mais significativo que a própria culminância. De todo modo, esse último momento também tem o seu lugar de destaque, pois é a ocasião em que

estudantes podem, em uma situação real, exercitar e aprender habilidades de comunicação do conhecimento.

Considerando a natureza das etapas de produção e apresentação, é necessário que professores(as) reflitam sobre algumas questões:

- como conduzir o trabalho dos(as) estudantes de modo que aprendam habilidades científicas?
- como avaliar esse processo a partir dos produtos parciais e dos comportamentos observáveis deles(as)?
- o que considerar como expectativas de aprendizagem em relação às tarefas atribuídas aos(às) estudantes?

Nesse sentido, propomos que os(as) professores(as) e professoras reflitam e estabeleçam critérios para o acompanhamento do processo com os estudantes, tendo em vista os seguintes aspectos inerentes ao trabalho com projetos e às Feiras das Ciências: o trabalho em equipe, as questões estéticas e a oralidade.

Nessa tarefa, esperamos que os professores elenquem aprendizagens pretendidas e que deverão ser expressas por meio de comportamentos observáveis dos(as) estudantes (nas tarefas realizadas em grupo, na apresentação dos trabalhos e no momento da exposição).

Acreditando que os(as) professores(as) devem criar situações de ensino que permitam o desenvolvimento e a aprendizagem daquilo que se pretende alcançar, ressaltamos que a escolha desse encaminhamento indica o reconhecimento de algumas diretrizes para o trabalho e, ao mesmo tempo, a possibilidade de se ir além, pois a abordagem apresenta uma outra forma de construir e compartilhar com os estudantes as expectativas de avaliação que se tem com os projetos investigativos.

III. Para promover atividades mais investigativas na Feira das Ciências.

Segundo Sasseron (2012?), um projeto de ensino por investigação, como defendemos aqui com as Feiras das Ciências, considera o(a) professor(a) um(a) promotor(a) de atividades que favorecem interações dos(as) estudantes com o conhecimento. Complementarmente, entende as e os estudantes como agentes intelectualmente ativos no processo, que se engajam na investigação provocada pela situação promovida pelo(a) professor(a). Assim, o planejamento docente precisa garantir boas problematizações que envolvam os estudantes, o que passa pela elaboração de um plano de atividades que atribua contexto e que antecipe questionamentos e intervenções. Propomos a seguir um quadro que apoia a elaboração desse plano.

PLANO PARA ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

| TEMA: | SÉRIE/ANO: |
|--|------------|
| Áreas do conhecimento envolvidas: | |
| HABILIDADES | |
| QUESTÃO-PROBLEMA - Situação disparadora que engaja estudantes na resolução de um ou mais problemas. | |
| ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO - Quais encaminhamentos serão realizados? - Quais novas questões serão disparadoras das etapas, a fim de manter as e os estudantes mobilizados na tarefa investigativa? | |
| PRODUTO FINAL - Qual forma de apresentação atende à investigação realizada pelos estudantes? - Qual será a audiência para a comunicação do conhecimento construído? | |

As questões orientadoras buscam situar o(a) professor(a) na tarefa de delinear a construção com os(as) estudantes, levando em conta:

- as habilidades a serem trabalhadas identificar a tipologia de cada um dos conteúdos explícitos na sua redação. Essa clareza permite estabelecer estratégias adequadas para ensinar fatos, conceitos, procedimentos e atitudes considerando a natureza desses conhecimentos.
- **as problematizações** engajar os estudantes na investigação, atribuindo contexto e promovendo aprendizagem com significado. As boas perguntas ou situações mobilizam os estudantes a buscarem os novos conhecimentos que necessitam para a resolução dos problemas.
- as etapas da investigação propor o encaminhamento das ações com os estudantes, prevendo comportamentos, antecipando novas questões que darão continuidade à mobilização nas tarefas investigativas, bem como expressar os planos de intervenção que serão feitos na condução do trabalho.
- as possibilidades para o produto estabelecer em que medida os alunos participarão das escolhas relacionadas à apresentação dos resultados da investigação, considerando uma audiência que legitima o processo e a necessidade de comunicação.

IV. Critérios para a realização de uma Feira das Ciências que valorize o processo investigativo dos alunos.

A realização de uma Feira que valorize o processo percorrido pelos estudantes em detrimento dos produtos - que, geralmente, têm um fim neles mesmos - dependerá dos critérios adotados por professores(as) e pela equipe gestora para avaliar os trabalhos e o evento. A fim de estabelecer uma cultura baseada nesses pressupostos, é importante que as expectativas com o trabalho dos estudantes sejam compartilhadas e discutidas com eles e, sobretudo, que sejam utilizadas como parâmetro essencial na avaliação da Feira das Ciências.

Nesse sentido, trazemos algumas indagações que funcionam também como diretrizes dessa tarefa:

- As exposições valorizam atividades realizadas com e pelos estudantes, apresentadas por eles, por diferentes formas comunicativas, com apoio visual de cartazes, modelos, imagens etc.?
- As apresentações valorizam o processo e o percurso dos estudantes ou somente o produto elaborado? O material apresentado foi feito para ensinar/aprender ou feito para somente ser mostrado?
- A preparação do espaço de apresentação contou com a preocupação sobre o uso consciente de materiais, evitando-se excessos e enfeites que não são produtos diretos do trabalho?
- As apresentações orais dos estudantes estão adequadas para a situação formal e comunicativa prevista? Os estudantes foram preparados para o momento?
- O trabalho denota a divisão de tarefas entre os estudantes envolvidos?

Essas questões têm dupla importância: a primeira, de mobilizar a reflexão de professores(as) sobre aquilo a que de fato se atribui valor no processo de avaliação da aprendizagem e, a segunda, de comunicar aos estudantes aquilo que se espera como postura em relação às tarefas do projeto.

Cabe salientar que os projetos de investigação, alicerces das Feiras das Ciências, na concepção aqui defendida, podem promover habilidades indispensáveis para a formação integral dos estudantes, pois autorizam a escuta legítima, promovem a experimentação, a criação e a inovação. Além disso, têm o potencial de integrar os estudantes de diferentes faixas etárias, possibilitando a maior circulação do conhecimento produzido na escola e a diversificação das aprendizagens dos alunos participantes.

Referências

PEREIRA, Antônio Batista; OAIGEN, Edson Roberto; HENNIG, Georg J. **Feiras de Ciências**. Canoas: Ulbra, 2000.

SASSERON, Lúcia Helena. **O ensino por Investigação:** pressupostos e práticas. São Paulo, [2012?]. (Apostila de Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Módulo 7. Capítulo 12. p. 116-124). Disponível em: midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

SCHÖN, Donald. **Educando o profissional reflexivo:** um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2000.

Recursos sobre Ensino de Ciências por Investigação

Livros

O Ensino de Ciências por Investigação: condições de implementação em sala de aula. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo: Cengage Learning. 2013.

Artigos

Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola, por Lúcia Helena Sasseron, **Revista Ensaio**, v.17 n.especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <dx.doi. org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acessado em: 16 de abril de 2020.

Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular, por Lúcia Helena Sasseron, **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 18(3), p. 1061-1085. Disponível em: <doi. org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>. Acessado em: 16 de abril de 2020.

Vídeo-aula

aula da licenciatura da UNIVESP, Professora Daniela Scarpa da USP. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=kM6WgTzkN1A&list=PLqU9HYx_S6cynU-V4kxsVTprPXKUzNIQF7>. Acessado em: 16 de abril de 2020.

Aula do Professor Fábio Moura do IFPA. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=XX8dVwyNcQI&list=PL-qU9HYx_S6cynUV4kxsVTprPXKUzNIQF7&index=8>. Acessado em: 16 de abril de 2020.

Outros

Conheça as pesquisas do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LaPEF). Disponível em: <lapefisica. wordpress.com/2015/09/11/pesquisadora-inicia-pos-doutorado-no-penn-state-university-e-e-u-u>. Acessado em: 16 de abril de 2020.

O Canal do Youtube do LaPEF apresenta vídeos de práticas investigativas: Disponível em: <www.youtube.com/channel/UCVWukRfa8glZDqh8OnGes6Q>. Acessado em 16 de abril de 2020.

CADERNO 5

A história da ciência na sala de aula: estudos de casos históricos

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Incluir as narrativas da história da ciência de forma investigativa na sala de aula pode ser uma estratégia potente para desenvolver a compreensão de aspectos das práticas científicas e da natureza do conhecimento científico. A proposta é usar as trajetórias históricas para guiar estudantes em atividades investigativas e de resolução de problemas por meio de questionamentos que conduzam suas reflexões e raciocínios. Sempre com uma abordagem de aprendizagem centrada no estudante e na construção colaborativa do conhecimento, o uso de casos reais, do passado ou do presente, promove uma aproximação a um retrato mais fiel de como o conhecimento científico realmente se desenvolve.

A partir da história das pesquisas sobre varíola, podemos, por exemplo, solicitar que estudantes avaliem o quão bem as evidências disponíveis suportam um método para prevenir a doença e se ele pode ser considerado "comprovado", a fim de discutir questões de credibilidade, assim como a natureza e as limitações das evidências. Ou, em um olhar contemporâneo, podemos convidá-los a buscar financiamento para desenvolver uma pesquisa em Ciências Naturais, identificando a biodiversidade de uma região, com o intuito de discutir o papel das instituições e os processos de financiamento na ciência.

Douglas Allchin, especialista em ensino de ciências por meio de casos históricos, salienta a importância de adotarmos esta abordagem considerando a "ciência em construção" num dado contexto histórico, em contraste com a "ciência pronta e acabada". Ou seja, partindo de casos investigativos do passado ou do presente, posicionamos o estudante no contexto histórico, apresentando-lhes problemas com os quais os cientistas se depararam. Ao serem confrontados com questionamentos e refletirem sobre os resultados do caso investigado os e as estudantes podem ampliar e aprofundar sua compreensão sobre desenhos experimentais, experimentos críticos, revisão de teorias, influência do contexto sociocultural no desenvolvimento da ciência, barreiras cognitivas à mudança conceitual, debates científicos, entre outros aspectos.

O trabalho por meio de casos históricos investigativos possibilita que estudantes desenvolvam competências que lhes permitam avaliar afirmações e evidências de questões científicas contemporâneas da ciência em construção, como a conexão entre mudanças climáticas desmatamento e seca, ou de situações do cotidiano, como a eficácia das garrafadas para curar certas doenças e a segurança das vacinas. Algumas estratégias utilizadas incluem a imersão dos estudantes no contexto, com questões abertas e dramatização de papéis (role-play).

Um exemplo é o Caso dos Trabalhadores da Estrada de Ferro, uma sequência de ensino produzida por Azevedo e Corso (2017), que trata da descoberta da doença de chagas. Os(As) estudantes são imersos(as) em uma narrativa que apresenta o contexto sociocultural da época, com a política desenvolvimentista, as péssimas condições de trabalho e o esforço das autoridades em diminuir as mortes por malária. A motivação dos estudantes ocorre por meio do envolvimento com o desafio relacionado à saúde dos trabalhadores e a sensibilização pelos aspectos humanitários da questão. As narrativas de caráter mais biográfico podem também promover a humanização dos e das cientistas, buscando quebrar estereótipos. Os alunos e alunas se motivam a participar de uma história que tem problemas reais.

Ao planejar as atividades a partir da narrativa histórica, além de conhecer o contexto de forma aprofundada, nós, professores(as), precisamos decidir quais perspectivas serão abordadas, de forma que elas desenvolvam os aspectos epistêmicos da ciência, ou seja, como ela funciona ou como às vezes não funciona! Como avaliar as evidências? O que torna estas evidências e as conclusões sobre elas confiáveis? As narrativas são oportunidades de problematizar a natureza do trabalho científico.

As investigações abertas, por seu caráter indeterminado, podem ser acompanhadas de uma sensação de insegurança e incerteza que adicionam uma dimensão emocional, tanto para os docentes quanto para os estudantes, que precisa ser gerenciada. O trabalho em grupo também traz desafios emocionais e inter-relacionais que devem ser considerados, eventualmente discutidos de forma explícita, assim como o erro, de forma a minimizar a ideia de igualá-lo a fracasso, o que minaria a autoconfiança.

As narrativas têm grande apelo afetivo e conectam as ações às circunstâncias contextuais, aos eventos anteriores e subsequentes. A narrativa histórica pode ser quebrada em episódios que coloquem questões-problemas para os estudantes refletirem. A narrativa serve como uma estrutura que oferece suporte à investigação orientada para os aspectos de natureza da ciência. A ideia é que os estudantes estejam motivados mais pela própria forma criativa de resolver os problemas do que saber o final dela.

Sobre as vantagens das narrativas históricas Allchin (2017, p. 115, tradução nossa) salienta que "a história fornece investigações, evidências e raciocínios que ajudaram a resolver debates e levaram cientistas do passado a escolher entre interpretações conceituais alternativas. As críticas são respondidas. Exceções são esclarecidas". Além disso, o autor destaca a possibilidade de trazer os dados históricos como forma de contornar as dificuldades da investigação em sala de aula, como a necessidade de instrumentos específicos e caros ou estudos a longo prazo, além do nível de conhecimento profissional específico necessário para se chegar a certos resultados (como identificação de organismos ou modelos estatísticos por exemplo) que os estudantes não possuem.

Algumas recomendações didáticas:

Quadro 7: Características do modelo de investigação com narrativas históricas

- motivar a investigação através de contextos históricos culturais e biográficos;
- problematizar características da natureza da ciência por meio de desafios e perguntas;
- **3.** fomentar a investigação e a incerteza da ciência em construção por meio de uma perspectiva histórica;
- estruturar a investigação passo a passo para seguir uma linha histórica de perguntas, que se vinculam por meio da narrativa quebrada em episódios;
- 5. resolver a investigação científica e a narrativa histórica em conjunto;

- **6.** consolidar as lições da Natureza da Ciência por meio de uma reflexão final e **explícita**;
- 7. usar o formato narrativo para fornecer uma explicação histórica sobre a natureza do conhecimento científico.

Fonte: Allchin (2017, p. 119, tradução nossa).

Alguns cuidados a serem tomados por nós, professores(as), no desenvolvimento de narrativas históricas na sala de aula: (i) evitar fornecer a resposta final prematuramente, (ii) evitar oferecer pistas enviesadas para certos resultados ou teorias, (iii) evitar preconceito anacrônico, ou seja, atribuir traços de personalidade aos cientistas com base em sucessos ou fracassos posteriores, pois é importante respeitar a perspectiva histórica (ALLCHIN, 2017). É preciso possibilitar que os estudantes se sintam independentes e responsáveis por desenvolver seus raciocínios.

Há uma publicação do Instituto Butantan que apresenta três narrativas históricas de casos da ciência brasileira para serem usadas na sala de aula, aplicando a metodologia desenvolvida pelo Prof. Douglas Allchin. Os casos e as orientações didáticas para desenvolvê-los, assim como imagens e slides com as problematizações de natureza da ciência, podem ser acessados na íntegra em seu site²².

São eles:

- "A doença dos trabalhadores da estrada de ferro": uma narrativa histórica e suas potencialidades para explorar aspectos de natureza da ciência;
- O estudo do caso histórico de Vital Brazil em sala de aula: uma ferramenta para investigar a visão dos alunos sobre os desafios enfrentados durante uma pesquisa cientifica;
- A genética no Brasil entre 1934 e 1956: um estudo de caso histórico para o ensino de natureza da ciência;

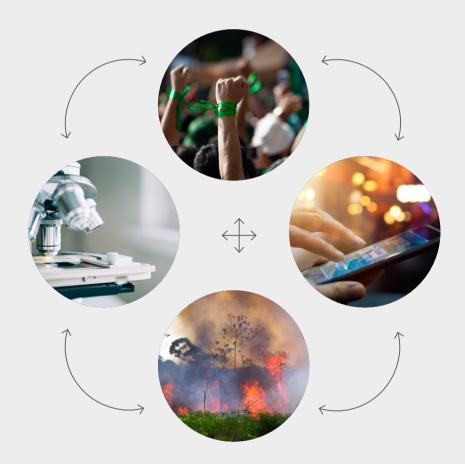
CADERNO 5

As Questões Sociocientíficas e as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Estudar as questões sociocientíficas (QSC) que perpassam nosso tempo é outra abordagem que integra a alfabetização científica, na promoção de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, para lidar com questões do cotidiano que têm uma dimensão de ciência ou tecnologia. As QSC podem ser estratégias integradoras do currículo e orientar o trabalho interdisciplinar. O primeiro desafio passa pela seleção das QSCs.

Figura 18: Representação das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.



A seleção da QSC deve envolver uma combinação de fatores: (i) o interesse do estudante; (ii) a importância para a sociedade; (iii) a ciência e tecnologia de ponta ou a controvérsia viva e pública; (iv) a presença ou falta de materiais curriculares e informação disponível. É interessante que ao longo do currículo as questões escolhidas possam representar um equilíbrio entre esses fatores e a importância local, regional/nacional e global (HODSON, 2018).

Tanto os casos históricos como os contemporâneos e as QSCs são oportunidades de reconhecer as dimensões sociais e políticas da ciência e explorar as relações do desenvolvimento da dela e da tecnologia com o desenvolvimento social e o impacto no ambiente (Figura 18).

O livro "Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas" de Conrado e Nunes-Neto (2018) além de explorar os fundamentos teóricos do trabalho com QSC, apresenta algumas propostas de ensino que envolvem narrativas fictícias para contextualizar o tema e questões para explorar aspectos das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Dentre os temas abordados estão: aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos; declínio das abelhas e produção de alimentos; problemas relacionados à pesca da lagosta; poluição hídrica; doença de chagas e suas diversas causas; tipos de próteses; medicalização da vida e análise do comportamento; universalização de energia elétrica e transgênicos.

CADERNO 5

Investigando o território: estudo do meio e visitas a museus, centros de ciências e outras instituições

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Reflexão para gestores(as) e professores(as): que instituições há no território que podem apoiar os processos educativos escolares?

Os museus de ciências, como espaços de socialização do conhecimento e da cultura, ganham relevância na educação científica dos cidadãos, atuando como parceiros das escolas no desafio de construir espaços de informação e formação de cidadãos que consigam aprender, se apropriar, refletir, questionar e usar o conhecimento científico produzido pela sociedade (CAMPOS; MINGUES, 2015).

Podemos começar a responder essa pergunta pelas **institui ções de ensino não formal em Ciências Naturais**, como centros de ciências, museus de história natural, zoológicos, aquários, jardins botânicos, planetários, institutos de pesquisa e universidades a partir de seus museus e projetos de extensão (Figura 19).

Figura 19: (a) Museu do Amanhã no Rio de Janeiro, RJ; (b) Museu Field de História Natural, em Chicago, EUA.





Entender o potencial educativo das exposições dos museus e centros de ciências implica em perceber sua especificidade no que diz respeito ao lugar, ao tempo, aos objetos e à linguagem, elementos que assumem características particulares nestes locais (MARANDINO, 2005). A aprendizagem ganha contornos singulares.

Conhecer as instituições e o que elas têm a oferecer é fundamental!

- A instituição disponibiliza materiais para empréstimo aos(às) professores(as) que podem ser levados para as escolas?
- Há atividades de formação de professores(as)?
- Há visitas guiadas para turmas de estudantes?
- Há roteiros de visita ou materiais educativos que podem ser usados no planejamento de visitas escolares?
- Há informações sobre a instituição e seu acervo em site da internet que possam ser exploradas pelos(as) estudantes?

Em muitos casos, os museus, além de preservarem acervos de interesse social, também fazem pesquisa! Investigue quem são os(as) cientistas e profissionais que trabalham nestas instituições.

Caso não haja instituições desse tipo no seu município, investigue outras entidades públicas que possam ser parceiras da escola. Os centros de saúde, indústrias, estação de água e esgoto e outros órgãos públicos podem contribuir com o ensino, recebendo visitas ou oferecendo materiais e conversas com profissionais, incluindo pesquisadores.

Bons roteiros de visita a museus e centros de ciências

Produzir roteiros de visita é uma das estratégias que possibilita aproximar as expectativas e os objetivos educacionais da escola às especificidades dos museus. Muitos museus têm setores educativos, que produzem e disponibilizam materiais para nos ajudar nessa tarefa.

Podemos pensar em três momentos da saída pedagógica (MARANDI-NO, 2008): Como preparar e motivar os estudantes para a visita (antes); o que fazer no dia (durante); e como compartilhar e sistematizar as observações, informações coletadas e conhecimentos resultantes nas aulas após a visita, realizando também a avaliação conjunta dos aspectos positivos e falhos e verificando se os objetivos foram alcançados (depois).

Antes de iniciar a elaboração do roteiro, é necessário que o educador tenha claro os objetivos de aprendizagem a serem alcançados. Algumas questões para reflexão:

- Como promover o interesse e a valorização do conhecimento?
- Como explorar a relação da instituição visitada com a produção ou comunicação do conhecimento?
- Quais objetos ou fenômenos são imprescindíveis para observação e interação?
- Como estabelecer as relações entre o acervo e o conteúdo de ciências?
- Quais tipos de relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente podem ser construídos?

Conhecer e se apropriar do potencial educativo do espaço a ser visitado é fundamental.

Um bom roteiro de atividades para os estudantes deve contemplar as seguintes características (CAMPOS; MINGUES, 2015):

1. Atividades que privilegiem a observação e a interação com os objetos.

Possibilidades:

- descrever os objetos e os fenômenos observados;
- encontrar características observáveis relacionadas a determinado conceito ou que sirvam de evidência de uma dada afirmação, justificando;
- tentar justificar porque determinados objetos encontram-se no mesmo espaço, desvendando um conceito que serviu como base de organização da exposição;
- comparar objetos/fenômenos da exposição (semelhanças e diferenças);
- explorar as diferentes modalidades sensoriais: tocar, ouvir, testar, observar, experimentar de um e outro ângulo ou de outra forma; imaginar "como seria se...".

2. Atividades que valorizem a interação social e a troca de informações.

Possibilidades:

- promover momentos de socialização em pequenos grupos;
- organizar os alunos para que realizem a visita em duplas ou trios, com tarefas diferentes a serem compartilhadas;
- propor que os visitantes em duplas procurem evidências ou objetos relacionados a diferentes conceitos e justifiquem para o colega as relações estabelecidas;
- propor que o estudante-visitante, após ouvir o colega, se posicione em relação à concordância ou à discordância, argumentando e solicitando esclarecimentos sempre que necessário.

3. Momentos de contemplação livre e de maior ludicidade.

Possibilidades:

- observar livremente por tempo determinado;
- escolher o que mais chama a atenção para observar/interagir;
- fazer perguntas livremente e anotar aspectos interessantes da vivência com os objetos ou fenômenos da exposição.

Ao planejar as atividades considerando os elementos citados, o(a) professor(a) também deve:

- considerar a variação no nível de liberdade de escolha dos visitantes (autonomia);
- explorar diferentes formatos de resposta verbal escrito, verbal oral,
 não verbal:
- acessar diferentes habilidades cognitivas, ajustando nível de dificuldade. Exemplos: observar, nomear, descrever, relacionar a conceitos, comparar, levantar hipóteses, encontrar evidências, explicar, argumentar;
- estabelecer conexões com atividades posteriores à visita, explicitando, desse modo, a importância de determinados registros ao longo da visita sem, contudo, deixar que estes acabem por ser excessivos e atrapalhem o momento único da visita, referente ao contato com o objeto e as conversas geradas a partir daí.

Deve-se, assim: estimular os(as) estudantes, à observação autêntica e à formulação de suas próprias perguntas; evitar direcionar demais a visita, para que o(a) visitante não perca a perspectiva mais ampla da exposição; não sobrecarregar estudantes com roteiros densos; equilibrar a quantidade de atividades, para que eles e elas realmente vivenciem a exposição e não apenas "cumpram" as tarefas.

Esperamos que essas orientações possam contribuir na construção de roteiros instigantes e que propiciem um momento de visita agradável e potente, para que os(as) estudantes se aproximem, valorizem e compreendam ainda mais a ciência e a tecnologia, ao mesmo tempo que entendam suas possibilidades e seus limites para atuação na sociedade.

O ambiente como objeto de investigação

Figura 20: (a) Estudantes em estudo do meio; (b) Estudantes realizando atividade em sala com vegetais.





O **estudo do meio**, também denominado **atividade de campo**, é uma abordagem pedagógica que promove a investigação do território para o desenvolvimento de um olhar crítico e reflexivo sobre o contexto social em que nos inserimos. A visita aos espaços, a observação e a interação com sujeitos da comunidade proporcionam experiências riquíssimas de aprendizagem, colaboração, empatia e construção de saberes conectados à realidade.

É uma oportunidade de trabalho interdisciplinar, de integrar diferentes áreas do conhecimento a partir da contribuição teórica de cada disciplina, auxiliando na compreensão e na atribuição de sentidos sobre uma determinada problemática em contexto.

Diferente de um passeio ou uma visita para observar o que já se sabe, o estudo do meio deve ser um momento de investigação cuidadosa, preparado a partir de exploração e leituras prévias, com levantamento de questões e motivação de uma atitude investigativa durante toda a atividade.

O meio a ser estudado pode ser o jardim da escola, o bairro, uma praça, um parque ecológico, um lugar da cidade ou do campo, o município ou uma instituição. A imersão orientada na complexidade desses territórios estimula o olhar indagador do estudante que se desenvolve em uma curiosidade epistemológica sobre o mundo.

Certamente apreenderão elementos diferenciais daquela localidade, elaborarão questões a partir de observações e registros. Eles saberão fazê-lo a partir de entrevistas e relatos, mediante o cotejo das falas de pessoas de diferentes grupos culturais, idades, classes sociais, profissões, cidadãos com visões de mundo específicas e produzirão conhecimentos que não estão presentes nos livros didáticos. (FERNANDES, 2013, p. 128)

Ao problematizar a relação do ser humano com seu ambiente, o estudo do meio também propicia trabalhar a **educação ambiental** como um tema integrador. A relação que as pessoas estabelecem com o consumo; a extração e uso de recursos naturais; as relações e condições de trabalho; a geração de resíduos e suas possibilidades de redução, reutilização e transformação; as condições de moradia; as relações com os ambientes naturais e serviços ecossistêmicos; e segurança nutricional são alguns dos temas que podem ser problematizados no estudo do meio.

Planejar qualquer saída pedagógica demanda pensar nos momentos antes, durante e depois.

Antes da saída alguns cuidados com questões organizacionais fazem toda a diferença:

- definir os objetivos, custos e riscos envolvidos;
- planejar o percurso ou deslocamento, considerando o tempo, o custo e a segurança;
- pensar as necessidades básicas: o local dispõe de água, comida, banheiros? A escola fornecerá merenda?

- ter as autorizações e o contato dos responsáveis, bem como conhecer as necessidades especiais dos estudantes como medicações ou alergias;
- prevenir-se em caso de condições climáticas adversas;
- elaborar e discutir o roteiro;
- compartilhar com os(as) estudantes e responsáveis o máximo de informações para diminuir a ansiedade de ambos os lados;
- no caso de a visita contar com monitores locais, avaliar a possibilidade de discutir o roteiro e as ênfases desejadas da visita.

Para o estudo do meio acontecer com qualidade é fundamental que seja um trabalho coletivo da equipe escolar!

Conheça a experiência de Estudo do Meio da Secretaria de Educação Municipal de Santos

Planejando o Estudo do Meio

Estudar o meio significa apreender o espaço em suas múltiplas dimensões: sua historicidade, as relações com o meio ambiente, as problemáticas vividas por determinada população e, ainda, estabelecer conexões entre os fatos verificados e o cotidiano do aluno, permitindo, a partir de uma abordagem investigativa, que o meio ambiente histórico e natural da paisagem sejam tomados como objeto de estudo das Ciências da Natureza e de outras áreas

O trabalho de preparação dos(as) alunos(as) para o estudo do meio.

Compreendemos aqui que um trabalho de estudo do meio começa bem antes do dia da saída e, por essa razão, os alunos precisam ser preparados para o trabalho que farão em campo. Para fazer a escolha daquilo que será abordado previamente, é necessário que o(a) professor(a) faça a seguinte reflexão: o que é possível aprender somente *in loco*, ou seja, no campo? A partir desta questão é possível elencar tudo aquilo que é importante saber para que o dia da visita seja aproveitado em todo o seu potencial e, também, para evitar que se corra o risco de realizarmos uma

aula "tradicional" no meio, desconsiderando que somente a sala de aula já atenderia a essa perspectiva de trabalho.

Assim, se o que queremos é que os estudantes aprendam sobre o meio e no meio, vale ressaltar que eles precisam se preparar antecipadamente para algumas tarefas. Essa preparação passa por terem clareza a respeito de algumas informações:

- por que estudarão e visitarão o local (ambiente)? (informações para contextualizar o estudo);
- onde fica? (localização geográfica);
- que características marcantes possuem o espaço (ambiente), os materiais, os recursos, as pessoas e/ou demais seres vivos que lá vivem?
- o que poderemos conhecer e saber somente com o estudo no meio?

Quanto mais os alunos participarem do planejamento daquilo que se investigará no meio, possivelmente, maior autonomia de trabalho poderemos esperar deles. Para isso, sugerimos que o roteiro de campo, com as questões e com o plano do que se pretende observar, seja pensado e elaborado com e pelos alunos. A identificação com o roteiro de trabalho torna mais legítimo o estudo do meio para eles e permite que observem novas características não planejadas pelo(a) professor(a); ou seja, que "vejam com os próprios olhos". Desse modo, sugerimos que os roteiros para estudo do meio sejam norteadores do trabalho, mas flexíveis a ponto de não serem uma lista de tarefas determinadas pelo(a) professor(a) que impossibilite os alunos de fazerem interpretações a partir daquilo que os chama atenção no ambiente.

Acreditamos também que essa perspectiva de encaminhamento colabora para a compreensão dos diferentes aspectos que compõem o território, pois a escolha pela abordagem no trabalho pode favorecer, em maior ou menor medida, a compreensão da totalidade do meio ambiente. Obviamente que teremos que realizar uma socialização adequada no trabalho posterior à visita, para que os diferentes estudos sejam compartilhados e sistematizados com os alunos.

O dia do estudo do meio in loco.

Quando as etapas anteriores forem bem trabalhadas, poderemos esperar que os alunos estejam preparados para realizar muitas ações com certa autonomia neste dia - considerando a faixa etária e o desenvolvimento de cada um deles. Se é esperado que eles entrevistem pessoas, por exemplo, será importante conversar com eles sobre uma cuidadosa abordagem dos habitantes da região. Ou, se está planejado que fotografem, observem e façam registros, também é necessário antecipar com eles como esses procedimentos devem ser feitos com qualidade e adequação esperados. Para isso, cabe a nós apresentar bons modelos e simular essas situações antecipadamente, pois, por se tratar de procedimentos, os alunos somente poderão aprendê-los durante a sua execução — e não com uma fala explícita do(a) professor(a).

Para esse momento da visita ao ambiente de estudo, cabem também algumas reflexões sobre expectativas muito presentes (e equivocadas) nas propostas de estudo do meio. Aqui vão elas:

Os alunos podem errar quando respondem alguma questão do monitor no estudo do meio?

Os estudos do meio são situações de aprendizagem em que alunos estão à procura de respostas para as questões levantadas previamente, ou seja, pensadas no trabalho anterior à saída. Defendemos que eles não sejam atividades voltadas para a certificação do que os alunos já sabem, mas, oportunidades de construir conceitos e transformar informações em conhecimento, levando em consideração que o erro faz parte do processo e que perguntar é mais importante que saber responder.

O "quanto" os alunos devem saber sobre o local que irão fazer o estudo do meio?

No planejamento prévio, os alunos irão entrar em contato com o objeto de estudo, conhecendo algumas informações sobre o local, a realidade social e os grupos sociais que compõem a comunidade. Essas etapas, por exemplo, são fundamentais para discernir o que pesquisar, pois é necessário saber o suficiente para compreender o local — as indagações mais elaboradas somente serão possíveis quando os alunos tiverem informações gerais

do ambiente. Os dados adquiridos são apenas uma base, pois o trabalho feito em sala de aula suprirá apenas o que não pôde ser feito no local.

O estudo do meio precisa ter um roteiro de perguntas e tarefas definidas para os alunos?

Não necessariamente precisa haver um roteiro fechado, mas é importante saber o que perguntar: que temas serão abordados, possíveis informantes, grupos previamente organizados e modos de registro são essenciais. Importante é realizar o roteiro com a participação dos alunos.

Qual o papel do(a) professor(a) no estudo do meio?

Cabe ao(à) professor(a) mediar a atividade, as hipóteses levantadas, o modo de registro, além de organizar os grupos, levantar temáticas, propor modos de intervenção junto à comunidade. É fundamental ensinar a organizar o pensamento e sistematizar o conhecimento, focando o olhar e garantindo possibilidades de perspectivas diferentes. Nesse dia, cabe mais a ele lembrar os alunos sobre aquilo que planejaram fazer e apoiar a execução dos procedimentos de investigação, aproveitando a situação real para ensiná-los.

O trabalho de sistematização com os alunos após o estudo do meio.

Cabe ressaltar que a simples visitação de um espaço não ensina, por si só, todos os conteúdos que os alunos precisam aprender na escola, sendo necessário para isso seguidas intervenções e mediações do(a) professor(a). O momento posterior à saída é essencial para que eles compartilhem impressões e socializem as diferentes aprendizagens que fizeram, principalmente, quando estiverem responsáveis pelo estudo de diferentes aspectos do ambiente. É nesse momento que o(a) professor(a) deve sistematizar o conhecimento a partir daquilo que os(a) alunos(a) pensam e apresentam sobre o meio. Escutar os alunos é primordial para elaborar registros e conclusões mais coletivas. Por exemplo, fotos são essenciais para recuperar a memória e suscitar novos problemas a partir das perguntas feitas.

Uma forma de realizar essa etapa é definir com eles maneiras eficientes para comunicar aos colegas, e a quem quer que se queira, os conhecimentos que obtiveram com todo o estudo do meio. Eles podem fazer apresentações específicas sobre o tema que investigaram, produzir algum material informativo, montar uma exposição etc. O mais importante é que tenham a oportunidade de retomar as informações pesquisadas, discutir e reconhecer juntamente com todos os demais alunos a totalidade do ambiente de estudo.

Sendo assim, o estudo do meio considera o território como espaço de aprendizagem por meio do qual podemos explorar seus diferentes potenciais educativos, construindo sentidos nas vivências, práticas e relações que vão se estabelecendo. Para desenvolver esse olhar pelos(as) professores(as), sugerimos que os(as) coordenadores(as) pedagógicos(as) promovam momentos de vivência dessas etapas. É possível, por exemplo, planejar com eles um estudo do meio no entorno da escola, com todos participando ativamente do trabalho prévio, da saída pelas redondezas da escola e da sistematização posterior. Essa pode ser uma estratégia formativa para a equipe que favorece duplamente os(as) professores(as) na medida em que refletem sobre como atuar com os(as) alunos(as), e sobre o território para que possam problematizar o entorno e a vida cotidiana da comunidade e de seus(suas) estudantes.

A constituição de uma horta escolar pode ser um lugar de investigação ou um produto de um estudo do meio, podendo estar conectada à comunidade.

Recursos para visitas

Conheça a Associação de Brasileira de centros e museus de ciências. Disponível em: www.abcmc.org.br/publique1/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Conheça o guia de Centros e museus de ciência do Brasil, última edição de 2015. Disponível em: <www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/guia/Files/guiacentrosciencia2015.pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

A wikipedia apresenta uma lista de museus de ciências do Brasil. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Categoria:Museus_de_ci%-C3%AAncia_do_Brasil>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

A plataforma Arts and Culture da Google agrupa conteúdo de arte e cultura, incluindo visita a coleções de museus de diversos lugares do mundo. Disponível em: <artsandculture.google.com/explore>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

O Instituto Smithsonian. Disponível em <naturalhistory.si.edu/visit/virtual-tour>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Exploratorium é um centro de experimentação de ciência, arte e percepção humana. Alguns de seus objetos e experimentos podem ser inspiradores de trabalhos com os estudantes. Disponível em: <www.exploratorium.edu/exhibits>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

A obra "Espaços Potencialmente Educativos do Espírito Santo:guia prático com sequências didáticas interdisciplinares" organizado por Manuella Villar Amado e Luciléia Gilles, publicada em Vitória, ES, pela Edifes, em 2019, traz reflexões e experiências sobre diversos espaços de educação não-formal do ES, que podem inspirar educadores de outras regiões. Disponível em:www.educapes.capes.gov.br/handle/capes/434103>.

Sobre hortas na escola: Manual para HORTAS na escola: Ministério da saúde. Disponível em :bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/horta.pdf>. Acessado em 22 de abril de 2020.

A Horta Como Espaço De Investigação no Ensino Fundamental I. Disponível em: <www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uplo-ads/2017/03/0.pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Sustentabilidades, Gestão Pública e Hortas Escolares: perspectivas diante da crise socioambiental. Disponível em: <www.grupohortasbiousp.wixsite.com/hortas/publicacao>. Acesso em: 03 de jul. de 2020.

CADERNO 5

12 A diversidade nas ciências

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS

Reflexão para professores(as) e estudantes:

Feche os olhos por um momento e imagine uma pessoa fazendo ciência. O que esta pessoa está fazendo? Como esta pessoa é? Você se lembra de alguém que exerce ou exerceu a profissão de cientista?

A imagem que a maioria das pessoas — incluindo estudantes e professores(as) — tem sobre cientistas é a de um homem branco vestindo um jaleco, trabalhando em um laboratório, talvez alguém excêntrico, dotado de uma genialidade acima da média, antissocial e que trabalha de forma solitária. É natural que as pessoas se lembrem do físico alemão Albert Einstein (Figura 21a) e da sua foto mostrando a língua, que, mais do que um momento de descontração, reforça a imagem de cientista "gênio" e "maluco", mas poucas pessoas imaginariam uma cientista mulher como a física franco-polonesa Marie Curie (Figura 21b), que desenvolveu pesquisas sobre radioatividade, foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel e a única pessoa a recebê-lo duas vezes. Também seria incomum vir à mente um cientista negro como o astrofísico e grande divulgador da ciência Neil de Grasse Tyson (Figura 21c). Menos provável ainda seria associar a imagem de cientista a uma jovem brasileira como Patrícia Muniz de Medeiros (Figura 21d), cientista etnobotânica brasileira que pesquisa e relação dos seres humanos com as plantas, incluindo o uso de plantas alimentícias não convencionais (PANCs). Patrícia foi a ganhadora do Prêmio L'Oréal-UNESCO para mulheres cientistas na etapa nacional em 2019 sendo a brasileira selecionada como International Rising Talents 2020 (Talento Internacional em Ascensão 2020, tradução livre)23.

Figura 21 – Pesquisadores e pesquisadoras: (a) Albert Einstein (1879-1955)²⁴; (b) Marie Curie (1867-1934)²⁵; (c) Neil deGrasse Tyson²⁶; (d) Patrícia Muniz de Medeiros, cientista etnobotânica brasileira²⁷.



Os estereótipos são ideias, imagens e representações compartilhadas por um grupo sobre algo ou alguém, de forma generalizada e sem conhecimento profundo. Sendo a imagem "espontânea" que um conjunto de pessoas expressa, relaciona-se às referências que circulam de forma ampla na sociedade. Os esatereótipos influenciam o comportamento das pessoas e, como ideias pré-concebidas, compõem os preconceitos sociais. O estereótipo do que é ser cientista pode influenciar de forma positiva ou negativa a maneira pela qual os indivíduos se conectam à ciência a partir da sua identidade.

²⁴ Fotógrafo: Orren Jack Turner. Esta imagem está disponível na Divisão de Gravuras e Fotografias da Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos com o número de identificação digital cph.3b46036 www.loc.gov/pictures/item/2004671908>.

²⁵ Autor: Henri Manuel, cerca de 1920.

²⁶ Fotografia de: NASA/Bill Ingalls, 2009.

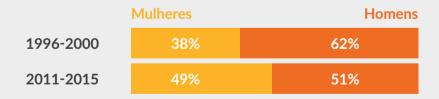
²⁷ Cedida pela autora, Patrícia Muniz de Medeiros.

A maneira que meninos e meninas se conectam à ciência é diferente?

No mundo, as mulheres representam apenas 35% de todos os(as) estudantes matriculados no campo da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (que é conhecido pela sigla em inglês STEM²⁸) (UNESCO, 2018). No Brasil, o número de pesquisadoras mulheres teve um aumento notável (Figura 22), mas, apesar de as mulheres representarem 49% da produção científica nacional, quando analisamos essa participação por área, nota-se uma maior concentração de mulheres na área da saúde do que nas áreas de exatas. Como exemplo, as mulheres totalizam 73% dos pesquisadores em enfermagem e apenas 29% em engenharia (ELSEVIER, 2017).

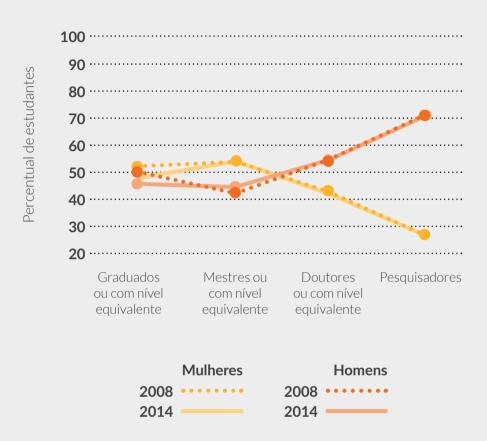
No cenário mundial, conforme avançamos na carreira acadêmica aos níveis mais altos da profissão, a disparidade de gênero aumenta (Figura 23), sendo que no Brasil, no maior posto dentro da carreira — pesquisador sênior —, apenas uma em cada quatro pessoas é mulher. Esses dados apontam os desafios das mulheres para tornar-se um profissional ligado à ciência, que resultam de fatores históricos e culturais, tais como o tardio acesso da mulher à escolarização e os estereótipos de gênero que marcam nossa sociedade.

Figura 22: Proporção e número de pesquisadoras mulheres (em amarelo) e pesquisadores homens (em laranja) para cada período, 1996 - 2000 e 2011 - 2015 no Brasil.



Fonte: Adaptado de Elsevier (2017, p.18).

Figura 23: Proporção de mulheres e homens na educação superior e pesquisa, média mundial.



A disparidade de gênero se amplia significativamente entre os pesquisadores científicos. 226 países.

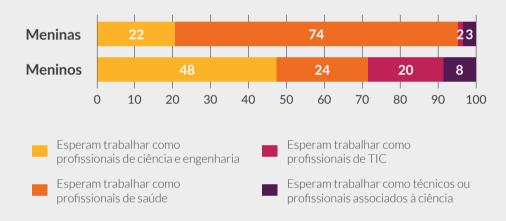
Fonte: Adaptado de UNESCO (2018, p. 23).

As diferenças de gênero²⁹ na participação no ensino se iniciam na educação infantil e ficam mais visíveis nas etapas mais avançadas da escolarização. Aos 15 anos, já é observável uma diferença nas expectativas quanto à car-

²⁹ Como dito por Carvalho: "gênero tem sido cada vez mais usado para referir-se a toda construção social relacionada à distinção e hierarquia masculino/feminino, incluindo também aquelas construções que separam os corpos em machos e fêmeas, mas indo muito além" (2012, p. 403)

reira entre estudantes que escolheram a área das ciências. Dentre esses, uma maior porcentagem de meninos espera trabalhar nas áreas de ciências e engenharia ou com tecnologia da informação (Figura 24).

Figura 24: Expectativas de estudantes de 15 anos quanto a carreiras relacionadas às ciências, por subcampo de estudo dos que escolhem carreiras científicas.



A maioria das meninas de 15 anos que têm intenção de seguir carreiras científicas esperam trabalhar como profissionais de saúde. 35 países da OCDE.

Fonte: UNESCO (2018, p.22).

De onde vem a diferença?

Na infância, os brinquedos que são oferecidos, as brincadeiras que são incentivadas e os tipos de conversa com os pais são fatores que vão construindo uma noção de identidade (Figura 25) que é distinta entre os gêneros. É comum que as meninas recebam brinquedos voltados ao cuida-

do e à vida doméstica como bonecas e casinhas, enquanto os meninos são incentivados à aventura com carros e objetos relacionados à tecnologia ou coisas de montar. Na sala de aula os estereótipos de gênero se expressam de inúmeras maneiras, até na forma como avaliamos os cadernos!

Figura 25: Fatores que influenciam a participação, o desempenho e o avanço de meninas e mulheres nos estudos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

| SOCIEDADE | Legislação de salários iguais Políticas de igualdade de gênero Legislação e políticas Mídias sociais e de massa Dados desagregados por sexo para a formulação de políticas | | | |
|-----------|--|--|--|--|
| | Normas sociais e culturais Igualdade de gênero Normas sociais inclusivas | | | |
| ESCOLA | Fatores psicológicos vinculados às avaliações Equipamentos, materiais e recursos de STEM Interações estudante-estudante Interações professor(a)-estudante Percepções dos(as) professores(as) Presença de professoras Qualidade do ensino e experiência no assunto Estratégias de ensino Livros didáticos e materiais de aprendizagem Procedimentos e mecanismos de avaliação | | | |



Fonte: adaptado de UNESCO (2018, p.40).

O que é um bom caderno? Carvalho (2012) mostra como o conceito de gênero pode ser interessante para estudar as práticas pedagógicas cotidianas tomando como exemplo a avaliação dos cadernos escolares. A pesquisadora observa que o bom desempenho na organização dos cadernos, ou seja, letra bem-feita, caderno limpo e organizado, é associado, pelas professoras, à feminilidade, sendo considerados "caderno de menina", independente de quem os produziu. Já cadernos sujos, com letra mal feita e desorganizados são associados à masculinidade, "caderno de menino". Desta forma, os meninos vivenciam uma tensão entre expressar a masculinidade, como exigência social, e ser um bom aluno. Enquanto organização e capricho são enfatizados na identidade das meninas, são esmaecidos na identidade dos meninos.

Os estereótipos de gênero também podem ser estudados nas diferentes mídias que nos cercam. Como são as personagens que aparecem associadas a ciência e tecnologia nos quadrinhos, desenhos animados, programas infanto-juvenis, livros, filmes e séries de TV acessados pelos estudantes?

Estereótipos de gênero significam que, historicamente, menos mulheres do que homens tiveram a chance de desenvolver seus talentos e perseguir seus interesses em ciência (DOWLE, 2019, p.1)

Reflexão para professores(as):

Quais referências de cientistas vocês e seus estudantes encontram na mídia? É interessante explorar com as e os estudantes quais são suas representações espontâneas e quais são as referências que trazem, em seu repertório, de pessoas ligadas à ciência.

- **1.** Conheça as imagens espontâneas e conhecimentos prévios que os(as) estudantes têm sobre os profissionais da ciência.
- **2.** Eles conhecem diretamente alguém que exerça essa profissão? É possível convidar algum(a) cientista para conversar com a turma? É possível planejar uma visita ao local de trabalho do(a) profissional?
- **3.** Conheça e problematize o repertório de seus estudantes. Que personagens da mídia eles associam às ciências? Quais características essas personagens compartilham? Elas se aproximam ou problematizam o estereótipo ingênuo de cientista? Coisas a observar: o gênero, a etnia, a personalidade, a aparência e as vestimentas. Usam jalecos ou óculos? Trabalham sozinhos? Trabalham em laboratórios? Tem uma inteligência acima da média? São antissociais? São maus ou bons?
- **4.** Analise os materiais didáticos: como a ciência e os profissionais ligados à ciência são representados? Existe equidade de gênero em todas as profissões? Existem pessoas negras, indígenas ou com deficiência representadas como profissionais nas diferentes áreas?
- **5.** Ofereça repertório a partir de exemplos concretos que contemplem a diversidade de identidades. Apresente cientistas de diferentes áreas, de diferentes etnias e nacionalidades, cientistas mulheres, negras e negros, jovens e mais velhos, pessoas com deficiências entre outros.

Reflexão para gestores(as) e equipe:

O fortalecimento da igualdade social deve ser um compromisso de toda a escola. Professores(as) imersos em um tecido social em que predominam concepções sexistas, machistas, racistas, homofóbicas ou xenófobas reproduzem esses preconceitos nas suas falas e práticas cotidianas sem perceberem, de forma muito naturalizada. Momentos de formação, em que todos possam estudar sobre os preconceitos sociais e como eles se expressam nas interações e decisões que envolvem a vida escolar, é essencial para fundamentar o compromisso de combater a discriminação, que deve ser assumido de forma coletiva. A partir desse estudo é possível avaliarmos nossa prática e construir uma escola acolhedora para todas as identidades e livre de preconceitos.

Como é a representatividade do(a) cientista na mídia?

Os estereótipos de gênero expostos na mídia são internalizados por crianças e adultos e afetam a forma como eles veem a si mesmos e os outros. A mídia pode perpetuar ou neutralizar os estereótipos de gênero sobre as habilidades e as carreiras nas áreas de STEM. (UNESCO, 2018, p. 58)

Conheça algumas representações de cientistas na mídia³⁰

| O Show da Luna é uma série de TV de animação brasileira que estreou em 2014. Luna é uma menina de seis anos que está sempre investigando uma curiosidade. O desenho apresenta a ciência de forma lúdica, desconstruindo e (re)construindo o modo de investigar. Sua protagonista inteligente e aventureira evidencia a presença de meninas nessa prática. |
|--|
| Princesa Jujuba é uma personagem do desenho animado Hora de Aventura (2010). Ela governa o reino doce, é muito inteligente, usa a ciência para resolver mistérios e criar soluções para os problemas do reino |
| |
| Em Johnny Test (2005, EUA; 2013, BR) o rapaz serve de cobaia às suas duas irmãs cientistas Susan e Mary |

³⁰ Sobre o Show da Luna ver: OLIVEIRA, L. R. de; MAGALHĀES, J. C. Esse é o show da Luna: investigando gênero, ensino de ciências e pedagogias culturais. Domínios da Imagem, v. 11, n. 20, p. 95, 2017. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/dominiosdaimagem/article/viewFile/31880/22240>. Acessado em: 17 de abril de 2020.

Sobre ensino de ciências, gênero e quadrinhos de super-herói ver: Nascimento JR, F. A. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em:teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-07082017-155126/pt-br.php. Acessado em: 17 de abril de 2020.

As meninas superpoderosas (1992) foram criadas durante um experimento do Professor Utônio. Usam seus poderes para salvar a cidade. Em O Laboratório de Dexter (1996), Dexter é o menino prodígio cientista que possui um imenso laboratório secreto onde executa seus planos solitariamente, entrando em conflito com sua irmã Dee Dee, sociável e extrovertida, não entende as teorias do irmão e age por impulso. Em Phineas e Ferb (2007), Dr. Heinz Doofenshmirtz, é um cientista do mal arqui-inimigo do ornitorrinco de estimação e agente secreto, os meninos armam planos de aventura que irritam a irmã Candence que quer revelar as peripécias à mãe.

Essas três animações reforçam a identidade da ciência conectada ao masculino. As meninas superpoderosas apresentam muitas características positivas associadas às meninas como coragem, senso de justiça, sagacidade, força, mas a figura do cientista ainda é o professor/pai ou ainda o rival macaco louco que também cria invenções e experimentos. Já Dee Dee e Candence são menos interessadas e menos espertas que os irmãos.

Reforçando a associação das ciências ao masculino ainda temos **Futurama, Rick and Morty** e **Jimmy Neutron**.

Nosso objetivo com esses exemplos é aguçar o olhar crítico para a representação da ciência, em particular sua associação com o gênero masculino e pele branca, sem julgar o valor da obra em seu todo e outras características positivas ou negativas de representatividade social.

Para os estudantes mais velhos, HQ's, filmes de ficção e séries televisivas como The Big Bang Theory, Breaking Bad ou Black Mirror podem servir de mote para a discussão.

Os estereótipos de gênero que transmitem a ideia de que os estudos e as carreiras em STEM são domínios dos homens podem afetar negativamente o interesse, o envolvimento e os resultados em STEM das meninas, e podem desencorajá-las a seguir estas carreiras. As meninas que assimilam esses estereótipos têm níveis de autoeficácia e de confiança em suas habilidades mais baixos do que os dos meninos. A autoeficácia afeta em medida considerável tanto os resultados da educação em STEM quanto as aspirações por carreiras em STEM.

- Nem todas as meninas são dissuadidas pelos estereótipos de gênero. Aquelas que têm um senso forte de autoeficácia em matemática ou em ciências são mais propensas a ter um bom desempenho e a escolher estudos e carreiras relacionadas a essas áreas.
- O interesse, que é ligado a autoeficácia, bem como o sentimento de pertencimento, exercem papéis importantes no envolvimento das meninas em STEM na escola, em suas escolhas de disciplinas na educação superior e em seus planos de carreira. Alguns estudos têm mostrado que as meninas parecem perder o interesse por disciplinas em STEM com a idade, o que sugere que são necessárias intervenções desde a infância para manter o interesse delas nessas áreas.

Fonte: UNESCO (2018, p.22).

Se o acesso e permanência das mulheres nas carreiras científicas é desafiador, as barreiras são ainda maiores para as mulheres negras. Apenas 15% das bolsistas do CNPq são negras de acordo com dados de 2016. Apenas 3% das bolsistas de Produtividade de Pesquisa (PQ) são mulheres negras. Por isso, esforços orientados para engajar meninas e

mulheres, em especial negras, na ciência são necessários para mudar esses quadros.

Ao pensar as relações de gênero na escola, é importante observar também que os meninos negros apresentam um alto índice de evasão escolar. Dados do IBGE de 2018 apontam que quase metade dos jovens negros, de 19 a 24 anos, não conseguiu concluir o ensino médio. O índice de evasão chega a ser de 44,2% entre os homens, chegando a 33% para as mulheres negras da mesma faixa etária. Enquanto a porcentagem de abandono escolar é de 1,4% entre os estudantes mais ricos, o percentual sobe para 11,8% entre os mais pobres.³¹

Apesar da melhoria dos índices de escolarização da população negra em geral, a desigualdade ainda é escandalosa.

É fundamental lembrar que o racismo na escola se concretiza por meio não só de atitudes ativas (agressões, humilhações, apelidos, violências físicas), mas de forma mais "sutil" por meio da falta de reconhecimento e de estímulo, da negação de uma história de resistência do povo negro no Brasil e de suas identidades, da desatenção, da distribuição desigual de afeto e da baixa expectativa positiva por parte de profissionais de educação com relação ao desempenho de crianças, jovens e adultos negros. (AÇÃO EDUCATIVA; CARREIRA, 2011, p. 76)

Por isso é preciso contemplar, no currículo e nas reflexões de formação contínua, conteúdos referentes às relações sociais de gênero, de raça, de orientação sexual e de regionalidade, além das relações campo/cidade e doss direitos sexuais e reprodutivos.

³¹ O abandono escolar é oito vezes maior entre jovens de famílias mais pobres. **Agência IBGE**. Disponível em: <agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25883-abandono-escolar-e-oito-vezes-maior-entre-jovens-de-familias-mais-pobres> Acessado em: 17 de abril de 2020.

Representatividade importa!

Reforçar as identidades e a conexão com o território são condições fundamentais para o desenvolvimento de uma educação em ciências que promova o desenvolvimento integral do indivíduo. Pensar as condições de acesso e permanência na escola para os diversos meninos e meninas em diferentes situações é a base que sustenta todo o trabalho escolar.

Assumir a importância da diversidade para a ciência é crucial, pois proporciona análises a partir de variados acessos e perspectivas, expandindo as fronteiras do conhecimento. A ciência também é crucial para a diversidade, pois quando aplicada e relevante para diferentes identidades sociais, resulta em modelos de desenvolvimento mais ricos, inclusivos e representativos. (DASTE, 2019, p. 5)

As atitudes, as crenças e os comportamentos dos docentes, bem como sua interação com os estudantes, podem ser cruciais no engajamento e bom desempenho dos alunos e alunas de identidades menos representadas nas ciências, mesmo em ambientes igualitários. Palavras de reforço positivo e demonstrar confiança nas capacidades das estudantes pode afetar o desempenho de forma positiva³². Os sistemas educacionais e as escolas desempenham um papel central no estímulo ao interesse e pertencimento das meninas aos assuntos de ciência e tecnologia, assim como de outras identidades, que passa por envolvê-las(os) na investigação e resolução de problemas.

^{32 &}quot;Quando confrontadas com os estereótipos de gênero relativos a suas habilidades, as meninas tendem a não atingir o desempenho adequado, como ficou evidenciado em um estudo realizado nos Estados Unidos. Nele, as mulheres com históricos e habilidades fortes em matemática, iguais aos dos homens, pontuaram menos quando estava presente o estereotipo "mulheres são ruins em matemática", e pontuaram como os homens quando o estereotipo foi removido. As meninas com maior motivação para serem bem-sucedidas em testes parecem ser mais influenciadas pelo estereotipo de gênero em relação a suas habilidades". (UNESCO, 2018, p.56)

Intervenções que ajudam a aumentar o interesse e o envolvimento de meninas e mulheres na educação em Ciências

- Âmbito individual intervenções para construir habilidades espaciais nas crianças, autoeficácia, interesse e motivação entre meninas para seguir estudos e carreiras em STEM;
- Âmbito familiar e de pares intervenções que envolvam pais e famílias para abordar falsas concepções sobre as habilidades inatas com base em gênero, de forma a expandir a compreensão sobre oportunidades educacionais e profissionais nas áreas de STEM, além de conectar famílias a conselheiros educacionais com o intuito de construir caminhos para o ingresso nas áreas de STEM, bem como o apoio por pares;
- Âmbito escolar intervenções para tratar de percepções e da capacidade dos docentes para desenvolver e oferecer currículos sensíveis a gênero, bem como para implementar avaliações neutras quanto ao gênero;
- Âmbito social intervenções nas normas sociais e culturais relacionadas a igualdade de gênero, estereótipos de gênero na mídia, bem como políticas e legislação.

Fonte: UNESCO (2018, p.60).

Os currículos e os materiais didáticos devem considerar a experiência, o estilo de aprendizagem e os interesses das meninas; das pessoas com deficiências físicas, auditivas, visuais e intelectuais; de estudantes socialmente desfavorecidos(as), de estudantes da zona rural e urbana, de

negras e negros, de estrangeiros(as), dos indígenas, dos ribeirinhos(as), dos superdotados(as) e dos(as) LGBTQ+. Devem também pensar em tópicos de interesses comuns ao universo diverso da escola, mas também específicos das individualidades, apresentando textos e imagens que reforcem o pertencimento dos diferentes grupos aos assuntos de ciências. Apresentar experiências reais relacionadas às profissões científicas também pode expandir a percepção da participação dos diferentes grupos nesse âmbito social.

Pequenas informações como essa podem fazer diferença para como estudantes surdos se conectam a ciência: você sabia que seis crateras da nossa lua foram nomeadas em honra a cientistas e matemáticos surdos? Mais de 5.000 estrelas, cometas e outros corpos celestes terem sido descobertos por astrônomos que eram surdos. A data de lançamento do conhecido satélite Sputnik foi inicialmente planejada para homenagear um surdo russo que era pioneiro nessa área, e a data de lançamento da nave Voyager foi escolhida em homenagem a um surdo inventor que era americano (Lang, 1993 apud Santana e Sofiato).

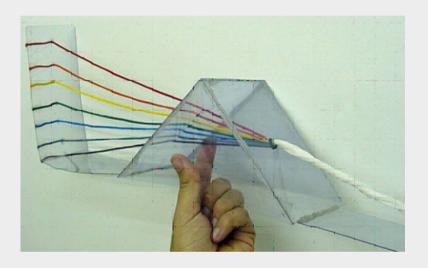
Entretanto, lidar com o desafio de atender o público da educação especial nas salas heterogêneas ultrapassa questões de representatividade, exigindo um cuidado com adaptações e flexibilização das estratégias de ensino de acordo com a especificidade de cada caso. É comum a demanda de inclusão recair unicamente na figura do(a) professor(a), no entanto essa não pode ser uma tarefa exclusiva desse profissional. Nós, professores(as), precisamos contar com uma rede de profissionais de apoio e recursos específicos. O acesso e permanência do público da educação especial ao ensino ultrapassa os limites da sala de aula.

Apesar da preocupação crescente com abordagens educacionais mais inclusivas no ensino de ciências, a quantidade de pesquisas ainda é incipiente o que indica o quanto ainda temos a avançar!

Por exemplo, em relação a estudantes cegos(as) ou com deficiências visuais, o uso de modelos tridimensionais (Figura 27) em diferentes escalas ou representações em alto relevo com cola ou barbante que podem ser produzidos em trabalhos cooperativo com estudantes que

enxergam³³, e um cuidado com o tipo de descrição oral que fazemos na aula, são exemplos de recursos que podem facilitar o acesso desses estudante à informação.

Figura 26: Modelo tridimensional para o ensino de ciências.



Fonte: cedida pelo professor Eder Camargo

A equipe escolar – professores(as), gestores(as), estudantes, famílias, profissionais especializados(as) entre outros(as) colaboradores(as) — é responsável por coletivamente construir um projeto pedagógico que considere as adaptações razoáveis e necessárias para atender as características dos estudantes com deficiência e que garanta o pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, além de favorecer os processos de igualdade, promovendo uma cultura de colaboração.

³³ Professor cego mostra em livro como ensinar física para quem não enxerga. Disponível em:

blog.crb6.org. br/artigos-materias-e-entrevistas/professor-cego-mostra-em-livro-como-ensinar-fisica-para-quem-nao-enxerga>. Acesso em: 17 de abr. de 2020.

Recursos para reflexões sobre questões de identidade

Educação Inclusiva

Revistas

Revista Educação Especial. Disponível em: <periodicos.ufsm.br/educacaoespecial>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Revista Brasileira de Educação Especial, da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial – ABPEE. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1413-6538&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Portais

Produtos educacionais resultantes de pesquisas do grupo de pesquisa "Inclusão, Educação e Ensino de Ciências e Matemática", do CNPq e outros, disponíveis para consulta dos professores da Educação Básica. Disponível em: <www.pucminas.br/pos/ensino/Paginas/Dissertacoes.aspx>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Portal Diversa - Instituto Rodrigo Mendes. O portal possui 15 estudos de caso, mais de 30 materiais pedagógicos acessíveis, mais de 170 artigos, quase 200 discussões no fórum e quase 300 relatos de experiências pedagógicas inclusivas. Disponível em: <www.diversa.org.br/educacao-inclusiva>. Acesso em: 03 de jul. de 2020.

Artigos

"Química acessível: debatendo o ensino de química para cegos". Disponível em: <quimicacessivel.wordpress.com>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

"Levantamento Bibliográfico sobre Educação Especial e Ensino de Ciências no Brasil", de Larissa Silva e Amadeu Bego (2018), que fazem um apanhado de artigos em português sobre o tema. Disponível em <www.scielo. br/pdf/rbee/v24n3/1413-6538-rbee-24-03-0343. pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

"Ensino de Ciências Biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais", de Stella e Massabni (2019). Apresenta um levantamento de artigos sobre materiais didáticos voltados ao ensino de biologia para estudantes com necessidades educativas especiais. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n2/1516-7313-ciedu-25-02-0353.pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Reportagem "A ferramenta tátil é muito potente no ensino de cegos". Disponível em:<minasfazciencia.com. br/2017/10/10/ferramenta-tatil-e-muito-potente-co-mo-estrategia-pedagogica-no-ensino-para-cegos>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Relações de gênero na ciência

Revistas e reportagens

Revista "Mulheres na Ciência", do *British Council*. Disponível em: <www.britishcouncil.org.br/mulheres-na-ciencia/revista>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Publicação da UNESCO (2018): "Decifrar o código: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM)". Disponível em: <ead2.iff.edu.br/pluginfile.php/138994/mod_resource/content/1/Decifrar%200%20CODIGO.pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Artigo sobre a relação de gênero e juventude: "'As meninas hoje tão muito soltas': os discursos institucionais que fundamentam o processo de regulação moral", de Jamile Silva Guimarães (2019). Este artigo trata

da operacionalização das normas sociais por meio dos discursos institucionais de duas escolas do ensino fundamental II nas capitais São Paulo e Salvador. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-73072019000100517>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

"Estereótipos de gênero afetam desempenho de meninas nas exatas". Disponível em: <www.institutounibanco.org.br/aprendizagem-em-foco/39>. Acesso em 22 de abr. de 2022.

"Mulheres na ciência: os desafios e conquistas de ontem e hoje". Disponível em: <observatorio3setor. org.br/carrossel/mulheres-na-ciencia-os-desafios-e-conquistas-de-ontem-e-hoje/>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

"Ainda há muito espaço para mulheres e meninas na ciência e tecnologia". Disponível em:

<www.unicamp.br/unicamp/noticias/2019/02/11/
ainda-ha-muito-espaco-para-mulheres-e-meninas-na--ciencia-e-tecnologia>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Livros

Gênero e ciências: mulheres em novos campos

(Coleção Bahianas). Cecilia Maria Bacellar Sardenberg e Luzinete Simões Minella (Org.), 2016. Disponível em: www.edufba.ufba.br/2016/07/genero-e-ciencias-mulheres-em-novos-campos>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

CAMARGO, Eder Pires de. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. são Paulo: Editora Unesp, 2012. Disponível em: <www.editoraunesp.com.br/catalogo/9788539303533,saberes-docentes-para-a-inclusao-do-aluno-com-deficiencia-visual-em-aulas-de-fisica>

As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo, de Rachel Ignotofsky, traduzido por Sonia Augusto, 2017. Agrupa histórias de mulheres importantes para os campos da ciência, da tecnologia, da engenharia e da matemática.

La Ciencia oculta (A ciência oculta), editado pela Fundação Dr. Antonio Esteve, da Espanha, o professor de farmacologia Sergio Erill, examina o papel de 14 grandes pesquisadoras que foram invisibilizadas na História, apesar de sua grande contribuição para a Ciência. O livro está em espanhol e apresenta uma linguagem descontraída. Disponível em: <www.esteve.org/capitulos/la-ciencia-oculta>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Filme

Estrelas além do tempo (2016), dirigido por Theodor Melfi. O filme conta a história de três mulheres negras, Dorothy Vaughan, Mary Jackson e Katherine Johnson, que desenvolveram trabalho relacionados aos cálculos matemáticos na Nasa, no período da Guerra Fria.

Vídeos

Algumas mulheres na ciência e na tecnologia. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=TWYoIBy37sI>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Mesa redonda sobre o tema "Mulheres na Ciência", realizado durante o Encontro Catarinense das Licenciaturas das Ciências da Natureza e Matemática. IFSC Araranguá. Disponível em: <www.youtube.com/wat-ch?v=EDLe6Ellw54>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

TedTalks

Para todas as meninas na ciência, feito por Zélia Ludwig | TEDxRuaHalfeld.

Zélia Ludwig olhou para os lados e se perguntou: "Onde estão as outras mulheres cientistas?", "Onde estão as outras mulheres negras fazendo ciência?". Mulher, negra e cientista, ela apresenta seu projeto "Para todas as meninas na ciência", que incentiva garotas a se interessar por Ciência e construir a representatividade da mulher no campo de Exatas. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=rNoC8zDc408>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

A ciência brasileira e Síndrome de Cassandra, feito por Natália Pasternak | TEDxUSP. A bióloga e divulgadora científica Natália Pasternak fala sobre o cenário da ciência no Brasil e a responsabilidade da academia no letramento científico da população. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=F3kUeDIP3Io&-t=906s>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Canais no Youtube

A Matemaníaca: Julia Jaccoud, professora que mostra a Matemática de maneira divertida e descontraída. Os vídeos são feitos para desconstruir estereótipos e atingir todos os públicos. Tem vídeo sobre as mulheres da Matemática e a presença de mulheres na Ciência. Disponível em: <www.youtube.com/channel/UCz4Zuqtj9fokXH68gZJmCdA>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Canal Peixe Babel: Mostra que a tecnologia pode ser feita por todos e, principalmente, para todos. Disponível em: <www.youtube.com/user/CanalPeixeBabel/about>. Acessado em: 22 de abr. de 2020.

Canal Bit de Prosa: Programação, tecnologia e um bit de prosa com café e pão de queijo! Disponível

em: <www.youtube.com/channel/UCGRXfRacv7BWWbKvvWm0_eg/featured>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Nunca vi 1 cientista: Ana e Laura apresentam de forma descontraída alguns aspectos de como a ciência funciona e como os pesquisadores trabalham. Disponível em: www.youtube.com/channel/UCdKJIY5eAoSumIIcO-cyxIGg. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Sites e projetos

Mulheres na Ciência: divulga notícias eventos, ações, projetos e materiais relacionados à Ciência especialmente para meninas e mulheres. Disponível em: <mulheresnaciencia.com.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Ciência & Mulher: portal de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), lançado 2016, com o objetivo de trazer destaque para conquistas e enaltecer o papel das mulheres cientistas, evidenciando suas contribuições para as mais diversas áreas da ciência. Disponível em: <www.cienciaemulher.org.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Programa **Para Mulheres na Ciência**: parceria da UNESCO, Academia Brasileira de Ciências e L'Oréal Brasil, financia mulheres pesquisadoras e divulga outros projetos relacionados ao tema. Disponível em: www.paramulheresnaciencia.com.br>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Elas nas Exatas: parceria entre Fundo ELAS, Instituto Unibanco, Fundação Carlos Chagas e ONU Mulheres, o ELAS nas Exatas visa aproximar meninas das ciências exatas e tecnologias por meio de apoio a iniciativas que promovem ações e favoreçam a inserção das meninas nas áreas de Ciências Tecnológicas e

Exatas. Tudo isso por meio da promoção da equidade de gênero e do reconhecimento da escola como um espaço estratégico na promoção dessa transformação. Acesse o site e conheça os projetos. Disponível em: <www.fundosocialelas.org/elasnasexatas>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Projetos de extensão: atraem jovens para a carreira científica e tecnológica. Disponível em: <www.unicamp. br/unicamp/noticias/2019/02/12/projetos-de-extensao-atraem-jovens-para-carreira-científica-e-tecnologica>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Projeto que discute escolha profissional com jovens do Ensino Médio abre prazo para adesão.

Disponível em: <www.tonorumo.org.br/2019/08/ projeto-que-discute-escolha-profissional-com-jovens--ensino-medio-abre-prazo-para-adesao>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Algumas universidade e institutos promovem oficinas, cursos ou eventos voltados para incentivar a presença de mulheres na ciência.

Meninas na Ciência – UFRGS. Disponível em: <www.ufrgs.br/meninasnaciencia/midia>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Meninas Supercientistas. Disponível em: <www.ime. unicamp.br/meninassupercientistas>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Pequenas cientistas. Disponível em: <meninascomciencias.wixsite.com/edicaosp>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Negras e negros nas ciências

Nesta **matéria**, você conhece cientistas negros e negras que deixaram sua marca na história, ainda que seus nomes não sejam tão citados quanto outros cientistas tão importantes quanto. Disponível em: <canaltech. com.br/ciencia/negros-que-marcaram-a-historia-da-ciencia-155655>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

Exemplo de Patricia Beth. Disponível em: <mulheresnaciencia-mc.blogspot.com/2014/09/patricia-bath.html>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Inventores negros. Disponível em:

 de abr. de 2020.

Ampliando o debate. Nátaly Neri e Spartakus Santiago são **youtubers** que problematizam temas relacionados à identidade de negros e negras além de outras questões sociais como gênero e LGBTfobia em linguagem atraente aos jovens. Conheça os canais:

Nátaly Neri. Disponível em: <www.youtube.com/chan-nel/UCjivwB8MrrGCMlluoSdkrQg/about>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Spartakus Santiago. Disponível em: <www.youtube.com/user/sparpotter/about>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

Conheça a obra **"Pequeno Manual Antiracista"** de Djamila Ribeiro. Companhia da Letras, 2019.

Tese de mestrado: Sobre produção de mulheres negras nas Ciências: Uma Proposta para a Implementação da Lei 10.639/03 no Ensino de Química, por Regina Vargas (2018). Disponível em: <repositorio.bc.ufg.br/tede/bits-tream/tede/8879/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20 -%20Regina%20Nobre%20Vargas%20-%202018.pdf>.

Acesso em: 22 de abr. de 2020.

CADERNO 5

13 Considerações finais

Currículo e Educação Integral na Prática

CAMINHOS PARA A BNCC DE CIÊNCIAS NATURAIS Esperamos que as ideias apresentadas neste material possam servir de inspiração às discussões, reflexões e práticas de professores(as) e gestores(as), para a construção colaborativa de um ensino de Ciências Naturais na escola que esteja comprometido em promover o desenvolvimento integral de nossos estudantes. A real diferença no ensino estará em cada equipe escolar, na figura de professores, professoras, gestores e gestoras, em investigar, reconhecer e valorizar suas práticas de sucesso já realizadas e criar outras, para encontrar o seu caminho conectado à sua realidade, sua identidade e seu território, potencializando as ações locais ligadas às metas globais.

Nesse sentido, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pela Organização das Nações Unidas podem servir como eixos que conectam os projetos de cada realidade local a um projeto global de preservação de direitos humanos e desenvolvimento sustentável.

São muitos desafios em lidar com toda a complexidade da sala de aula, especialmente quando pensamos em nosso papel na construção de uma sociedade mais justa e democrática. Neste material buscamos iluminar alguns caminhos, buscando os fundamentos da área, que precisam agora ser percorridos, construídos e elaborados por cada equipe.

REFERÊNCIAS

AÇÃO EDUCATIVA; CARREIRA, D. **Informe Brasil: gênero e educação**. São Paulo: Ação Educativa, 2011.

ALLCHIN, D. The Nature of Science: From Test Tubes to YouTube. In: **Teaching The naTure of Science: perspectives & resources**. Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013. p. 3–27.

ALLCHIN, D. Historical inquiry cases for nature of science learning Casos de investigação histórica para o aprendizado da natureza da ciência. **Cadernos de História da Ciência. Instituto Butantan**, v. 13, n. jul/dez, p. 101–127, 2017.

ANDRADE, J. P.; MORAES, J.; TIBURCIO, W. Avaliação na Educação Integral: Elaboração de novos referenciais para políticas e programas, São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz, 2020.

AZEVEDO, N. H.; CORSO, T. M. Del. Dossiê Casos Históricos "A doença dos trabalhadores da estrada de ferro": uma narrativa histórica e suas potencialidades para explorar aspectos de natureza da ciência. **Cadernos de História da Ciência. Instituto Butantan**, v. 13, n. jul/dez, p. 19–54, 2017.

BANCHI, H.; BELL, R. The many levels of inquiry. **Science and Children**, n. October, p. 26–29, 2008.

BONINI, A.; DRUCK, I. de F.; BARRA, E. S. de O. **Direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento na educação básica: subsídios ao currículo nacional.** [s.l.] PrePrint, 2018.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

CALIL, B.M.; PUGLIESI, G. STEM ou STEAM: Para que serve o ensino de Arte? Plataforma Porvir, 26 de maio de 2019. Disponível em: <www.porvir.org/stem-ou-steam-para-que-serve-o-ensino-de-arte> Consultado em 06 de abril 2020.

CAMPOS, N. F.; MINGUES, E. Bons roteiros para ótimas visitas aos museus de ciências: orientações didática. In: MARANDINO, M.; CONTIER, D. (Ed.). Educação Não Formal e Divulgação em Ciência: da produção do conhecimento a ações de formação. São Paulo: Faculdade de Educação - USP, 2015. p. 31–36.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1025–1059, 2018.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências por investigação e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2013. p. 1–20.

CARVALHO, M. P. de. O conceito de gênero no dia a dia da sala de aula. **R. Educ. Públ. Cuiabá**, v. 21, n. 46, p. 401–412, 2012.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Slavador: EDUFBA, 2018.

DARNER, R. How Can Educators Confront Science Denial? **Educational Researcher**, v. 48, n. 4, p. 229–238, 2019.

DASTE, D. Vamos falar de Ciência? **Mulheres na Ciência - British Council**, p. 4–7, 2019.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Scientific Inquiry and Nature of**

Science Implications for Teaching Learning and Teacher Education. Dordrecht: Springer, 2006. p. 17–35.

DOWLE, M. Editorial. **Mulheres na Ciência - British Council**, p. 1, 2019. DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. **Review of Research in Education**, v. 32, n. February, p. 268–291, 2008.

ELSEVIER. **Gender in the Global Research Landscape**. [s.l.] Elsevier, 2017.

FERNANDES, M. L. B. Estudo do meio como procedimento de ensino em uma perspectiva construtivista. **Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia**, v. 4, n. 7, p. 115–138, 2013. Disponível em: www.revista-ensinogeografia.ig.ufu.br.

FERNANDEZ, C. Revisitando a Base de Conhecimentos e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de Professores de Ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 500–528, 2015. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000200500&lng=pt&tlng=pt>.

HODSON, D. Realçando o Papel da Ética e da Política na Educação Científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDU-FBA, 2018. p. 27–57.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. **Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation**, n. January, p. 99–117, 2008.

KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: Annual meeting of the NARST in Science Teaching New Orleans LA, April 7-10, 2002, **Anais**...2002.

KELLY, G. J.; LICONA, P. History, Philosophy and Science Teaching. In: **Anthology of HPS&ST**. [s.l: s.n.]p. 139–165.

KIRSCHNER, P. A.; SWELLER, J.; CLARK, R. E. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. **Educational Psychologist**, v. 41, n. 2, p. 75–86, 2006. Disponível em: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326985ep4102 1>.

KRÄMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLÜTER, K. Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 3, p. 325–343, 2015. Disponível em: <www.scopus.com/inward/record.url?ei-d=2-s2.0-84940790656&partnerID=tZOtx3y1>.

MARANDINO, M. (Org.) **Educação em museus:** a mediação em foco. São Paulo, SP:Geenf / FEUSP, 2008. Disponível em:www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2012/10/MediacaoemFoco.pdf>.

MARANDINO, M. Museus de Ciências como Espaços de Educação. In: Figueiredo, B. G. & Vidal, D. G. **Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna**. Belo Horizonte: Argumentum, 2005.

MINNER, D. D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 4, p. 474–496, 2010.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47–61, 2015. Disponível em: <dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2018.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, n. 4, p. 634–656, 2005.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências Ensino de ciências e interações discursivas. **Revista Ensaio**, p. 169–189, 2013.

SASSERON, L. H.; JUSTI, R. Editorial – Apresentando o Número Temático sobre Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 761–764, 2018.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do Ensino de Biologia por Investigação. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7–27, 2017.

SEDANO, L. Ciências e Leitura: um encontro possível. In: **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2014. p. 152.

SILVA JUNIOR, J. B. da. 40 anos do Programa Nacional de Imunizações: uma conquista da Saúde Pública brasileira. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 7–8, 2013. Disponível em: <scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v22n1/v22n1a01.pdf>.

SILVA, M. B. E. A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia. 2015. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-20052015-100507/publico/MAIRA_BATISTONI_E_SILVA_rev.pdf.

SILVA, M. B. e; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 905–933, 2018. Disponível em: www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4817>.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G. Atividades InvestigWativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 819–849, 2018.

UNESCO. **Decifrar o código: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM)**. Brasilia: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2018.

VAN UUM, M. S. J.; VERHOEFF, R. P.; PEETERS, M. Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. **International Journal of Science Education**, v. 38, n. 3, p. 450–469, 2016. Disponível em: www.tandfonline.com/doi/full/10.108 0/09500693.2016.1147660>.

WEFFORT, H. F.; ANDRADE, J. P.; COSTA, N. G. da. **Currículo e Educação Integral na Prática: uma referência para Estados e Municípios**. São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz, 2019a.

WEFFORT, H. F.; ANDRADE, J. P.; COSTA, N. G. da. **Currículo e Educação Integral na Prática: como fazer**. São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz, 2019b.

WINDSCHITL, M. Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural, and Political Challenges Facing Teachers. **Review of Educational Research Summer**, v. 72, n. 2, p. 131–175, 2002. Disponível em: <journals.sagepub. com/doi/pdf/10.3102/00346543072002131>. Acesso em: 17 jan. 2018.

XAVIER, M. do C. F.; MOTTIN, L. P. Currículo e Educação Integral na Prática: Caminhos para a BNCC de Lingua Inglesa. São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz, 2019.

ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.



