
SEVEN

EDITORA
2026

INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS



**Alcindo Mariano de Souza
Geneci Cavalcanti de Medeiros
Rosemary da Silva Alves**

EDITORIA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DO LIVRO

Alcindo Mariano de Souza

Geneci Cavalcanti de Medeiros

Rosemary da Silva Alves

2026 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2026 Os Autores

Copyright da Edição © 2026 Seven Editora

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Evellyn Thais de Souza

EDIÇÃO DE TEXTO

Stephanie Caroline Meyer de Quadros

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

IMAGENS DE CAPA

Evellyn Thais de Souza

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações Ltda é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação.

Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

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

S729i Souza, Alcindo Mariano de.
Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais
[recurso eletrônico] / Alcindo Mariano de Souza, Geneci
Cavalcanti de Medeiros, Rosemary da Silva Alves. – São
José dos Pinhais, PR: Editora Seven, 2026.
Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-6109-330-9

1. Educação. 2. Ciências – estudo e ensino.
3. Interdisciplinaridade. I. Medeiros, Geneci Cavalcanti de.
II. Alves, Rosemary da Silva. III. Título.

CDU 372.85

Bruna Heller - Bibliotecária - CRB10/2348

Índices para catálogo sistemático:

1 Ensino de ciências 372.85

DOI: 10.56238/livrosindi202643-001

Seven Publications Company
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

ORGANIZADORES DO LIVRO



Alcindo Mariano de Souza

Professor do IFRN, atua na licenciatura em Física e Ciências há mais de 20 anos. Participou da elaboração e implementação do Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB) no IFRN.



Geneci Cavalcanti de Medeiros

Professora do IFRN, atuou na Educação Básica por mais de 30 anos. Atua na licenciatura em Física e Ciências há mais de 25 anos. Foi idealizadora e participou da elaboração e implementação da EECNEB.



Rosemary da Silva Alves

Técnica em Assuntos Educacionais do IFRN, professora da Educação Básica e advogada. Colabora com as discussões relacionadas à interdisciplinaridade, além de ser responsável pela revisão textual do presente trabalho.

APRESENTAÇÃO

Este livro divulga, essencialmente, o fruto de uma luta coletiva, liderada por nós, junto a um grupo de docentes, para superar um problema na formação dos professores de Biologia, Física e Química da região do Mato Grande: a formação inicial dos docentes que atuam nesses componentes não os prepara para o ensino multidisciplinar, necessário à atuação no componente Ciências do Ensino Fundamental.

Diante desse cenário, esse coletivo de professores discutiu a necessidade de um curso de especialização que mitigasse esse problema, na perspectiva de preencher lacunas da formação dos professores que atuavam no componente curricular Ciências, que, pela legislação, deveriam ser professores com formação em Biologia. Dessa exigência, em primeira análise, decorriam alguns problemas, uma vez que a formação segmentada das licenciaturas não capacita os docentes para o trabalho interdisciplinar; além disso, isola os conteúdos de forma que há perda da totalidade do conhecimento inerente às ciências. Dessarte, há um desencontro entre a formação do professor que leciona Ciências e a demanda multidisciplinar que ele enfrenta no atendimento aos conteúdos curriculares desse componente.

A elaboração e a regência do curso Especialização em Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB), cuja implementação ocorreu em 2017 no Campus IFRN, João Câmara e, em 2022, no Campus Caicó, foi, portanto, a realização de uma luta engajada com a preocupação de contribuir com a formação dos professores do Rio Grande do Norte (RN). O processo foi coletivo e ocorreu dentro da escola com o olhar voltado para a comunidade. Nós, docentes, reunimo-nos em diversos momentos para analisar, minuciosamente, as reais necessidades curriculares e didáticas que definiriam o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da especialização.

Esse trabalho definiu as linhas gerais da organização curricular, que representou uma inovação em relação ao Curso de Especialização em Ciências já proposto e executado no IFRN. Analisamos diversos livros didáticos de Ciências adotados à época, para construir um esboço geral dos conteúdos contemplados nesses materiais. Isso foi fundamental, porque apontou as

principais necessidades formativas dos docentes que atuavam nessa área e, permitiu, ao mesmo tempo, que fizéssemos uma organização desses conteúdos em temas. Consequentemente, elegemos as temáticas que seriam inseridas na estrutura curricular e distribuímos os professores nesses temas, de acordo com as especificidades dos conteúdos que cada um demandava. Cabe destacar que os documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foram incluídos nesse planejamento.

Este livro, como parte importante dessa história, possibilita divulgar para os educadores reflexões teóricas e práticas do trabalho interdisciplinar e sua importância para a construção do curso EECNEB. No Capítulo 1, discutimos os aspectos da formação inicial e a necessidade da prática interdisciplinar na educação escolar. No Capítulo 2, sistematizamos os diversos conceitos de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, para aprofundar a discussão acerca da práxis interdisciplinar no campo do ensino de Ciências Naturais, especialmente, no curso EECNEB; apresentamos, ainda, as duas ênfases principais que fundamentam a proposta do curso - a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a Abordagem Temática Freireana. No Capítulo 3, expomos o processo de construção das disciplinas temáticas e a redução temática. No Capítulo 4, estabelecemos a transição do planejamento para a prática, ao comunicar como a redução temática se materializou nas práticas pedagógicas. Por fim, o Capítulo 5, o posfácio, se constitui como o relato de nossas percepções sobre essa importante trajetória de planejamento e execução do curso EECNEB.

Mediante os fatos apresentados, podemos afirmar que essa luta se tornou muito relevante para o IFRN, na medida em que a EECNEB se expandiu para outro campus, disseminando, assim, a realização de uma educação interventiva, que reflete sobre o ensino e a aprendizagem, considerando as necessidades dos docentes e dos estudantes. Almejamos que este livro seja concebido como um instrumento de multiplicação dessa prática e de estímulo a outras ações coletivas, cujo propósito seja o bem comum.

Os autores.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO 1:	
DA FORMAÇÃO INICIAL À INTERDISCIPLINARIDADE.....	12
ALGUNS DE NOSSOS PROBLEMAS PARA A INTERDISCIPLINARIDADE.	12
POR QUE INTERDISCIPLINARIDADE?.....	17
UM POUCO DA INTERDISCIPLINARIDADE NOS DOCUMENTOS OFICIAIS.....	20
CAPÍTULO 2:	
QUAL INTERDISCIPLINARIDADE?.....	24
SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE.....	25
A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS.....	39
ÊNFASE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	41
ÊNFASE COM ABORDAGEM TEMÁTICA FREIRIANA.....	43
ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE.	47
CAPÍTULO 3:	
DA TEORIA À PRÁTICA: CONSTRUINDO AS DISCIPLINAS TEMÁTICAS.	51
APLICANDO A REDUÇÃO TEMÁTICA	52
TEORIA E MITOS SOBRE A ORIGEM DO UNIVERSO	54
TEMÁTICAS NAS DEMAIS DISCIPLINAS.....	57
CAPÍTULO 4:	
DA REDUÇÃO TEMÁTICA À REGÊNCIA: PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES EM AÇÃO.....	64
TEORIAS E MITOS SOBRE A CRIAÇÃO DO UNIVERSO.....	65
Planejamento.	65

Preparação da Aula e seu Desenvolvimento.	67
Problematização.	68
Alternância nas Falas.	69
Aprofundamento Conceitual.	70
Fechamento e Pesquisa Aplicada.	73
Avaliação.	74
Critérios de Avaliação.	75
Instrumentos Avaliativos.	75
Reflexão sobre o Processo Avaliativo.	76
PASSADO, PRESENTE E FUTURO DA VIDA NA TERRA.	76
Planejamento.	76
Problematização inicial.	77
Aprofundamento conceitual.	77
Fechamento e Pesquisa Aplicada.	82
Avaliação.	83
Critérios de Avaliação.	84
Instrumentos Avaliativos.	85
Reflexão sobre o Processo Avaliativo.	86
POSFÁCIO.	87

INTRODUÇÃO

Este livro foi baseado nos estudos e na práxis sobre interdisciplinaridade vivenciados pelos seus autores, que atuaram em conjunto com equipes multidisciplinares na elaboração do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) da Especialização em Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB). Essa especialização foi implementada em 2017 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus João Câmara, e em 2022 no campus Caicó, com um percurso formativo comum para todos os alunos, buscando um aprofundamento na interdisciplinaridade para o ensino de Ciências.

Os autores deste livro compartilharam essa trajetória com diversos colegas ao longo de dois anos, durante a elaboração do PPC. Alguns iniciaram o trabalho, mas não puderam concluí-lo devido a mudanças institucionais, enquanto outros juntaram-se ao grupo posteriormente, contribuindo para a finalização do PPC. Essa experiência permitiu aos autores participarem de todas as fases da construção da pós-graduação lato sensu, desde a elaboração inicial até a regência das aulas, atuando como docentes após sua implementação e acompanhando o funcionamento da especialização nos campi do IFRN. As equipes responsáveis pelo PPC reuniam profissionais de distintas áreas, como Biologia, Filosofia, Física, Pedagogia e Química, o que conferiu à proposta uma pluralidade epistêmica desde sua concepção.

Desde a construção do Projeto Político-Pedagógico (PPP) até o início das aulas na EECNEB, foi necessário transformar os princípios teóricos em práticas concretas. Esse processo exigiu empenho, flexibilidade e disposição para repensar tanto os modos de ensinar quanto as formas de aprender. Além disso, buscou-se romper com as hierarquias tradicionais de conteúdos e a crença de que a aprendizagem está associada ao ensino disciplinar, baseada em exercícios padronizados, muitos deles encontrados nos livros didáticos, e na ideia de que o aprofundamento conceitual está vinculado à complexidade dessas atividades. Resumidamente, foi um processo de reinvenção da prática docente.

Pensar e agir de forma interdisciplinar exige mais do que somente compreender a concepção teórica; requer sua aplicação cotidiana, seja em sala de aula, no planejamento curricular ou na avaliação. Somente por meio da vivência concreta é possível compreender os desafios da interdisciplinaridade e encontrar caminhos para superá-los.

Diante dessa necessidade de superação, identificou-se uma carência de materiais de apoio, o que motivou a elaboração deste livro. A proposta é contribuir com as discussões acerca das concepções e práticas interdisciplinares, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos que possam apoiar a atuação docente, tanto no âmbito do IFRN quanto em outras instituições educacionais.

Portanto, este livro apresenta as concepções e experiências adquiridas ao longo da construção de um curso fundamentado na interdisciplinaridade para o ensino de Ciências Naturais. A narrativa percorre desde a formulação do PPC até a regência em sala de aula, trazendo uma discussão sobre a formação inicial docente e as bases teóricas que fundamentam a interdisciplinaridade. Nesse percurso, são discutidos os conceitos de multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, esclarecendo nossas escolhas durante a elaboração e execução do PPC. O referencial teórico mobilizado dialoga principalmente com as ênfases curriculares de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com destaque para as contribuições de Glen Aikenhead, Walter Antônio Bazzo, Wildson dos Santos, bem como com a perspectiva freireana, presente nos trabalhos de Demétrio Delizoicov, José Angotti, Marta Pernambuco e Décio Auler, que fundamentaram a organização das disciplinas temáticas.

Com esse embasamento, é apresentado o processo de criação das disciplinas, estruturadas com base em uma abordagem temática inspirada na pedagogia freireana e operacionalizada por meio da metodologia da redução temática, conforme sistematizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, a partir dos núcleos de significação científica. O texto se encerra com o relato da experiência de regência interdisciplinar, compreendida como um processo em constante construção, que se manifesta no planejamento das aulas, na atuação em espaços formais e não formais de aprendizagem, nas práticas avaliativas e na permanente interlocução entre docentes e discentes.

Este livro não tem a intenção de apresentar uma fórmula definitiva para a interdisciplinaridade, uma vez que esta não pode ser reduzida a um modelo fixo ou prescritivo. Conforme destacado por Ivani Fazenda em seus estudos, a interdisciplinaridade configura-se como uma postura em constante construção, caracterizada pela abertura ao diálogo e pela flexibilidade diante das demandas da realidade educacional. Nessa perspectiva, a proposta delineada busca oferecer reflexões e experiências concretas que possam servir como ponto de partida para educadores interessados em desenvolver práticas interdisciplinares, em diálogo com os desafios e as possibilidades específicas de seus contextos de atuação.

CAPÍTULO 1:

DA FORMAÇÃO INICIAL À INTERDISCIPLINARIDADE

Este capítulo aborda aspectos da formação inicial docente e a necessidade de inserção efetiva da interdisciplinaridade na escola, bem como sua presença nos documentos oficiais recentes. Busca-se, assim, justificar a relevância da formação continuada de professores voltada ao trabalho interdisciplinar e oferecer uma compreensão mais ampla dos objetivos que orientaram nossos estudos e discussões.

ALGUNS DE NOSSOS PROBLEMAS PARA A INTERDISCIPLINARIDADE

Muitos dos desafios enfrentados no cotidiano docente, em especial no que se refere à construção de práticas interdisciplinares, têm origem na formação inicial dos professores. Essa formação é condicionada por múltiplos fatores, como a instituição em que se realizou a graduação, o perfil dos formadores, suas linhas de pesquisa, o grau de integração entre as diferentes disciplinas e departamentos, bem como a forma como o licenciando se identifica com o curso e com a profissão docente.

Na maioria das licenciaturas ofertadas pelas Instituições Federais de Ensino (IFEs), os Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) organizam a matriz curricular de modo segmentado, distribuindo disciplinas entre departamentos universitários ou, no caso dos Institutos Federais, entre Núcleos Centrais Estruturantes (NCEs). Essa estrutura fragmentada, muitas vezes carente de diálogo entre os diferentes setores, contribui para a compartimentalização da formação, um processo que se inicia ainda na concepção do documento orientador do curso e se perpetua ao longo de sua implementação. É uma lógica que reproduz o modelo disciplinar clássico criticado por Japiassu (1976, 2006), para quem a ausência de integração epistemológica inviabiliza a construção de práticas interdisciplinares consistentes, e por Fazenda (2008, 2011), que aponta a necessidade de compreender a interdisciplinaridade como atitude e não como mera soma de conteúdos.

Essa fragmentação expressa-se também na hierarquização das disciplinas e dos conteúdos dentro da formação inicial. Em uma sociedade pautada pela Ciência e Tecnologia, as disciplinas específicas associadas à Física, Química ou Biologia tendem a ser mais valorizadas pelos alunos (e muitas vezes pelos próprios formadores) do que aquelas ligadas à área de Humanas, como as disciplinas de Educação ou Filosofia.

Um exemplo recorrente nas turmas de licenciatura em Física nas quais atuamos é como os alunos respondem quando questionados por amigos ou familiares sobre o curso que fazem. A maioria diz estar cursando “Física”, enquanto poucos mencionam a licenciatura. Essa escolha não decorre apenas da desvalorização social da profissão docente, mas também do prestígio cultural conferido ao conhecimento científico, frequentemente associado ao estereótipo do cientista como alguém dotado de inteligência excepcional. Para muitos, há mais *status* em afirmar que estudam Física do que em se identificar como futuros professores.

Nós também fomos ou ainda somos assim. Valorizamos mais o conhecimento específico, assumimo-nos como físicos, biólogos, químicos, filósofos, mas felizmente não o somos. Nossa formação inicial teve como propósito preparar-nos para a docência na Educação Básica como profissionais da educação. Não somos físicos educadores, ou físicos que lecionam, mas sim professores de Física, identidade que integra o domínio específico ao compromisso pedagógico.

Então, nossa formação inicial pode nos trazer uma hierarquização das disciplinas e saberes, como, por exemplo, ser mais importante o conhecimento específico de Física, Química ou Biologia do que o da Didática, das teorias de aprendizagem ou de metodologias e instrumentação para o ensino. Consoante a isso, muitas vezes as disciplinas ligadas à educação são ministradas de forma desconectada das específicas e da realidade das salas de aula, tornando as teorias e metodologias distantes dos licenciandos e, conseqüentemente, menos atrativas. Esse distanciamento acaba por intensificar, ainda mais, a separação entre as áreas do curso, criando limites e reforçando barreiras entre os componentes específicos e os pedagógicos. Tal cenário reflete a fragmentação denunciada por Morin (2000, 2015) e a ausência de diálogo entre campos do saber apontada por Fazenda (2008), ambos defensores de uma formação docente que supere a lógica disciplinar e valorize a articulação entre áreas diferentes.

Nesse contexto, torna-se igualmente relevante refletir sobre a hierarquização dos conteúdos, inclusive em uma mesma área ou disciplina, e não apenas no sentido de atribuir maior importância a uns em detrimento de outros, mas também pela ideia de uma suposta dependência sequencial entre eles. Essa concepção está fortemente presente nos currículos de base conceitual, que se organizam segundo uma estrutura linear e rígida, com uma concepção de ciência cumulativa, consolidando a metáfora de uma “escada de aprendizado” em que cada degrau precisa ser plenamente dominado antes que se possa alcançar o próximo. Essa concepção desconsidera que o conhecimento científico se

constrói também por rupturas e reconstruções, como destacam Bachelard (1996), Kuhn (1998) e Piaget (1973).

Como propõem Ausubel (1968) e Moreira (2011), a aprendizagem se torna significativa quando os novos conhecimentos se integram à estrutura cognitiva do aluno, e não quando são apenas organizados em sequência linear. Contudo, esse modelo ainda estrutura muitos currículos e materiais didáticos, funcionando como uma espécie de guia quase sagrado a ser seguido com rigor. Na prática, tais materiais acabam servindo de roteiro para as aulas, já que muitos professores organizam sua prática docente a partir da sequência dos capítulos presentes nos livros didáticos. Desse modo, a linearidade que marca o ensino de Ciências reproduz-se no cotidiano escolar, dificultando tanto a integração dos conteúdos dentro de uma mesma área como o estabelecimento de conexões entre diferentes disciplinas.

Um exemplo elucidativo encontra-se na abordagem do conceito de energia. Entre alunos da Educação Básica e até mesmo em cursos de licenciatura, é comum a percepção de que energia pertence exclusivamente à Física. Nessa perspectiva, o ensino conceitual frequentemente impõe uma progressão excessivamente linear: para compreender energia na Termodinâmica, o estudante deveria primeiro dominá-la na Mecânica, o que, por sua vez, exigiria o entendimento prévio de conceitos como velocidade, deslocamento e massa. Essa lógica de encadeamento rígido não apenas limita a compreensão interdisciplinar do conceito de energia, presente tanto na Química quanto na Biologia, como também restringe as possibilidades de construção de significados mais amplos e contextualizados.

Mas será que essa é, de fato, a única forma eficaz de aprendizado? A abordagem linear, que organiza o conhecimento em etapas rígidas e sucessivas, não poderia ser flexibilizada de modo a permitir conexões mais amplas? É plausível questionar, por exemplo, se um estudante realmente precisaria dominar previamente a energia mecânica para compreender energia em Termodinâmica ou Eletromagnetismo.

Situações semelhantes ocorrem em diferentes disciplinas, pois essa estrutura rígida de organização curricular, fundamentada na linearidade da construção do conhecimento científico, ultrapassa os limites de uma área específica. Na Biologia, por exemplo, é comum que a compreensão da hereditariedade seja postergada até que os alunos dominem previamente a estrutura do DNA e os processos bioquímicos envolvidos, o que pode dificultar o estabelecimento de conexões mais amplas com questões ecológicas ou evolutivas. De modo semelhante, na Química, o estudo das reações químicas costuma seguir uma progressão igualmente inflexível, em que os estudantes precisam primeiro

percorrer os modelos atômicos, a estrutura da matéria e a tabela periódica, antes de discutir ligações químicas e reatividade.

O modelo sequencial de organização do conhecimento contribui diretamente para a compartimentação das disciplinas, evidenciada tanto na Educação Básica quanto na formação inicial de professores. Ao oferecer pouca flexibilidade, os currículos baseados em estruturas conceituais rígidas acabam por reforçar a separação entre as áreas do conhecimento e dificultar a implementação de práticas interdisciplinares.

Essa compartimentação não se restringe à ausência de diálogo entre diferentes disciplinas, mas também se expressa na falta de conexões dentro de uma mesma área. Surge, então, uma questão central: como pode um profissional formado nesse contexto atuar de maneira interdisciplinar? Enquanto a formação inicial não for reformulada, torna-se imprescindível investir na formação continuada, seja por meio de cursos de pós-graduação, seja no aprimoramento profissional cotidiano, durante a regência em sala de aula ou nas orientações pedagógicas e pesquisas pessoais.

No trabalho interdisciplinar, é necessário romper as barreiras entre as disciplinas, valorizar de forma equitativa os diferentes campos do saber e construir relações significativas entre conteúdos e metodologias. Uma formação continuada pautada na interdisciplinaridade pode contribuir decisivamente para interromper o ciclo vicioso em que o professor ensina como aprendeu, evitando que reproduza na Educação Básica a mesma lógica fragmentada. Como destaca Fazenda (2008), a interdisciplinaridade deve ser compreendida como uma atitude capaz de transformar a prática docente. Nesse mesmo horizonte, Morin (2000) ressalta que apenas superando a fragmentação do conhecimento será possível avançar rumo a uma compreensão mais ampla, contextualizada e integrada da realidade.

Romper esse ciclo por meio da interdisciplinaridade exige reconhecer que o conhecimento demanda outra forma de estruturação e pensamento: mais amplo, integral e integrado. Em muitos casos, essa mudança implica uma reestruturação curricular, como a substituição da abordagem conceitual tradicional por uma abordagem temática, mais aberta à articulação de saberes.

Entretanto, não basta reformular o currículo; é necessário também rever as metodologias de ensino, o que exige abdicar de certas práticas profundamente enraizadas. Um exemplo evidente é a crença de que a resolução de exercícios tradicionais, presentes nos livros didáticos ou nos processos seletivos para ingresso no ensino superior, é essenciais para a aprendizagem ou para sua verificação. Definitivamente, não o são!

Nós, professores de Física, fomos formados nesse modelo. Fomos treinados para resolver exercícios de livros, repetindo procedimentos sem compreender, muitas vezes, o significado do que estávamos fazendo. Reproduzimos a ideia de que “saber Física” equivale a resolver listas de problemas. Inclusive, quando nossos alunos não compreendem o conteúdo, é comum recorrermos à frase: “vamos resolver um exercício e você vai entender”. De modo geral, acreditamos que uma maior complexidade nos exercícios resolvidos significaria maior profundidade no aprendizado.

Mas surge a questão: abandonar essa lógica implicaria que o conhecimento interdisciplinar seria menos profundo, mais superficial? Ou, ao contrário, não abriria caminhos para significados mais amplos e consistentes, construídos a partir da articulação entre diferentes saberes?

Refletir sobre essa questão implica considerar os objetivos da Educação Básica e a relação entre interdisciplinaridade e formação cidadã. Quando questionados sobre a finalidade do ensino, muitos professores da Educação Básica afirmam buscar a formação de cidadãos capazes de atuar em uma sociedade democrática, evidenciando a dimensão social e política da educação. Diversas pesquisas reforçam essa percepção ao apontar que os docentes frequentemente associam o ensino à construção de valores éticos, sociais e políticos, vinculando o papel da escola ao compromisso com a formação humana e cidadã (LIBÂNEO, 2013; RODRIGUES; CHAGAS; CALABRIA, 2023; SILVA; SOUSA; SILVA, 2023).

Nesse sentido, compreender o conhecimento científico em suas relações com o cotidiano, com outras formas de saber e com as questões sociais não pode ser considerado um enfoque superficial. Ao contrário, a interdisciplinaridade mostra-se como um caminho necessário para alcançar tais objetivos, sem que isso implique perda de profundidade, ainda que os exercícios tradicionais deixem de ocupar posição central.

A Educação Básica, portanto, não deve ser concebida como uma etapa de recrutamento de futuros cientistas ou como mero treinamento para o ingresso no Ensino Superior. Seu papel é proporcionar aos estudantes uma compreensão ampla do conhecimento científico, de seus processos de construção e de suas múltiplas relações com a sociedade e o meio ambiente, em consonância com uma perspectiva crítica e emancipadora de educação.

Entendemos que o trabalho interdisciplinar pode, sim, contemplar as habilidades e competências exigidas para o ingresso no Ensino Superior e, conseqüentemente, favorecer a aprovação nos processos seletivos. Contudo, não faz sentido reduzir o papel da escola

pública a um treinamento voltado exclusivamente à resolução de exercícios típicos desses exames. Essa preparação pode ocorrer em paralelo, em instâncias específicas, como os cursinhos populares, mas não deve constituir a essência da Educação Básica.

Embora a aprovação no ENEM seja frequentemente utilizada como indicador de qualidade por muitas redes de ensino, inclusive na esfera pública, é preciso reconhecer que não há verdadeira excelência se a formação não estiver voltada para a atuação crítica em uma sociedade mais justa e democrática. A interdisciplinaridade, evidentemente, não é a única solução para essa formação, mas certamente pode contribuir de modo significativo.

Mas de que maneira ela pode ser efetivamente implementada? Estaria a interdisciplinaridade destinada a ocupar o papel de uma chave milagrosa capaz de transformar o ensino ou, mais realisticamente, seria uma perspectiva a ser construída coletivamente, de forma crítica e situada nas práticas educativas?

POR QUE INTERDISCIPLINARIDADE?

A confiança que a sociedade depositou na Ciência e na Tecnologia, sobretudo entre o século XIX e a primeira metade do século XX, levou governantes e diversos setores sociais a buscarem soluções para os problemas coletivos por meio da especialização e da fragmentação do saber. Inspirada no modelo analítico das ciências naturais, consolidou-se a ideia de que compreender um fenômeno exigia um aprofundamento crescente em áreas cada vez mais específicas.

Desse modo, difundiu-se a impressão de que os problemas sociais também só poderiam ser resolvidos por especialistas altamente qualificados, aplicando métodos rigorosamente segmentados. Essa abordagem, porém, frequentemente baseada na análise de recortes isolados para posterior generalização, nem sempre alcançou os resultados esperados, o que levou a questionamentos acerca de suas limitações.

Diversos pensadores contribuíram para essa crítica ao reducionismo científico. Gaston Bachelard rejeitou a visão linear do conhecimento, defendendo que o avanço científico se dá por rupturas epistemológicas (BACHELARD, 1996). Jean Piaget, com a epistemologia genética, destacou o aprendizado como um processo dinâmico e interativo, em contraste com abordagens excessivamente compartimentalizadas (PIAGET, 1973). Thomas Kuhn, ao propor o conceito de mudanças de paradigma, evidenciou que a ciência não evolui de maneira cumulativa, mas sim por transformações que reconfiguram inteiramente os quadros de referência (KUHN, 1998).

Entretanto, foi Edgar Morin quem apresentou a crítica mais enfática ao reducionismo, formulando a epistemologia da complexidade. Para Morin (2002),

compreender os fenômenos requer uma visão integradora, capaz de articular diferentes saberes e romper com a lógica de compartimentos estanques. O conhecimento, portanto, deve ser entendido como um sistema interconectado, em que distintas áreas dialogam para oferecer uma visão mais ampla e contextualizada da realidade. Essa concepção abre caminho para a interdisciplinaridade como princípio formativo, indispensável à educação científica contemporânea.

São muitas as críticas à excessiva especialização em algo ou o “conhecer muito de muito pouco”. Rubem Alves traz em seu livro *“Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras”* uma analogia interessante, em que um pianista que só toca trinados o faz de forma brilhante, mas é limitado, pois não toca qualquer outra coisa (ALVES, 1994). Da mesma forma, podemos comparar esse conhecimento excessivamente especializado a um poço: quanto mais profundo, menos se enxerga ao seu redor. Essas imagens ilustram como a busca por profundidade em um campo restrito pode comprometer a capacidade de estabelecer conexões com outros saberes, obscurecendo a visão do todo e dificultando abordagens interdisciplinares, que são fundamentais para enfrentar problemas complexos no ensino e na sociedade.

No entanto, não podemos ignorar que esse aprofundamento excessivo foi responsável por avanços científicos e tecnológicos significativos, independentemente da discussão epistemológica que a cerca. Entretanto, esses avanços nem sempre resultaram em avanços sociais.

A crença em uma relação direta e necessária entre ciência, tecnologia e progresso social esteve historicamente associada a uma concepção de matriz positivista, que sustentava a ideia de um desenvolvimento linear e inevitável da sociedade a partir dos avanços científicos. Essa visão, no entanto, tem sido amplamente criticada por diversos autores. Latour (2000) problematiza a ideia de uma ciência neutra e autônoma, argumentando que o conhecimento científico está imerso em redes sociotécnicas e condicionado por contextos históricos e culturais. De modo semelhante, Santos (2003) denuncia os limites do paradigma científico dominante, apontando suas exclusões e os modos pelos quais oculta desigualdades e hierarquias sociais. No campo da Educação em Ciências, Auler (2001) alerta para os riscos das postulações tecnocráticas, que vinculam automaticamente o avanço tecnológico ao progresso social, desconsiderando as contradições estruturais que afetam a apropriação e os impactos desse conhecimento.

Essa perspectiva reducionista desconsidera que a produção e a aplicação do conhecimento científico e tecnológico não são neutros, estando profundamente

condicionadas por interesses econômicos, políticos e culturais. Além disso, os impactos da ciência e da tecnologia não se distribuem de forma equitativa, o que amplia desigualdades e reforça assimetrias sociais. Nesse contexto, a interdisciplinaridade se apresenta como uma alternativa formativa ao reducionismo, ao favorecer uma compreensão mais integrada, crítica e socialmente comprometida do conhecimento.

Para estudarmos a interdisciplinaridade e seus conceitos, é fundamental refletir sobre a própria necessidade dessa abordagem. Afinal, por que não continuar trabalhando de forma compartimentada? Não temos alcançado índices de avaliação? Os alunos não estão aprendendo os conceitos científicos? A aprendizagem, nesse modelo, não seria mais profunda e de melhor qualidade? Poderia um estudante formado em uma perspectiva interdisciplinar alcançar melhores resultados no ENEM? Essas questões refletem dúvidas comuns sobre o ensino interdisciplinar e demonstram a necessidade de compreendermos melhor seu alcance formativo.

Atualmente, é cada vez mais comum que equipes trabalhem de forma colaborativa em diversas áreas, como medicina, construção civil, advocacia, administração. Aos poucos, percebeu-se que a integração de diferentes saberes pode aumentar significativamente a eficiência no estudo e tratamento de doenças, no planejamento urbano, na resolução de processos jurídicos e na gestão de empresas. Em muitos casos, a colaboração entre profissionais de diferentes áreas não apenas melhora os resultados, mas se torna essencial para o sucesso do trabalho.

Entretanto, esses profissionais também enfrentam desafios semelhantes aos encontrados na educação, uma vez que, em sua maioria, foram formados em um modelo compartimentado, no qual os conhecimentos permanecem isolados. Para atuarem de forma interdisciplinar, precisam desenvolver estratégias de colaboração e integração, o que se torna mais difícil quando essa vivência não ocorreu desde a formação inicial. Se, por outro lado, a perspectiva interdisciplinar for introduzida já na Educação Básica, os impactos podem ser ainda mais significativos, tanto na construção do conhecimento dos alunos quanto em sua formação como cidadãos críticos, preparados para lidar com a complexidade do mundo contemporâneo.

Assim, considerando o contexto educacional, a interdisciplinaridade propõe precisamente essa visão ampliada, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências para reconhecer conexões entre diferentes áreas do conhecimento e aplicá-las em situações concretas. Desse modo, contribui para a formação de cidadãos críticos, reflexivos e socialmente engajados, com capacidade para compreender as problemáticas

do mundo contemporâneo em sua complexidade. Essa abordagem amplia a visão de mundo dos estudantes, desenvolvendo a possibilidade de articular diferentes saberes, pensar e agir de forma mais integrada e colaborar em grupo na busca por soluções significativas.

Além disso, a formação interdisciplinar favorece uma atuação mais integrada no mercado de trabalho. Profissionais e empreendedores com uma perspectiva abrangente tendem a planejar e executar projetos de maneira cooperativa, envolvendo diferentes áreas do saber. Essa postura se reflete também na constituição de cidadãos mais ativos e solidários, aptos a analisar os problemas sociais sob múltiplos ângulos e a propor soluções mais consistentes e abrangentes.

Cabe ressaltar, entretanto, que a interdisciplinaridade é apenas um dos aspectos da formação cidadã, já que o estudante está sujeito a diversos outros fatores, mesmo no ambiente escolar. Ainda assim, o potencial do trabalho interdisciplinar é amplamente reconhecido nos documentos oficiais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores, reafirmadas pela Resolução CNE/CP nº 4/2024, que orientam também a formação de profissionais da educação em nível superior e tecnológico. Tais documentos destacam a importância da integração dos saberes para a construção de uma educação crítica, emancipadora e socialmente relevante.

UM POUCO DA INTERDISCIPLINARIDADE NOS DOCUMENTOS OFICIAIS

A educação brasileira, em especial o ensino de Ciências da Natureza, sempre esteve marcada por diferentes objetivos e metodologias, seja por meio de políticas públicas, seja por propostas apoiadas em teorias consideradas inovadoras. Myriam Krasilchik, em *Ensino de Ciências e Cidadania*, mostra como os currículos refletem contextos sociais e políticos específicos, revelando tensões permanentes entre prescrições oficiais e práticas escolares (KRASILCHIK, 1987). Essa tensão entre o proposto e o praticado também é destacada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que ressaltam a necessidade de articular o conhecimento científico com a realidade escolar, superando a simples transposição didática.

Nas últimas décadas, diferentes documentos procuraram incluir a interdisciplinaridade como princípio orientador. Nos anos 1990, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o PCN+ e as Orientações Curriculares Nacionais (OCN) introduziram termos como *Temas Transversais*, *Habilidades*, *Competências* e *Interdisciplinaridade* (BRASIL, 1999). Apesar dos cursos de formação e da distribuição

de materiais, os efeitos práticos foram limitados. Nossa experiência na Educação Básica constatou que a menção a tais documentos aparecia nas capas de muitos livros didáticos, mas com pouca alteração real na forma como os conteúdos eram trabalhados. Mesmo com a relevância dessas propostas em pesquisas acadêmicas e em espaços de formação docente, sua incorporação ao cotidiano escolar foi restrita. Como aponta Fazenda (2008), a interdisciplinaridade só se efetiva quando é compreendida como atitude epistemológica e prática, e não como mera junção de conteúdos.

Com o passar do tempo, presenciamos uma recorrência de propostas interdisciplinares que, mesmo promissoras, foram enfraquecidas ou abandonadas. Muitas delas tornaram-se “modismos educacionais”, fenômeno já alertado por Japiassu (1976) e Fazenda (2011), incorrendo no risco de ser instrumentalizada de maneira superficial, sem efetiva mudança nas práticas educacionais, resultando inclusive em distorções conceituais sobre a interdisciplinaridade. Um exemplo foi a popularização da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na década de 2010, em que muitos trabalhos se autodenominavam CTS, mas sem fidelidade aos seus fundamentos (SANTOS; BAZZO, 2003). Essa banalização conceitual de termos como interdisciplinaridade e CTS, sem o necessário embasamento teórico, é o que Fazenda (2011) denomina de “uso retórico da integração”, esvaziando seu potencial transformador.

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), prevista no Plano Nacional de Educação (PNE), reafirma a interdisciplinaridade como um de seus princípios orientadores (BRASIL, 2018). No entanto, sua implementação prática tem sido amplamente questionada. A formulação do Novo Ensino Médio, baseada na BNCC, retoma aspectos de modelos educacionais adotados nas décadas de 1970 e 1980, marcados por uma abordagem tecnicista que acentuou desigualdades no acesso ao ensino superior, sobretudo entre estudantes da rede pública e da rede privada.

Apesar de propor a integração dos saberes por meio dos itinerários formativos e de se apresentar como uma inovação, muitos pesquisadores apontam que a política ainda se encontra em fase experimental, permeada por incertezas, tentativas e ajustes improvisados, além de estar submetida a fortes pressões por resultados imediatos (SANTOS, 2003; OLIVEIRA, 2023). Nesse cenário, torna-se pertinente retomar a crítica de Morin (2000), que defende a superação do paradigma da simplificação na educação contemporânea. Para o autor, é urgente cultivar o pensamento complexo, capaz de articular diferentes saberes e promover uma formação verdadeiramente integral do sujeito.

Destacamos que, nos últimos anos, observou-se uma forte mobilização de setores da sociedade civil, especialmente da comunidade acadêmica e de entidades ligadas à educação, pela revogação do Novo Ensino Médio e da Diretriz Curricular Nacional para a Formação de Professores da Educação Básica. As críticas concentraram-se na fragilidade teórica dos documentos, na desvalorização da formação ampla e na priorização de modelos tecnicistas, voltados à lógica do mercado em detrimento da formação crítica e integral.

Apesar da amplitude do debate público e das manifestações contrárias promovidas por estudantes, pesquisadores e profissionais da educação, a revogação efetiva dessas políticas não ocorreu. As mudanças implementadas até o momento foram pontuais e insuficientes para reverter as diretrizes centrais desses documentos, que seguem orientando tanto a estrutura do Ensino Médio quanto os currículos dos cursos de licenciatura no país.

No campo da formação docente, a Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024, estabelece as atuais diretrizes para a formação de professores da Educação Básica (BRASIL, 2024). O documento reconhece a importância da interdisciplinaridade como princípio formativo, mas mantém forte ênfase no Núcleo II (Aprofundamento dos Conteúdos Específicos), estruturado por áreas disciplinares tradicionais. Esse arranjo reforça a compartimentação e limita a vivência concreta de práticas interdisciplinares ao longo do curso.

Além disso, a resolução restringe a interdisciplinaridade a momentos pontuais, especialmente no estágio supervisionado, sem alterar significativamente a organização curricular. O resultado é um discurso que valoriza a integração, mas que não propõe mecanismos claros para romper com a lógica disciplinar predominante. Como observa Gatti (2009), a formação docente nas instituições de ensino superior brasileiras ainda é fortemente marcada por estruturas departamentais que reproduzem o isolamento das áreas e dificultam o trabalho coletivo.

Assim, a efetiva implementação da interdisciplinaridade na formação inicial ainda depende fortemente de iniciativas institucionais, de grupos de formadores e de linhas de pesquisa específicas. Diante desse cenário, torna-se cada vez mais evidente a importância da formação continuada para professores da Educação Básica, de modo a possibilitar vivências concretas de trabalho interdisciplinar e romper com o ciclo de reprodução da fragmentação.

Sommerman (2006) enfatiza que a interdisciplinaridade não se restringe à cooperação entre disciplinas, mas implica uma mudança epistemológica que transforma a forma de produzir e compartilhar conhecimento. É nesse horizonte que situamos nossa experiência com o curso *Formação Continuada de Professores de Ciências da Natureza*

para a Educação Básica, que busca contribuir para a construção de práticas interdisciplinares mais consistentes, tanto na formação docente quanto no cotidiano escolar.

CAPÍTULO 2:

QUAL INTERDISCIPLINARIDADE?

Na construção do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da Especialização em Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB) e nos estudos conduzidos pelo grupo responsável por sua formulação, identificamos a necessidade de esclarecer qual concepção de interdisciplinaridade direcionaria nossa proposta. Isso envolvia determinar seu alcance e o nível de relação entre as disciplinas, tanto na formulação das ementas quanto no planejamento das aulas e da regência. Assim, tornou-se essencial responder à pergunta: de qual interdisciplinaridade estamos falando?

Nossa abordagem teve início com o estudo da distinção proposta por Ivani Fazenda entre interdisciplinaridade científica e interdisciplinaridade escolar, ancorada nos conceitos e na terminologia sistematizados por Hilton Japiassu. Esses autores foram pioneiros na consolidação teórica da interdisciplinaridade no Brasil. Japiassu (1976) a define como um processo de intercomunicação entre saberes, com potencial para superar a fragmentação do conhecimento. Fazenda (2008, 2011), por sua vez, amplia essa concepção ao compreendê-la como uma atitude intelectual e uma prática pedagógica, que se manifesta no cotidiano escolar por meio de ações colaborativas e integradoras.

Em seguida, exploramos a interdisciplinaridade no contexto da Alfabetização Científica, particularmente na vertente Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), destacando as contribuições de Glen Aikenhead, Joan Solomon, Walter Antônio Bazzo e Wildson Luiz Pereira dos Santos. Aikenhead (2006) defende uma educação científica voltada à vida cotidiana, enquanto Santos e Bazzo (2003) reforçam o papel do enfoque CTS na formação de cidadãos críticos e socialmente comprometidos.

Nesse ponto, consideramos ainda o impacto do discurso de Charles Percy Snow em Cambridge sobre “as duas culturas”, que evidencia a necessidade de maior inter-relação entre humanistas e cientistas, tema que perpassa também os escritos de Morin (2000) ao propor um pensamento complexo que una os saberes dispersos.

Além disso, analisamos a interdisciplinaridade a partir das perspectivas de Paulo Freire e suas conexões com o ensino de Ciências Naturais, com base nos estudos de Marta Pernambuco, Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Décio Auler. Esses autores, ao dialogarem com a pedagogia freireana, enfatizam a importância da problematização e da construção coletiva do conhecimento como caminhos para uma prática interdisciplinar

crítica (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; FREIRE, 1970, 1967; AULER, 2023).

Finalmente, destacamos o ensino por investigação, especialmente nas atividades experimentais e na abordagem de problemáticas, fundamentado em pesquisas de Ana Maria Pessoa de Carvalho e Roberto Nardi, que também oferecem subsídios valiosos para a construção de práticas interdisciplinares no ensino de Ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995; NARDI, 2014).

A concepção de interdisciplinaridade que adotamos propõe a integração entre as disciplinas das Ciências Naturais, como Química, Física e Biologia, articulando-as também com outras áreas do saber, como Ciências Humanas, Arte e Literatura. Essa abordagem amplia os horizontes de aprendizagem e promove uma formação crítica, reflexiva e culturalmente abrangente.

No contexto da formação continuada de professores, especialmente nas Ciências Naturais, essas conexões não representam uma mistura desordenada de conteúdos, mas uma base teórica e metodológica essencial. Como observa Alves (1994), o especialista que domina apenas uma técnica assemelha-se ao pianista que conhece apenas os trinos, pois brilha no detalhe, mas perde a harmonia do conjunto. Ampliar o repertório profissional é, portanto, uma exigência da prática docente interdisciplinar.

SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE

Antes de definirmos a interdisciplinaridade e suas diferentes terminologias, é necessário refletirmos sobre a noção de disciplinaridade. Para Japiassu (1976), a disciplinaridade corresponde a um domínio homogêneo de estudo, caracterizado por métodos e conceitos próprios, com fronteiras bem delimitadas. Sommerman (2006) amplia essa concepção ao destacar que o aprofundamento em uma disciplina conduz inevitavelmente ao contato com os limites de outras áreas do conhecimento, sugerindo que a hiperespecialização, em algum momento, exige o diálogo interdisciplinar.

No contexto escolar tradicional, entretanto, as disciplinas tendem a funcionar de maneira isolada. Cada campo do saber desenvolve seus próprios conceitos e metodologias, o que resulta em currículos segmentados e pouco flexíveis. Esse modelo favorece a especialização dos conteúdos, mas dificulta a construção de conexões entre diferentes áreas e reduz as possibilidades de integração do conhecimento.

É importante ressaltar, contudo, que a interdisciplinaridade não se limita à simples conexão entre duas ou mais disciplinas. O grau de relação estabelecido e a postura dos

profissionais envolvidos nesse processo permitem distinguir diferentes formas de articulação, que receberão denominações específicas e serão discutidas a seguir.

Japiassu (1976) propõe quatro níveis de relação entre as disciplinas: multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. A multidisciplinaridade representa o nível mais básico dessa relação. Nesse modelo, diversas disciplinas compõem um mesmo currículo, mas sem estabelecer conexões explícitas entre si. Cada disciplina mantém seus próprios objetivos, atuando de maneira independente, sem cooperação ou interação efetiva. Esse formato é o mais comum no ensino tradicional, em que os conteúdos são organizados em compartimentos isolados, como representado na Figura 1.

Figura 1- Multidisciplinaridade com a ideia de disciplinas concomitantes.



Fonte: elaborado pelos autores, adaptado de Japiassu (1976).

Eventualmente, há uma confusão entre as terminologias, não é raro que a multidisciplinaridade seja confundida com a interdisciplinaridade, especialmente no contexto escolar. Muitas ações que envolvem diferentes disciplinas trabalhando sobre um mesmo tema são identificadas como interdisciplinares, embora careçam de articulação efetiva entre os saberes. Um exemplo típico ocorre quando temas como alimentação, meio ambiente ou inclusão são abordados por diferentes áreas do conhecimento de forma paralela, cada uma mantendo seus próprios objetivos, conteúdos e metodologias. Nesses casos, trata-se de uma abordagem multidisciplinar, caracterizada pela justaposição de saberes sem cooperação ou integração entre as disciplinas. Essa prática pode ocorrer inclusive em propostas que envolvem os Temas Transversais e, mais recentemente, os Temas Contemporâneos Transversais.

Essa confusão, em grande parte, está diretamente relacionada à formação inicial e continuada dos professores, que ainda ocorre sob forte influência da organização disciplinar do conhecimento. Essa limitação compromete a construção de abordagens integradas e afeta a autonomia docente no planejamento de propostas pedagógicas mais

articuladas. Além disso, as equipes gestoras e coordenações pedagógicas, que poderiam desempenhar um papel estratégico na promoção de ações colaborativas e na criação de espaços de diálogo entre os professores, muitas vezes não operam de forma articulada, o que contribui para a fragmentação das práticas educativas e para a manutenção de uma lógica organizacional centrada nas disciplinas.

Lima, Costa e Pernambuco (2012) observam que, embora os documentos oficiais exijam o desenvolvimento de propostas interdisciplinares, muitas escolas impõem essas exigências aos professores sem oferecer suporte adequado. Os autores destacam que há um descompasso entre a formação teórica recebida nos cursos de licenciatura e as competências práticas cobradas no ambiente escolar, o que gera insegurança e desorientação na atuação docente. Para que a interdisciplinaridade se efetive como prática, é necessário que os gestores escolares e coordenadores pedagógicos não apenas demandem projetos integrados, mas também promovam formação continuada, escuta ativa e articulação entre os profissionais envolvidos, criando condições institucionais concretas para a superação da fragmentação do ensino.

Essa ideia é representada na Figura 2. Embora todas as disciplinas envolvidas estejam voltadas para um mesmo tema, não há, nesse caso, uma articulação efetiva entre os conteúdos, métodos ou objetivos de cada área. Cada componente curricular trata da temática a partir de sua própria lógica interna, sem diálogo ou integração com os demais. Por essa razão, destacamos que essa figura representa uma abordagem multidisciplinar, e não interdisciplinar, já que não há construção conjunta do conhecimento nem superação da fragmentação disciplinar. Trata-se, portanto, de uma justaposição de saberes, característica típica da multidisciplinaridade.

Figura 2 – Temáticas abordadas com um trabalho multidisciplinar.



Fonte: elaborado pelos autores.

Já a pluridisciplinaridade representa um nível mais elaborado de aproximação entre as disciplinas em relação à multidisciplinaridade. Embora cada área do conhecimento ainda preserve sua autonomia, organização curricular e objetivos específicos, há, nesse modelo, uma disposição para o diálogo e para a cooperação pontual entre os saberes. As disciplinas passam a estabelecer conexões temáticas ou metodológicas, favorecendo uma articulação parcial que amplia a compreensão de determinados fenômenos, sem, contudo, promover uma integração efetiva dos conteúdos.

Por exemplo, uma disciplina pode recorrer aos conteúdos ou contextos de outra para ampliar a compreensão de determinados conceitos, sem que isso configure uma integração efetiva entre elas. Muitas vezes, essa relação é hierarquizada: os conteúdos da disciplina Y são utilizados apenas como apoio para o entendimento de conceitos centrais da disciplina X, sem necessidade de compreendê-los. Nesses casos, a colaboração não exige um estudo aprofundado da disciplina de apoio, que assume um papel instrumental, e não de coautoria na construção do conhecimento. Assim, ao convidarmos um professor de Música para uma aula sobre som, podemos utilizar instrumentos para ilustrar a relação entre frequências e notas musicais. No entanto, se não houver objetivos de aprendizagem compartilhados ou um aprofundamento articulado entre os conceitos da Física e da Música, essa abordagem permanece no campo da pluridisciplinaridade.

Apesar de introduzir certa interação, a pluridisciplinaridade ainda preserva fronteiras bem definidas entre as áreas. As relações que se estabelecem entre elas são complementares e funcionais, mas não resultam em uma interdependência conceitual profunda. Em termos curriculares, trata-se de um modelo concomitante, no qual as disciplinas mantêm seus próprios objetivos, métodos e conteúdos, interagindo apenas de modo pontual e circunstancial.

Um exemplo desse modelo pode ser visualizado na Figura 3, em que há certa articulação entre Física, Química e Biologia. Embora o diálogo entre essas áreas seja mais evidente do que na multidisciplinaridade, as fronteiras disciplinares permanecem nítidas. O intercâmbio ocorre de maneira restrita, sem que se produza uma efetiva construção de conhecimento interdisciplinar.

Figura 3- Pluridisciplinaridade com o exemplo das disciplinas de Física, Química e Biologia em que cada uma tem seus próprios objetivos, metodologias e conceitos, embora com alguma interação.



Fonte: elaborado pelos autores e adaptado de Japiassu (1976).

De forma semelhante ao que acontece com a multidisciplinaridade, é comum que projetos de ensino pluridisciplinares sejam concebidos com a intenção de se tornarem interdisciplinares. Muitas vezes, feiras de ciências são organizadas a partir de uma temática ampla, porém, cada disciplina mantém seus próprios objetivos, métodos e instrumentos de avaliação, com alguma complementação ou organização. Atividades como aulas de campo e mostras temáticas são frequentemente qualificadas como interdisciplinares, mas, na prática, muitas vezes carecem dos elementos essenciais para caracterizá-las verdadeiramente como tal. Ivani Fazenda (2008) enfatiza que a interdisciplinaridade efetiva exige um planejamento coletivo entre os docentes, com diálogo articulado e compartilhamento de metas educacionais, assegurando que os conhecimentos não sejam apropriados de forma fragmentada pelos alunos. Essa perspectiva é corroborada por Sommerman (2011), que destaca que a simples justaposição de atividades e conteúdos disciplinares, sem uma articulação reflexiva e programada, não configura interdisciplinaridade legítima.

Na prática, a pluridisciplinaridade manifesta-se com maior frequência entre áreas afins, especialmente no campo das Ciências da Natureza. É comum, por exemplo, a interação entre Física, Química e Biologia para alcançar objetivos de aprendizagem específicos de uma dessas disciplinas. Embora esse modelo se caracterize por algum nível de cooperação entre as áreas, cada disciplina preserva seus próprios métodos e conteúdos, resultando em uma sobreposição de saberes mais do que em uma integração efetiva. Essa articulação ocorre, em geral, em função da proximidade entre os conteúdos programáticos e das metas de aprendizagem estabelecidas, sem implicar, necessariamente, uma construção coletiva do conhecimento ou uma coordenação intencional e reflexiva entre os professores. Por isso, ainda que represente um avanço em relação à simples justaposição disciplinar, a pluridisciplinaridade carece da articulação profunda que caracteriza a

interdisciplinaridade, o que pode limitar a construção de uma visão mais crítica e integrada dos conteúdos escolares (JAPIASSU, 1976; TEIXEIRA, 2016).

Sob essa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) delinea um currículo que se aproxima mais da pluridisciplinaridade do que da interdisciplinaridade. Embora a área de Ciências da Natureza esteja organizada em grandes unidades temáticas, os objetos de conhecimento e as habilidades continuam sendo definidos de forma separada para cada componente curricular.

Assim, não há uma integração conceitual efetiva entre Física, Química e Biologia, mas sim uma organização por afinidade temática, na qual cada disciplina mantém seus próprios objetivos e métodos. Como apontam Fazenda (2011) e Sommerman (2006), a ausência de articulação profunda entre os saberes compromete a construção de uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar, restringindo o potencial formativo de uma visão mais integrada do conhecimento.

As habilidades propostas são organizadas predominantemente de forma a atender aos objetivos de cada disciplina de maneira isolada, com poucos incentivos a conexões interdisciplinares efetivas. Tomando como exemplo a unidade temática “Matéria e Energia” no 6º ano do Ensino Fundamental, observa-se que os objetos de conhecimento e habilidades estão distribuídos entre as áreas de Química, Física e Biologia sem uma proposta explícita de articulação entre elas, como exemplificado na Tabela 1.

Apesar disso, alguns objetivos mais amplos, como a habilidade EF06CI01 que propõe "discutir e valorizar a Ciência e a Tecnologia como construções humanas, relacionando-as com o desenvolvimento de sociedades e culturas", oferecem uma oportunidade de diálogo entre as áreas. Nesse sentido, embora esse exemplo se aproxime de uma abordagem multidisciplinar ao tratar de temas mais gerais e reflexivos, não se configura plenamente como tal. A ausência de objetivos de aprendizagem compartilhados e de um planejamento conjunto entre as disciplinas mantém essa estrutura dentro de uma lógica pluridisciplinar, em que as contribuições de cada área ocorrem paralelamente, sem integração.

Tabela 1- Unidade temática Matéria e Energia com alguns exemplos de objetos do conhecimento e habilidades para os anos finais do Ensino Fundamental.

Unidade Temática	Objetos do conhecimento	Habilidades
MATÉRIA E ENERGIA	Misturas homogêneas e heterogêneas	Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).
	Formas de Propagação do Calor	Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, e explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.).
	Cálculo do Consumo de Energia Elétrica	Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.
	Aspectos Quantitativos das Transformações Químicas	Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

Fonte: elaborado pelos autores.

Isso não significa que os objetivos e conteúdos definidos pela BNCC careçam de relevância. No entanto, é importante reconhecer que, em sua formulação, não oferece uma orientação clara e sistematizada para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares no interior das unidades temáticas. Essa lacuna, embora não impeça a construção da interdisciplinaridade, reforça a importância de que professores e gestores tenham clareza conceitual sobre o tema, a fim de promover propostas pedagógicas mais integradas. Na prática, a estrutura da BNCC ancora-se majoritariamente em uma lógica pluridisciplinar, caracterizada por articulações temáticas pontuais entre disciplinas, sem alcançar uma integração epistemológica profunda (FAZENDA, 2008; SOMMERMAN, 2011; TEIXEIRA, 2016).

Seguimos a análise de Sommerman (2011), que destaca um consenso entre diversos autores na definição dos conceitos de multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade. No contexto pedagógico, a multidisciplinaridade é caracterizada como a forma mais recorrente de organização do conhecimento, em que as disciplinas ou matérias são tratadas de modo isolado, sem que as relações entre elas sejam explicitamente consideradas no processo de ensino. No campo da pesquisa, essa abordagem aparece quando diferentes disciplinas são utilizadas apenas como fontes de referência, não resultando em transformações conceituais ou metodológicas que possam fortalecer e enriquecer efetivamente cada uma delas. Japiassu (1976) contribui para essa compreensão ao enfatizar que essa situação mantém a fragmentação do conhecimento e não a supera por meio da integração entre saberes. A pluridisciplinaridade, por sua vez, caracteriza-se pelo estabelecimento de relações entre disciplinas mais ou menos afins, permitindo certa transferência de métodos entre elas e o

enriquecimento do objeto de estudo. Contudo, essa abordagem ainda não promove um verdadeiro diálogo entre os saberes ou entre os especialistas, tampouco modifica as disciplinas de maneira profunda (SOMMERMAN, 2011; FAZENDA, 2011).

Embora exista consenso entre os pesquisadores quanto às definições de multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade, o mesmo não ocorre em relação aos conceitos de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, que envolvem maior complexidade teórica e permanecem em processo de construção conceitual (JAPIASSU, 2006; SOMMERMAN, 2006). Como não é objetivo deste texto aprofundar tais distinções, adota-se aqui uma abordagem metodológica que delimita o foco de análise na interdisciplinaridade.

Dada a multiplicidade de interpretações sobre o termo, adotamos como referência inicial a definição proposta por Japiassu (1976, 2006), segundo a qual a interdisciplinaridade caracteriza-se por uma interação intensa entre duas ou mais disciplinas que compartilham objetivos comuns, metodologias e até mesmo princípios epistemológicos. Em alguns casos, essa interação pode levar à ampliação das fronteiras disciplinares e à criação de novos campos do conhecimento, como ocorre na Biofísica, Bioquímica e Astrobiologia (SOMMERMAN, 2011).

Essa forma mais profunda de articulação entre as disciplinas corresponde ao que Sommerman (2011) denomina de interdisciplinaridade forte, caracterizada pelo diálogo efetivo entre as áreas do conhecimento, com compartilhamento de fundamentos teóricos, conceitos e métodos. Essa abordagem não se restringe à integração entre disciplinas científicas, podendo também incorporar saberes oriundos das artes, dos conhecimentos populares e das comunidades tradicionais. Quando isso ocorre, aproxima-se da perspectiva da transdisciplinaridade, conforme proposta por Morin (2000) e retomada por Sommerman (2006), que defende uma compreensão complexa e integradora do conhecimento. Nessas condições, o processo educativo transcende os limites disciplinares convencionais e promove uma visão mais ampla, crítica e contextualizada da realidade.

Para alcançar um nível mais profundo de integração curricular, é essencial que as disciplinas envolvidas estabeleçam relações horizontais, evitando qualquer forma de hierarquização entre os saberes. Ivani Fazenda (2008) compreende a interdisciplinaridade como uma atitude intelectual e pedagógica, um modo de pensar e organizar o currículo que favorece o diálogo entre diferentes campos do conhecimento. Essa perspectiva busca superar a fragmentação dos conteúdos escolares, promovendo a construção coletiva de significados e o enfrentamento das complexidades da realidade com a articulação de

múltiplos saberes (FAZENDA, 2008; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

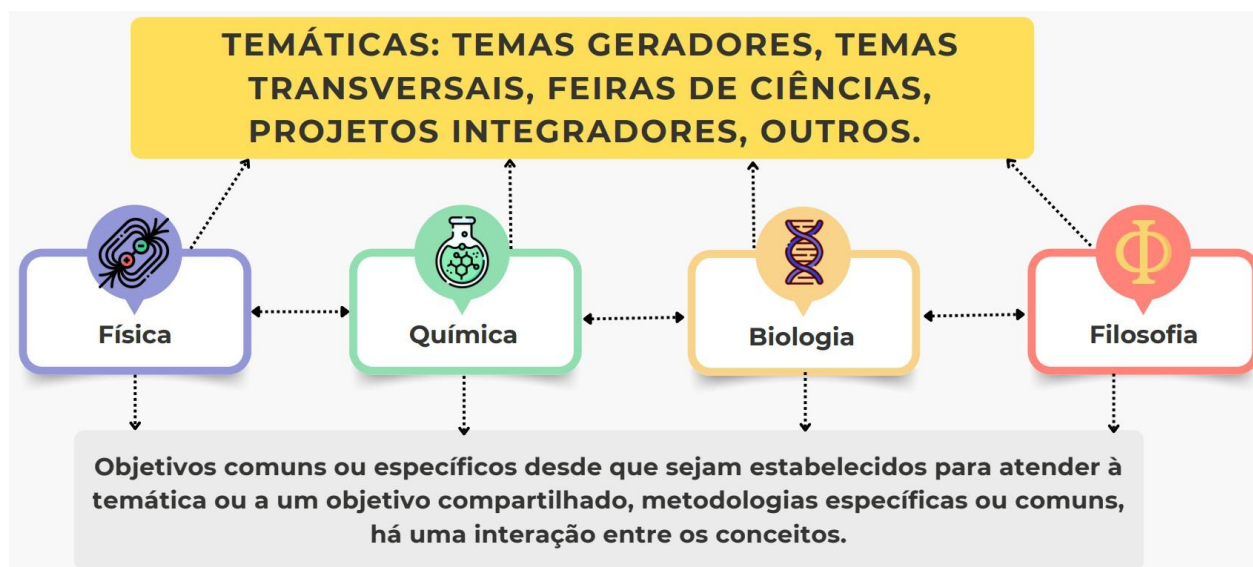
Nesse contexto, a escolha de uma temática comum se apresenta como ponto de partida para a articulação entre disciplinas. Essa temática pode assumir diferentes formas, como uma questão sociocientífica, um tema gerador, um conceito estruturante ou um problema complexo. Ao orientar o planejamento curricular e a organização das disciplinas, ela permite mobilizar conhecimentos diversos em torno de uma mesma problemática, favorecendo práticas pedagógicas mais integradas. Inspirada na perspectiva freireana, essa abordagem promove a leitura crítica do mundo e o compromisso com uma educação contextualizada e transformadora (FREIRE, 1970; FAZENDA, 2011).

Como afirmam Fazenda (2008) e Morin (2015), a construção de um currículo interdisciplinar exige uma ruptura com a lógica tradicional de organização do conhecimento, ainda centrada na fragmentação disciplinar. Com base nessa perspectiva, compreendemos que não é possível promover a interdisciplinaridade sem um currículo que efetivamente a viabilize.

Nossa proposta, portanto, fundamenta-se na elaboração de um currículo em que a definição de conceitos e metodologias parte de uma temática central comum, capaz de orientar a seleção dos conteúdos e a organização das práticas pedagógicas. Nesse modelo, é essa temática que estrutura o percurso formativo, e não as disciplinas de forma isolada, invertendo a lógica tradicional que apresenta primeiro os conteúdos disciplinares para só depois relacioná-los aos contextos sociais, políticos, científicos ou tecnológicos.

Essa perspectiva interdisciplinar está representada na Figura 4, na qual as disciplinas de Física, Química, Biologia e Pedagogia, embora preservem seus referenciais próprios, convergem em torno de uma temática comum. Essa temática central orienta o planejamento didático e promove a articulação entre os diferentes saberes, funcionando como eixo integrador da proposta curricular.

Figura 4- Exemplo esquemático de interdisciplinaridade proposta pelo curso de Especialização em Ensino de Ciências Naturais para Educação Básica, com base em Japiassu e Sommerman.



Fonte: elaborado pelos autores e adaptado de Japiassu (1976).

Ressaltamos que, na perspectiva da interdisciplinaridade, ainda podem existir fronteiras entre as disciplinas, mas essas fronteiras tornam-se permeáveis à medida que os saberes se integram em torno de um objetivo comum, permitindo um diálogo contínuo e dinâmico. As disciplinas de Física, Química e Biologia preservam suas delimitações, sobretudo em razão da atuação de seus sujeitos, os professores, mas seus conceitos e metodologias circulam entre elas e podem também interagir com outras áreas do conhecimento, como Geografia, História, Arte e Literatura. Essa abordagem não elimina os objetivos próprios de cada disciplina, historicamente construídos, mas exige que esses objetivos sejam reorganizados de modo a convergir para a resolução de uma questão central vinculada à temática proposta (FAZENDA, 2008; SOMMERMAN, 2011).

É nesse nível que se situa o trabalho do curso da EECNEB, ao adotar uma proposta de interdisciplinaridade estruturada a partir de um currículo organizado em torno de temáticas. São essas temáticas que orientam a seleção de conteúdos, conceitos e metodologias em cada abordagem, servindo como um eixo orientador do processo formativo.

Dentro dessa perspectiva, a interdisciplinaridade implica o uso de múltiplas metodologias, e a didática das Ciências Naturais atua como elo integrador entre os diferentes aspectos metodológicos, inclusive aqueles relacionados à pesquisa. As temáticas foram elaboradas de modo a permitir abordagens diversas, integrando não apenas Física, Química e Biologia, mas também estabelecendo diálogo com outras disciplinas como a Filosofia, a Pedagogia e a Geografia. A definição das disciplinas envolvidas e dos

conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais dependerá tanto da temática escolhida quanto da dinâmica de cada grupo de trabalho responsável pelo planejamento e pela regência em sala de aula.

Cada grupo de estudantes possui suas particularidades e afinidades. Da mesma forma que na ciência não existe a neutralidade absoluta do pesquisador, no ensino também não é possível assegurar total neutralidade por parte do educador. Por mais minuciosos que sejam os currículos e as metodologias propostas, sua aplicação nunca ocorre de maneira idêntica, pois a prática docente é permeada por diversos fatores, como a trajetória formativa do professor, sua experiência profissional e a qualidade da interação estabelecida com os alunos.

Embora a proposta desenvolvida não atinja o nível da transdisciplinaridade, é importante apresentar uma breve definição desse conceito para situar seu lugar no debate. Segundo autores como Morin (2002), Japiassu (2006) e Nicolescu (1999), a transdisciplinaridade representa o grau mais elevado de integração entre os campos do saber, no qual as fronteiras disciplinares deixam de existir. Nesse nível, os conteúdos de Física, Química ou Biologia não são mais tratados como domínios separados, pois não há objetivos específicos por disciplina nem metodologias segmentadas. A aprendizagem passa a ser orientada por problemáticas amplas e complexas, envolvendo múltiplos saberes que se articulam de forma fluida e colaborativa, o que caracteriza um horizonte epistemológico fundamentado na complexidade.

A transdisciplinaridade caracteriza-se pela construção de um sistema global de conhecimento em que dimensões científicas, artísticas, éticas e culturais se articulam de forma integrada. Trata-se de uma abordagem que ultrapassa os limites disciplinares e propõe a organização do currículo em torno de um eixo temático central. Nesse modelo, todos os conceitos, metodologias e discussões epistemológicas se estruturam a partir dessa base comum, favorecendo uma compreensão ampliada e relacional da realidade (JAPIASSU, 2006; TEIXEIRA, 2016; SOMMERMAN, 2011).

Entretanto, autores como Piaget (1973) já advertiam que esse nível de integração deve ser compreendido mais como um ideal regulador do que como uma meta plenamente alcançável. Na mesma linha, Morin (2002) e Nicolescu (1999) consideram a transdisciplinaridade um horizonte utópico e prospectivo, que orienta práticas mais complexas e integradas de construção do conhecimento. Apesar das dificuldades práticas, esse referencial aponta para possibilidades de superação da fragmentação do saber e reforça

a importância de abordagens educativas que articulem múltiplas dimensões da experiência humana.

Na Figura 5 está ilustrada uma proposta de relação transdisciplinar, em que as disciplinas não aparecem de forma delimitada ou isolada. Representações como essa são frequentemente utilizadas em textos que abordam a ideia de interdisciplinaridade, especialmente quando se busca enfatizar a integração entre os saberes. Os blocos representados na imagem sugerem áreas do conhecimento que compartilham um mesmo espaço formativo, estabelecendo relações intensas e contínuas. Diferentemente de modelos baseados na justaposição de conteúdos, essa configuração expressa um ambiente em que os limites disciplinares são atenuados em favor de uma abordagem integrada e dialógica.

Figura 5- Exemplo de representação da transdisciplinaridade.



Fonte: elaborado pelos autores e adaptado de Japiassu (1976).

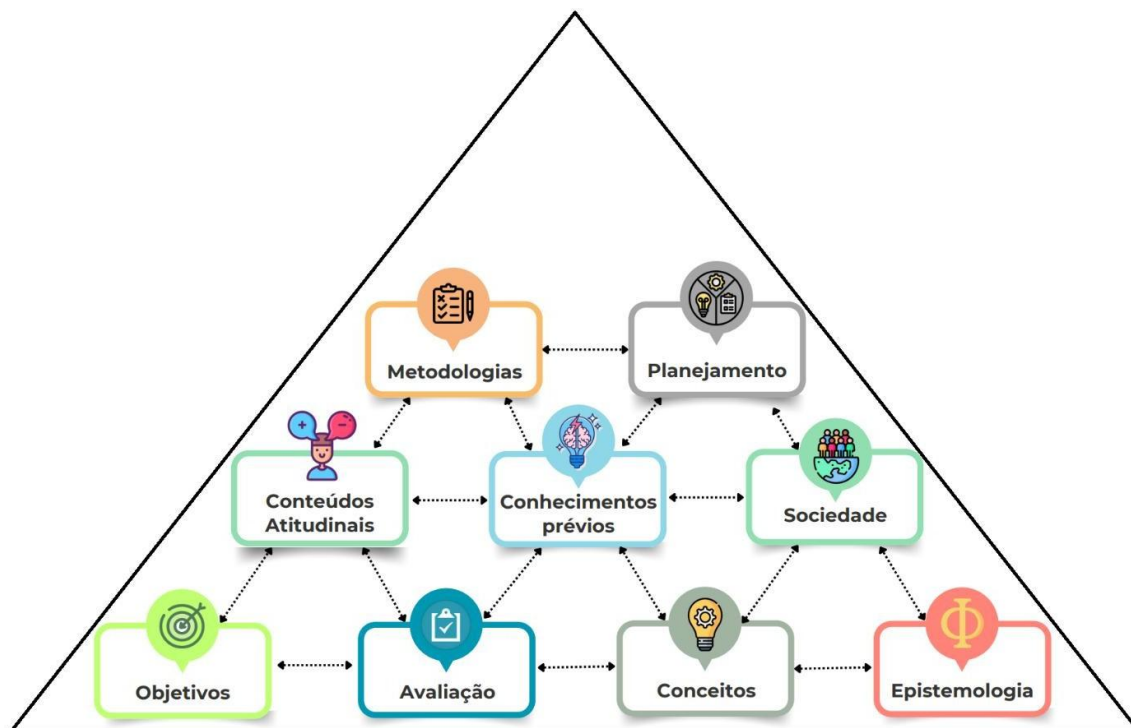
A concepção de transdisciplinaridade ainda suscita controvérsias no campo acadêmico, especialmente no que se refere à subsistência ou não das disciplinas nesse nível de integração do saber. Alguns autores argumentam que, mesmo em propostas transdisciplinares, as disciplinas mantêm certa presença, sobretudo em contextos educacionais marcados por estruturas curriculares tradicionais que continuam a orientar práticas pedagógicas (PIRES, 1998). Outros defendem que a transdisciplinaridade pressupõe a completa dissolução das fronteiras disciplinares em favor de uma organização

epistemológica mais ampla e integrada. Neste trabalho, adotamos a perspectiva proposta por Japiassu (2006) e Nicolescu (1999), segundo a qual a transdisciplinaridade representa um esforço consciente de superação da fragmentação do conhecimento.

Ao refletir sobre os impasses gerados pela fragmentação do saber, Japiassu sustenta que a busca por uma unidade do conhecimento constitui uma exigência do pensamento contemporâneo diante da complexidade dos problemas atuais. Em sua obra *O Sonho Transdisciplinar e as Razões da Filosofia*, o autor destaca que essa unificação não implica a negação da diversidade, mas sim o desenvolvimento de uma racionalidade capaz de ir “do Mesmo ao Outro sem suprimir a diferença”, promovendo uma inteligibilidade plural. A partir dessa perspectiva, a Filosofia assume um papel central ao fomentar uma razão crítica e integradora, articulando ciência, ética e cultura. Assim, a transdisciplinaridade é compreendida como uma postura epistemológica e educativa, comprometida com a compreensão dos fenômenos em sua totalidade, sem reduzi-los aos limites da lógica disciplinar.

Na Figura 6, é ilustrada uma concepção de ensino orientada por princípios transdisciplinares, na qual as disciplinas não se apresentam de forma delimitada ou isolada. Nessa perspectiva, as relações de aprendizagem não se estabelecem entre campos específicos do saber, mas por meio da articulação dinâmica do conhecimento em suas múltiplas dimensões. A organização disciplinar, nesse contexto, perde seu sentido original, e representações que segmentam os saberes em blocos separados tornam-se inadequadas. Em vez disso, as conexões ocorrem entre metodologias, conceitos, objetivos, valores e contextos, deslocando o foco das fronteiras disciplinares para os processos integradores da prática educativa.

Figura 6- Exemplo de transdisciplinaridade em que não há fronteira entre as disciplinas, não se pode distingui-las.



Fonte: elaborado pelos autores.

Nessa representação, os elementos como metodologias, objetivos, conceitos, epistemologia, conteúdos atitudinais, avaliação, planejamento, sociedade e conhecimentos prévios são dispostos de forma interligada e não hierárquica, compondo uma rede relacional. Essa configuração evidencia que o processo de ensino-aprendizagem se organiza como um sistema dinâmico, no qual cada componente influencia e é simultaneamente impactado pelos demais. Ao suprimir as barreiras disciplinares e favorecer a interação entre diferentes saberes e práticas, essa estrutura curricular propicia uma formação integral do sujeito e amplia as possibilidades de enfrentamento das complexidades do mundo contemporâneo. Autores como Japiassu (1976, 2006), Teixeira (2016) e Fazenda (2008, 2011) convergem ao reconhecer que a transdisciplinaridade representa o nível mais intenso de articulação entre as áreas do saber. Nesse modelo, a integração do conhecimento ultrapassa as barreiras disciplinares tradicionais, promovendo sínteses que vão além da simples complementaridade e instaurando uma lógica de totalidade, próxima daquilo que Morin (2002) denomina pensamento complexo.

Dessa forma, é possível visualizar uma progressão nos níveis de integração entre as disciplinas, que pode ser metaforicamente comparada à configuração de estados em um país. Na multidisciplinaridade, observa-se o estágio mais básico, em que as áreas do

conhecimento permaneceriam isoladas, como estados com fronteiras rígidas e pouco intercâmbio de pessoas e recursos. A pluridisciplinaridade representaria um avanço, promovendo cooperações pontuais entre as áreas, semelhante a fronteiras que permitiriam alguma circulação, mas ainda limitariam interações profundas. Já na interdisciplinaridade, estabelecer-se-ia uma colaboração mais consistente em torno de objetivos comuns, comparável a estados com fronteiras abertas, onde há livre trânsito e integração, sem que as identidades locais sejam completamente dissolvidas. Por fim, a transdisciplinaridade representaria o nível mais elevado de integração, em que as fronteiras desapareceriam totalmente e os estados deixariam de existir como entidades autônomas, configurando uma unidade mais ampla e coesa que expressaria a síntese global do conhecimento.

Compreendidos os diferentes níveis de integração entre os saberes, é possível aprofundar a discussão sobre como a interdisciplinaridade se manifesta concretamente no campo do ensino de Ciências Naturais, especialmente em nossa proposta formativa utilizada no curso EECNEB.

A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Acreditamos que a interdisciplinaridade no ensino de Ciências Naturais pode ser concretizada por meio de um projeto pedagógico de curso sustentado em uma proposta curricular renovada e crítica. No entanto, essa concepção deve ultrapassar a simples reorganização dos conteúdos, envolvendo uma atitude interdisciplinar que considere as dimensões epistemológicas, pedagógicas e sociais da ciência. Nosso objetivo é que o ensino interdisciplinar entre Física, Química e Biologia incorpore também as contribuições de outras disciplinas, como Filosofia, Geografia, Pedagogia e História, ampliando as possibilidades de leitura do mundo e promovendo o diálogo entre os diferentes modos de conhecimento. Mais do que integrar conteúdos, pretende-se que essa abordagem sensibilize os alunos para as questões sociais, locais e globais, fomentando o exercício da cidadania crítica.

Nessa perspectiva, a concepção de currículo deve ser compreendida não apenas como um conjunto prescritivo de conteúdos e competências a serem ensinados, mas como um processo dinâmico, construído coletivamente por professores e alunos, enraizado em práticas sociais e valores culturais. Nesse sentido, o currículo ultrapassa o planejamento formal e se concretiza na ação pedagógica, incorporando temas socialmente relevantes e experiências significativas do cotidiano escolar (MOREIRA, 2009; SANTOS; PARAÍSO, 1996; SACRISTÁN, 2010). Com base nesse entendimento, reconhecemos a possibilidade

de construir o currículo a partir de ênfases que orientem a seleção de conteúdos, metodologias e formas de avaliação.

As abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a Abordagem Temática Freireana configuram-se como ênfases curriculares, pois oferecem princípios teórico-metodológicos que intencionam guiar a organização dos saberes escolares, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, o diálogo com o contexto social dos estudantes e a problematização das relações entre ciência, cultura e sociedade (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011; FREIRE, 1970; SANTOS, MORTIMER, 2000; AULER, 2007).

Essa intenção, embora frequentemente mencionada em documentos orientadores como os Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), os Projetos Político-Pedagógicos (PPPs), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), ainda se encontra distante da realidade cotidiana do ensino de Ciências. A prática escolar, em muitos contextos, permanece presa à fragmentação disciplinar e à ênfase excessiva na transmissão conceitual, o que limita o potencial formativo e crítico do conhecimento científico (KRASILCHIK, 1987; AIKENHEAD, 2006).

Com esse propósito, buscamos integrar diferentes ênfases curriculares na construção de disciplinas organizadas em abordagens temáticas, incorporando prioritariamente os conteúdos de Física, Química e Biologia previstos pela BNCC para os anos finais do Ensino Fundamental. Nessa abordagem, o ponto de partida para a organização do currículo, dos objetivos, da seleção de conteúdos e das metodologias é a temática, e não os conceitos, o que difere substancialmente da abordagem conceitual tradicional, em que os conceitos são o eixo estruturante.

As ementas das disciplinas temáticas foram estruturadas de modo a viabilizar uma prática docente coletiva, conduzida por uma equipe interdisciplinar de professores-formadores com diferentes áreas de formação. Esse formato rompe com a lógica da regência individual e propõe uma abordagem colaborativa desde o planejamento até a avaliação, na qual os docentes compartilham responsabilidades e integram saberes de forma articulada. Tal configuração favorece uma prática que vai além da justaposição de conteúdos, promovendo, de fato, a interdisciplinaridade.

A seguir, apresentamos as duas ênfases principais que fundamentam a proposta do curso: a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a Abordagem Temática Freireana.

ÊNFASE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

A ênfase curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem sua origem nos Estados Unidos, na década de 1960, como um movimento ativista vinculado a reivindicações ambientais e políticas. Esse movimento defendia a necessidade de compreender a ciência para que a sociedade pudesse participar mais efetivamente das decisões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. Na Europa, o enfoque CTS ganhou contornos mais acadêmicos, voltados para a análise das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como para a compreensão dos impactos sociais, éticos e culturais dessas interações (AIKENHEAD, 2006; SANTOS, BAZZO, 2003).

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu como uma resposta crítica ao modelo tradicional de ciência e tecnologia, frequentemente vinculado a impactos negativos como a degradação ambiental, a exclusão social e a militarização. Essa abordagem propõe uma visão crítica sobre a pretensa neutralidade da ciência, destacando a importância da participação social na definição de seus rumos (BAZZO, 1998; AIKENHEAD, 2006; SANTOS, MORTIMER, 2000; SANTOS, BAZZO, 2003). Além disso, o movimento CTS influenciou significativamente o conceito de alfabetização científica, ao defender que o conhecimento científico deve ser compreendido como uma ferramenta de inclusão e emancipação social, especialmente em uma sociedade cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia, inclusive em suas dimensões culturais (SANTOS, 1996; AIKENHEAD, 2006).

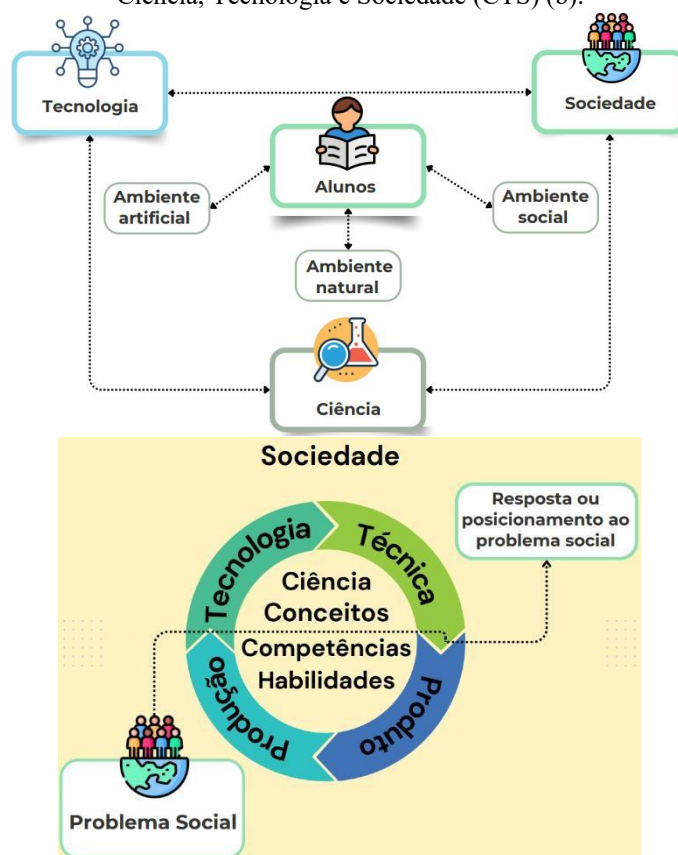
Com o tempo, essa abordagem foi incorporada aos currículos escolares em diversos países, tornando-se uma ênfase curricular. No Brasil, Walter Antônio Bazzo destacou-se como um dos pioneiros na inserção do CTS na educação, especialmente em cursos de engenharia na Universidade Federal de Santa Catarina. Outros pesquisadores fundamentais para a consolidação dessa vertente são Glen S. Aikenhead, José Antonio Acevedo, Décio Auler e Wildson Luiz Pereira dos Santos, cujos estudos aprofundam a relação entre ensino, ciência, tecnologia e sociedade.

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) propõe uma reorganização curricular centrada em temáticas socialmente significativas, promovendo a articulação entre o conhecimento científico e os desafios contemporâneos. Com isso, o ensino de Ciências deixa de ser uma mera transmissão de conteúdos e passa a estimular o pensamento crítico, a reflexão sobre as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e a participação cidadã ativa. Ao aproximar o currículo das questões reais, essa perspectiva contribui para a formação de sujeitos conscientes de seu papel social e capazes de tomar

decisões informadas e democráticas (AULER, 2001; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; FREIRE, 1970; SANTOS, 1996; SANTOS; MORTIMER, 2000).

O ensino baseado na abordagem CTS propõe uma aprendizagem centrada no aluno, que o considera inserido em três contextos fundamentais: o natural, o artificial e o social, representados na Figura 7. Nessa perspectiva, conforme o modelo metodológico proposto por Aikenhead (2006), o percurso de aprendizagem parte da sociedade, a partir de um problema social relevante relacionado à ciência e à tecnologia, podendo estar situado em contextos locais, regionais ou globais. A partir dessa questão inicial, os estudantes analisam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, aprofundando-se nos conceitos científicos envolvidos. Esse processo culmina na retomada do problema inicial, favorecendo uma reflexão crítica e o posicionamento autônomo dos alunos diante da situação estudada (AIKENHEAD, 2006; SANTOS, MORTIMER, 2000).

Figura 7- Representação da aprendizagem centrada no aluno (a) e do percurso metodológico na ênfase curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (b).



Fonte: elaborado pelos autores.

Também é importante destacar a atitude formativa promovida pelo ensino com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que visa despertar nos alunos a

responsabilidade social e incentivá-los a se posicionarem diante das questões socioambientais e científico-tecnológicas que os cercam. Para alcançar esse objetivo, é essencial que o estudo CTS se traduza em ações concretas, nas quais os estudantes possam expressar, aplicar e ressignificar o conhecimento adquirido. Exemplos dessas ações incluem campanhas educativas no ambiente escolar ou comunitário, debates e plebiscitos simulados, projetos de intervenção ou mobilizações em redes sociais, iniciativas que revelam o posicionamento crítico dos alunos após o estudo das temáticas.

Com o amadurecimento da área, a ênfase CTS deu origem a diferentes ramificações e linhas de pesquisa, como a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que incorpora a dimensão ecológica às discussões sociotécnicas, e a vertente Ciência, Tecnologia, Sociedade e Gênero (CTSG), que amplia o debate para as desigualdades estruturais e epistemológicas no campo científico (SANTOS; BAZZO, 2003; AIKENHEAD, 2006). Essas vertentes reforçam que a abordagem CTS pressupõe a interdisciplinaridade, uma vez que as questões sociocientíficas não podem ser compreendidas de forma isolada, restrita ao domínio técnico ou conceitual da ciência.

Como enfatiza Wildson Luiz Pereira dos Santos (1996), a educação científica com enfoque CTS demanda a articulação entre diferentes áreas do saber, pois somente o diálogo entre ciência, tecnologia, sociedade e cultura permite uma compreensão crítica e contextualizada da realidade. Tal articulação aproxima-se da proposta freiriana de uma educação problematizadora, na qual o conhecimento emerge das contradições sociais e das necessidades concretas dos sujeitos (FREIRE, 1970).

Dessa forma, propostas pedagógicas baseadas em questões sociocientíficas, como o debate sobre a implantação de usinas term nucleares ou hidrelétricas, o uso de organismos transgênicos, a produção de energia limpa ou as mudanças climáticas, representam oportunidades concretas para o desenvolvimento de temáticas interdisciplinares no ensino de Ciências. Ao situar a aprendizagem no contexto das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, essas abordagens favorecem a construção de uma postura crítica, ética e transformadora diante dos impactos e desafios da contemporaneidade.

ÊNFASE COM ABORDAGEM TEMÁTICA FREIRIANA

A pedagogia de Paulo Freire foi inicialmente aplicada à alfabetização de adultos em contextos não formais de aprendizagem, nos quais as palavras geradoras tornavam o processo educativo mais significativo e contextualizado para os estudantes. Com sua

expansão para o ensino formal e sua inserção no espaço escolar, tornou-se necessária uma transposição didática dessa abordagem. Nesse cenário, os trabalhos de Marta Pernambuco, Demétrio Delizoicov e José André Angotti foram precursores na adaptação da pedagogia freiriana ao ensino de Ciências Naturais, consolidando-se como a principal base teórica para a construção dessa.

No ensino de Ciências Naturais, a pedagogia freiriana se concretiza por meio da estruturação de temas geradores, que desempenham papel análogo ao das palavras geradoras. Esses temas possibilitam a construção de um currículo interdisciplinar e socialmente significativo, no qual os conteúdos e objetivos emergem do tema escolhido. Como esse tema está associado a uma questão social concreta, a busca dos alunos por respostas e a conscientização sobre a problemática demandam a participação articulada de diversas disciplinas, tornando a interdisciplinaridade um elemento constitutivo do processo educativo (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011; AULER, 2023).

Os temas geradores são identificados a partir das três etapas da investigação temática: codificação, decodificação e problematização. Freire (1970) descreve essas etapas como um movimento dialógico e contínuo entre o conhecimento prévio dos alunos e a realidade social, compondo a tríade codificação–problematização–decodificação.

Na codificação, os alunos apresentam situações de seu cotidiano que podem ser reconhecidas como problemas relacionados às Ciências Naturais. Cabe aos professores compreender o contexto sociocultural dos estudantes e da comunidade escolar, observando as interações sociais e ambientais. Essa etapa pode ser desenvolvida por meio de diferentes estratégias, como desenhos, fotografias, relatos orais, registros escritos ou vídeos.

Entretanto, as situações levantadas pelos alunos ainda não configuram, por si só, um tema gerador. Para sua definição, é necessário avançar para as etapas de decodificação e problematização, nas quais o diálogo entre professores e estudantes se torna central. Nelas, são evidenciadas as contradições sociais e as questões que afetam diretamente a comunidade, permitindo a formulação de um tema socialmente relevante que desafie o grupo e estimule a compreensão crítica da realidade.

Importa ressaltar que decodificação e problematização não constituem fases rigidamente separadas. Elas podem ocorrer de modo concomitante, ainda que apresentem naturezas distintas no processo de elaboração do tema. A finalidade é promover a tomada de consciência sobre a problemática estudada, muitas vezes relacionada a desigualdades sociais. Assim, a tríade codificação–problematização–decodificação conduz à formulação de temas geradores que emergem de situações cotidianas, como o descarte inadequado de

resíduos, o acesso à água potável, as condições de saneamento ou os impactos ambientais locais, todos capazes de desencadear discussões sobre saúde pública, políticas sociais e sustentabilidade.

Após a identificação do tema gerador, a investigação temática avança para sua aplicação pedagógica por meio da redução temática, que consiste na seleção e organização dos conteúdos, conceitos científicos e práticas necessários para a compreensão e aprofundamento do tema (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Essa etapa, considerada fundamental para o planejamento interdisciplinar, permite que os professores delimitem uma problemática central relacionada ao tema gerador, definindo a questão social a ser investigada.

Com base nessa questão social relevante, o currículo pode ser construído de forma integrada por uma equipe docente com formações diversas, que define coletivamente os conceitos e as metodologias mais pertinentes para a abordagem do tema. Essa construção curricular orientada por uma problemática favorece a articulação entre as disciplinas, superando a fragmentação do conhecimento. A partir dessa base, o desenvolvimento da regência em sala de aula busca integrar teoria, prática e ação crítica, promovendo uma aprendizagem significativa e socialmente comprometida (FREIRE, 1970; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Durante o processo de redução temática, é comum que surjam dificuldades na articulação entre conceitos provenientes de diferentes disciplinas. Para superar esse desafio, pode-se recorrer à utilização de subtemas que atuem como elementos de conexão entre os conteúdos selecionados. Paulo Freire (1987) denomina esses subtemas de *temas dobradiças*, pois cumprem a função de estabelecer articulações conceituais, promovendo a coesão entre os saberes das distintas áreas envolvidas. Assim, a estruturação curricular baseada em um tema gerador pode demandar a incorporação estratégica desses temas intermediários, de modo a favorecer a integração dos conhecimentos ao longo do percurso formativo.

A identificação desses temas também pode ser resultado de um trabalho colaborativo entre professores de diferentes áreas do conhecimento. De maneira análoga à investigação realizada com os estudantes, as cinco etapas do processo de construção temática proposto por Freire podem ser aplicadas por uma equipe multidisciplinar de educadores na elaboração de um currículo com abordagem temática. Embora, nesse caso, o tema não surja diretamente dos alunos, sua definição deve considerar os saberes prévios dos estudantes, a realidade local e os contextos socioculturais envolvidos. Ainda que esse

procedimento configure uma adaptação da proposta original, representa uma transposição didática dos princípios freirianos, mantendo sua essência metodológica e sua orientação para uma educação crítica e contextualizada (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Os trabalhos de Demétrio Delizoicov, André Angotti e Marta Pernambuco constituem a base teórica para a adaptação da abordagem temática ao ensino de Ciências Naturais. Ao articularem os temas geradores de inspiração freiriana à organização curricular, esses autores propõem a utilização de núcleos conceituais, conjuntos de conceitos científicos com alto poder explicativo e capacidade de articulação entre diferentes disciplinas. Tais núcleos guardam semelhança com os temas dobradiça mencionados por Paulo Freire, na medida em que favorecem a integração de conteúdos e a construção de percursos interdisciplinares. Conforme Angotti (1993), esses conceitos assumem a função de eixos estruturantes, promovendo conexões significativas entre diferentes áreas do conhecimento:

- **Transformações** – mudanças na matéria viva ou inanimada ao longo do espaço e do tempo;
- **Regularidades** – padrões observados nas transformações, como conservação, ciclos e simetrias estruturais;
- **Energia** – conceito abrangente que conecta transformações e regularidades, permeando todas as áreas da ciência e tecnologia;
- **Escalas** – relação entre grandezas e medidas, permitindo a transposição entre o macro e o microscópico.

Esses conceitos unificadores podem ser mobilizados conforme as demandas de compreensão do tema gerador, sendo acionados individualmente ou em combinação, de acordo com a redução temática construída coletivamente pelos docentes. Sua utilização visa garantir a articulação entre diferentes campos do conhecimento, promovendo a integração conceitual necessária à abordagem interdisciplinar e ao aprofundamento crítico dos conteúdos envolvidos.

Após a definição do tema gerador, a pedagogia freiriana se concretiza em três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002):

- **Problematização inicial** – levantamento das concepções e interpretações dos alunos sobre a situação significativa;

- **Organização do conhecimento** – seleção e sistematização dos saberes científicos necessários ao diálogo com as concepções dos alunos;
- **Aplicação do conhecimento** – uso dos novos conhecimentos para compreender e agir sobre novas situações.

Em um currículo estruturado a partir de temas geradores, o processo formativo só se completa com a participação ativa dos estudantes, que contribuem para a redefinição contínua dos temas e subtemas. Assim, mesmo em contextos como o de elaboração de Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), a abordagem temática mantém-se fiel ao princípio da educação dialógica e problematizadora defendida por Freire (1970).

Pesquisadores como Décio Auler (2001) ampliam esse debate ao aproximar a abordagem temática freiriana da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), destacando a convergência entre ambas no sentido de promover uma formação crítica, participativa e transformadora, na qual os estudantes assumem papel ativo na compreensão e intervenção sobre a realidade.

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE

A abordagem investigativa no ensino de Ciências Naturais propõe que os estudantes atuem como protagonistas do processo de aprendizagem, formulando perguntas, investigando problemas e buscando soluções de forma autônoma. Essa perspectiva metodológica, amplamente respaldada na literatura da área, favorece uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, ao promover a conexão entre os conceitos científicos e situações concretas do cotidiano. Para Carvalho (2006) e Nardi (2014), as atividades experimentais e investigativas desenvolvem habilidades essenciais à formação científica, estimulando o pensamento crítico e a autonomia intelectual dos alunos. Mortimer e Rodrigues (2002) acrescentam que o uso de estratégias que valorizam o diálogo, a argumentação e a interação entre os sujeitos em sala de aula reforça o papel ativo dos estudantes na construção do conhecimento. Auler (2023), por sua vez, aproxima o ensino investigativo das abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da pedagogia freireana, evidenciando seu caráter crítico, interdisciplinar e socialmente engajado. Nessa mesma direção, Auler (2023) argumenta que a articulação entre investigação, CTS e Freire permite organizar o currículo com base em propósitos emancipatórios, tornando-o sensível às demandas sociais e aos saberes dos estudantes.

Ainda que o ensino por investigação seja usualmente concebido como uma metodologia, seu potencial vai além do plano didático, influenciando diretamente a organização curricular. Estudos de Carvalho (2006) e Nardi (2022) demonstram que a investigação científica, ao incorporar experimentação, resolução de problemas e temas socialmente relevantes, favorece a construção de práticas interdisciplinares e integradas no ensino de Ciências. Dessa forma, mesmo não se constituindo como uma ênfase curricular formal, a abordagem investigativa pode estruturar experiências pedagógicas baseadas em temáticas amplas ou estar inserida nessas temáticas.

Nessa direção, o ensino de Ciências assume um caráter investigativo e interdisciplinar, permitindo que os conteúdos escolares dialoguem com os saberes dos alunos, suas vivências e os desafios concretos de suas realidades. É importante frisar que a integração disciplinar pode acontecer de forma natural quando os alunos investigam questões amplas. O ensino por investigação rompe barreiras entre Química, Física, Biologia e outras áreas, pois muitos problemas reais exigem conhecimentos de múltiplos campos. Por exemplo, uma investigação sobre questões ambientais pode englobar aspectos biológicos, químicos e sociais simultaneamente. Dessa forma, atividades investigativas planejadas com um olhar interdisciplinar fornecem aos alunos uma visão mais ampla do conhecimento científico e de suas aplicações no mundo real, ao invés de fragmentá-lo em tópicos isolados.

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO INTERDISCIPLINAR DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

A abordagem investigativa no ensino de Ciências Naturais propõe que os estudantes assumam um papel ativo na construção do conhecimento, formulando perguntas, explorando problemas e buscando soluções de forma autônoma. Essa metodologia, amplamente valorizada por educadores e pesquisadores, favorece uma aprendizagem significativa, reflexiva e integrada, ao conectar conceitos científicos a contextos reais e socialmente relevantes. Nessa perspectiva, o professor deixa de ser o único detentor do saber e passa a atuar como mediador do processo de aprendizagem, organizando o ambiente, propondo desafios e incentivando o pensamento crítico. Como destaca Carvalho (1998), o papel docente nas atividades investigativas deve ultrapassar a função de mero transmissor de conteúdos, exigindo uma atuação consciente na seleção de estratégias que permitam aos alunos mobilizar, aplicar e reconstruir conhecimentos. Ao organizar os alunos em pequenos grupos, promover a colaboração e circular entre eles fazendo

intervenções pontuais, o professor favorece a construção coletiva de raciocínios mais consistentes e a articulação interdisciplinar dos saberes.

As atividades investigativas não se limitam à experimentação em laboratório, mas podem incluir a análise de fenômenos naturais, interpretação crítica de dados, debates sobre questões socioambientais, resolução de problemas do cotidiano e formulação de hipóteses para situações concretas. Ana Maria Pessoa de Carvalho e Roberto Nardi enfatizam o papel dessas práticas na construção de habilidades científicas, especialmente quando são conduzidas com intencionalidade investigativa e integradora. Décio Auler (2007) contribui ao associar essa abordagem às perspectivas CTS e à pedagogia freireana, destacando sua capacidade de contextualizar o ensino e desenvolver a criticidade dos estudantes. Auler (2019), por sua vez, destaca que a investigação, ao ser incorporada ao currículo, amplia o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e fortalece o vínculo entre a escola e os contextos sociais nos quais está inserida.

Contudo, apesar dos avanços, ainda é comum que o ensino de Ciências Naturais seja estruturado em torno de atividades experimentais utilizadas apenas como ilustrações de conteúdos previamente explicados ou como formas de replicar rigidamente etapas do método científico. Essa prática, em vez de promover uma compreensão crítica e reflexiva sobre o fazer científico, tende a reduzir a ciência a um conjunto de procedimentos técnicos e infalíveis, descontextualizando seu caráter histórico, cultural e humano. O ensino por investigação propõe uma ruptura com essa lógica ao reconhecer a ciência como uma prática socialmente situada, permeada por valores, disputas e incertezas. Nesse modelo, os estudantes são convidados a problematizar situações reais, levantar hipóteses, dialogar e construir coletivamente explicações, aproximando-se de uma visão epistemológica mais ampla e crítica da ciência.

Nesse sentido, é necessário superar a concepção reducionista de que o ensino de Ciências tem por finalidade o recrutamento precoce de futuros cientistas. Tal entendimento restringe a função social da educação científica, negligenciando sua dimensão formativa mais ampla. O objetivo principal deve ser a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender o papel da ciência na sociedade, analisar seus impactos e tomar decisões informadas e responsáveis. O eventual despertar da vocação científica deve acontecer a partir de uma apropriação consciente do que é a ciência, como ela é produzida e em que medida está vinculada a interesses sociais, políticos e econômicos. As aulas de Ciências, portanto, devem tornar visíveis essas questões epistemológicas, já que as concepções de ciência assumidas pelos professores influenciam diretamente a seleção, organização e

abordagem dos conteúdos, afetando o modo como os alunos compreendem a natureza do conhecimento científico.

As reflexões até aqui desenvolvidas evidenciam que a construção de uma proposta curricular interdisciplinar exige mais do que a simples justaposição de conteúdos ou metodologias tradicionais. Ela demanda uma nova lógica de organização do conhecimento, em que temas relevantes, práticas investigativas e o papel mediador do professor se articulam em prol de uma formação crítica e integrada.

Com base nesses fundamentos, o próximo capítulo apresenta como esses princípios se materializam na proposta pedagógica do curso, detalhando o processo de concepção e desenvolvimento das disciplinas temáticas a partir de uma abordagem teórico-prática comprometida com a transformação do ensino de Ciências Naturais.

CAPÍTULO 3:

DA TEORIA À PRÁTICA: CONSTRUINDO AS DISCIPLINAS TEMÁTICAS

Neste capítulo, buscamos exemplificar como as disciplinas temáticas foram estruturadas a partir do processo de redução temática, ampliando as possibilidades metodológicas dentro das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e abordagem Freiriana. Para que o ensino interdisciplinar se efetive, é indispensável a atuação de uma equipe, no mínimo, multidisciplinar, que amadureça gradativamente sua prática na construção de abordagens interdisciplinares.

No âmbito do Projeto Pedagógico de Curso (PPC), foram definidas temáticas, de modo a orientar quais conteúdos poderiam ser trabalhados e possibilitar alguma relação com as habilidades e competências previstas pela BNCC para os anos finais do Ensino Fundamental. No entanto, a redução temática de cada disciplina, isto é, o processo que envolve a seleção de conteúdos, a organização metodológica e as ênfases conceituais a serem priorizadas, será estabelecido por cada equipe multidisciplinar de docentes em seu planejamento e regência.

Assim, embora as ementas das disciplinas possuam temáticas definidas dentro do PPC da especialização, a efetivação em sala de aula dependerá das escolhas coletivas de cada equipe, que poderá propor subtemas, problemáticas e metodologias próprias. Essa flexibilidade garante, ao mesmo tempo, a fidelidade às diretrizes do curso e a valorização das experiências e especificidades de cada grupo, fortalecendo a proposta interdisciplinar.

Embora essa abordagem seja flexível, ela se desenvolve dentro de um currículo semiestruturado, no qual os referenciais teóricos apresentados foram efetivamente aplicados. Nesse contexto, destacamos três disciplinas temáticas que compõem o curso: Universo e Vida; Meio Ambiente e Sociedade; Tecnologia e Ser Humano. Cada uma delas foi concebida para favorecer, prioritariamente, a integração entre os conteúdos de Física, Química e Biologia com outras áreas, além de articular saberes científicos com problemáticas sociais, culturais e ambientais.

Na disciplina Meio Ambiente e Sociedade, os recortes abrangem desde a análise do passado, presente e futuro da vida na Terra até os impactos da urbanização e suas consequências. São inseridos temas como a demanda crescente por energia, a ação humana sobre os ecossistemas do Nordeste, o uso e a distribuição da água em contextos locais e

regionais, além das transformações ligadas à agricultura, que vão da produção familiar ao agronegócio. Essa disciplina promove a articulação entre Ciências Naturais e Ciências Humanas e Sociais, aproximando o currículo das questões socioambientais.

A disciplina Sociedade, Tecnologia e Ser Humano busca compreender as inter-relações entre avanços científicos, práticas culturais e transformações sociais. São abordados temas como a utilização de células-tronco na medicina, as relações entre medicina popular e biotecnologia, o papel da indústria de alimentos, os múltiplos sentidos do esporte (da saúde e lazer ao alto rendimento), bem como a física e a química dos sentidos humanos. Essa disciplina estimula reflexões sobre como o desenvolvimento científico e tecnológico responde a necessidades sociais e econômicas, ao mesmo tempo em que suscita dilemas éticos e morais, especialmente relacionados à saúde, à biotecnologia e ao uso de novas tecnologias na vida cotidiana.

Já a disciplina Universo e Vida propõe uma trajetória que vai das teorias e mitos sobre a origem do universo à formação do Sistema Solar, incluindo o estudo de viagens e sondas espaciais. Também contempla a origem da vida e as condições para sua manutenção na Terra e em outros planetas ou luas. Além disso, aborda fenômenos relacionados à sazonalidade, como as estações do ano, o ciclo dia e noite, as marés, as grandes migrações e a dinâmica de ecossistemas como os manguezais. Essa disciplina articula conteúdos de Física, Química, Biologia e Filosofia, favorecendo uma compreensão integrada da vida em sua relação com o cosmos.

A seguir, descreveremos como a disciplina Universo e Vida foi construída, indicando as temáticas estruturantes e os conceitos incorporados, bem como os caminhos metodológicos adotados. Nosso intuito é que esse processo possa servir de referência tanto para a criação de novos recortes temáticos quanto para a estruturação curricular de futuras disciplinas que possibilitem o trabalho interdisciplinar.

APLICANDO A REDUÇÃO TEMÁTICA

A disciplina “Universo e Vida” configura-se como um eixo estruturante, assim como as demais disciplinas do curso de especialização em Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB). Sua elaboração baseou-se tanto em experiências práticas dos docentes da equipe multidisciplinar quanto na análise crítica das concepções presentes nos documentos oficiais destinados aos anos finais do Ensino Fundamental, como a BNCC.

Dentro dessa disciplina, foram delineadas as seguintes temáticas, que foram aplicadas no curso:

- Teorias e mitos sobre a origem do Universo.
- Formação do Sistema Solar, viagens e sondas espaciais.
- A origem da vida na Terra.
- Condições para manutenção da vida na Terra e em outros planetas ou luas.
- A sazonalidade da vida: condições impostas pelas estações do ano, pelo ciclo de dia e de noite e pelas marés (destacando as implicações no bioma caatinga).

Como temática estruturante, essa disciplina orienta a organização curricular ao possibilitar a articulação de conteúdos de Física, Química e Biologia em torno de questões amplas e socialmente relevantes. A partir dessas temáticas, que dialogam com contextos globais e regionais, a abordagem temática assume o papel central na estrutura curricular, permitindo a definição de reduções temáticas que orientam a seleção de conteúdos e metodologias coerentes com os objetivos formativos do curso e com a realidade dos estudantes.

Neste capítulo, abordaremos especificamente a construção dos conteúdos e objetivos das disciplinas temáticas que compõem a proposta curricular, apresentando exemplos das reduções temáticas e discutindo como cada temática se articula com as demais. O propósito é evidenciar de que modo essas disciplinas se organizam em uma estrutura integrada, favorecendo múltiplas abordagens interdisciplinares e a construção de percursos formativos alinhados aos princípios da proposta.

Um dos primeiros desafios ao tratar de uma temática é definir sua redução temática, processo que se inicia com a explicitação de seus objetivos formativos. Para isso, a equipe docente deve se reunir e discutir coletivamente quais direções serão privilegiadas: se a construção se orientará por uma problemática central, se contemplará uma questão local específica ou se adotará uma ênfase mais abrangente. É essencial que essa definição esteja alinhada aos referenciais desta proposta, ancorada em uma perspectiva crítica, conforme os princípios da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da pedagogia freireana. Isso implica considerar não apenas os conceitos científicos envolvidos, mas também os impactos sociais da ciência, sua inserção histórica e cultural e o diálogo com outras formas de conhecimento.

A construção da redução temática deve considerar a articulação entre os conteúdos das diferentes disciplinas envolvidas no processo. Nesse sentido, é possível recorrer ao uso dos temas dobradiça, expressão cunhada por Paulo Freire (1987) e posteriormente

apropriada no campo do ensino de Ciências por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), sob a perspectiva de um núcleo conceitual integrador. Esses temas operam como pontos de articulação interna ao tema gerador, facilitando a conexão entre saberes oriundos de áreas distintas, como Física, Química, Biologia e Filosofia. Ao permitir a convergência de conceitos que compartilham significados ou abordagens, os temas dobradiça favorecem a integração entre disciplinas, promovendo uma compreensão mais crítica, contextualizada e significativa dos fenômenos estudados. Dessa forma, cada área do conhecimento mantém seus objetivos formativos próprios, mas os conteúdos são mobilizados de maneira integrada, configurando uma prática interdisciplinar efetiva.

Embora os temas dobradiça estejam inseridos em uma abordagem temática orientada por um tema gerador, sua função de aproximar conceitos de diferentes disciplinas guarda semelhanças importantes com a proposta dos núcleos conceituais. Estes, por sua vez, são aplicados a uma organização curricular de base conceitual, com o propósito de estruturar percursos formativos em torno de conceitos integradores. Ambos compartilham a intenção de articular saberes diversos e fomentar conexões significativas entre as áreas do conhecimento, sendo, portanto, compatíveis com propostas curriculares interdisciplinares e críticas, mesmo quando adotam formas distintas de organização dos conteúdos.

TEORIA E MITOS SOBRE A ORIGEM DO UNIVERSO

Esta temática está incluída na disciplina “Universo e Vida” e sugere conteúdos que dialogam diretamente com áreas como Física, Química, Biologia e Filosofia, além de possibilitar a inclusão de contribuições da História, da Geografia e de saberes oriundos de mitos populares regionais e de povos originários. Ainda que algumas disciplinas, na Educação Básica, apresentem maior afinidade com a temática proposta, não há delimitações rígidas para a participação das diferentes áreas do conhecimento, o que reforça a natureza interdisciplinar da proposta.

Embora a temática não trate de problemáticas locais específicas, sua escolha seguiu um procedimento sistemático que orienta o trabalho da equipe multidisciplinar na formulação curricular. Nesse caso, o ponto de partida foi uma questão sociocientífica explorada em abordagens do campo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): os altos custos envolvidos no funcionamento do Grande Colisor de Hádrons (LHC). A partir dessa problemática, foram definidos o objetivo geral da temática e os objetivos específicos de cada área participante.

No Quadro 1, apresenta-se um resumo da redução temática elaborado para essa disciplina, destacando os objetivos específicos e os conteúdos associados a eles.

Quadro 1- objetivos e conteúdos em cada disciplina na construção da redução temática para a temática "Teorias e mitos sobre a criação do Universo".

Objetivos de aprendizagem na temática	Perceber a ciência como construção humana. Construir posicionamento sobre os grandes investimentos em pesquisas científicas com relação aos aceleradores de partículas. Compreender as explicações sobre a origem da vida como construções culturais, bem como o Big Bang como modelo científico. Compreender as concepções científicas sobre os elementos químicos e a origem da vida.	
Disciplina	Objetivos de aprendizagem	Conteúdos
Filosofia	Conhecer os mitos grego, hebraico e tupi-guarani da criação. Compreender o conceito de modelos a partir dos mitos da criação e do Big Bang. Conhecer a formação da matéria com base nos quatro elementos: terra, ar, fogo e água. Analisar e identificar os pontos comuns dos mitos da criação.	Formação do Universo em diversas culturas e na científica. Modelo científico. Formação da matéria.
Biologia	Identificar os componentes essenciais à vida presentes nos mitos da criação, como sendo a água, a luz, o barro, o Sol. Reconhecer os quatro elementos como parte dos elementos essenciais à vida. Compreender as moléculas como base da vida na concepção científica.	Condições básicas para a vida.
Química	Compreender o conceito de elemento químico. Perceber o hidrogênio como o elemento mais simples formado a partir do Big Bang. Compreender que os primeiros elementos químicos formados a partir da combinação dos átomos. Compreender os elementos químicos como base para constituição da matéria conhecida, presentes nas moléculas da água, no barro. Compreender o átomo formado pelo elétron e núcleo, o núcleo formado por prótons e nêutrons.	Elemento químico. Átomo de hidrogênio. Núcleos atômicos
Física	Identificar o Big Bang como um modelo de formação do universo e com liberação de uma grande quantidade de energia muito acelerada. Compreender a Lei de Hubble como a confirmação do Universo em expansão, com base em sua análise gráfica. Compreender os prótons e nêutrons como sendo formados por quarks. Conhecer os bósons de Higgs e compreender de forma básica sua relação com a formação da matéria, prótons e nêutrons.	Energia. Lei de Hubble. Big Bang. Bósons e quarks.
Grupo (sem disciplina específica)	Conhecer o custo e o consórcio dos vários países que participaram da construção do LHC e as controvérsias na liberação desses recursos. Conhecer contribuições para a sociedade advindas da ciência e tecnologia desenvolvidas no LHC.	Construção e operação do LHC.

Fonte: elaborado pelos autores.

Embora o Quadro 1 organize objetivos, conteúdos e conceitos segundo as disciplinas, é durante a regência que ocorre o planejamento detalhado e a aplicação prática das aulas, momento em que os temas dobradiça assumem um papel central como articuladores do processo formativo. Nessa etapa, tais temas são mobilizados

intencionalmente para estabelecer relações entre os saberes das diferentes áreas envolvidas, contribuindo para o desenvolvimento de uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar. Essa articulação fortalece a construção dos objetivos específicos e o alcance do objetivo geral da disciplina, traduzindo os princípios da proposta curricular em práticas pedagógicas concretas. No capítulo seguinte, esse processo será aprofundado na análise da dinâmica da regência interdisciplinar.

Durante a construção da redução temática, identificaram-se temas dobradiça que possibilitam conexões conceituais entre diferentes áreas do conhecimento. Um exemplo é a presença simbólica da água e do barro nos mitos de criação, que permite articular saberes da Filosofia, Química e Biologia. Outro exemplo é o conceito de átomo, que relaciona a noção de molécula nas Ciências Biológicas e Químicas aos conceitos de prótons e nêutrons em Física e Química. Esses temas atuam como pontos de convergência entre conteúdos, funcionando como pontes conceituais que favorecem a integração interdisciplinar e promovem uma construção coletiva do conhecimento mais contextualizada e crítica.

Além da temática “Teorias e Mitos sobre a Criação do Universo”, que foi detalhada para exemplificar o processo de redução temática, outras temáticas também foram desenvolvidas para compor a estrutura curricular da disciplina. Essas temáticas podem partir de questões sociocientíficas amplas, mas também de problemáticas locais ou culturais, a depender do contexto e das decisões tomadas durante o processo de redução temática pela equipe docente. Todas foram construídas com base nos mesmos princípios formativos e metodológicos, buscando garantir a integração entre os conteúdos das diferentes áreas do conhecimento e a articulação com os referenciais críticos da proposta. No Quadro 2, são apresentadas as demais temáticas da disciplina “Universo e Vida”, assim como os conteúdos selecionados por meio da redução temática.

Embora os conteúdos destacados estejam associados às disciplinas de Física, Química e Biologia, a redução temática permite contribuições de outras áreas do conhecimento. No entanto, essa ampliação dependerá da composição da equipe envolvida. É essencial que os docentes compreendam as diretrizes e os referenciais teóricos que fundamentam a proposta interdisciplinar, garantindo a coerência e a integração dos conteúdos.

Quadro 2 - Redução temática com os conteúdos e conceitos que integram as temáticas na disciplina Universo e Vida.

Temática	Física	Química	Biologia
Formação do Sistema Solar, viagens e sondas espaciais.	Formação de estrelas, fusão nuclear, gravidade, movimento de rotação.	Nucleossíntese, átomos, elemento químico, formação dos elementos químicos.	Elementos químicos associados à vida, formação de moléculas biológicas.
A origem da vida e as condições para manutenção da vida na Terra e em outros planetas ou luas.	Atmosfera, zona habitável, energia. Efeito estufa.	Formação molecular, reações endotérmicas e exotérmicas, efeito estufa, camada de ozônio, substância orgânica.	Condições para a vida; características gerais dos seres vivos, hipóteses sobre a origem da vida, efeito estufa.
A sazonalidade da vida: condições impostas pelas estações do ano, pelo dia e noite e pelas marés.	Movimentos da Terra e da Lua, estações do ano, marés.	Mistura, água salobra; sais, funções inorgânicas e soluções iônicas.	Ecossistema, bioma Caatinga. ciclos biológicos.

Fonte: elaborado pelos autores.

Dessa forma, a disciplina Universo e Vida ilustra como a proposta curricular temática permite integrar conceitos científicos a dimensões filosóficas, culturais e sociais, promovendo uma visão crítica e contextualizada da ciência como construção histórica e situada. Essa lógica de organização do conhecimento não se restringe a uma única disciplina, mas orienta a elaboração dos demais componentes curriculares da especialização. A seguir, serão apresentadas as temáticas desenvolvidas nas outras disciplinas, evidenciando como cada uma delas contribui para a formação interdisciplinar e para o enfrentamento de questões relevantes à realidade dos estudantes.

TEMÁTICAS NAS DEMAIS DISCIPLINAS

Após a construção e exemplificação da disciplina Universo e Vida, apresentamos, a seguir, as demais disciplinas temáticas que compõem o curso: Meio Ambiente e Sociedade e Sociedade, Tecnologia e Ser Humano. Assim como a primeira, essas disciplinas foram organizadas a partir de elementos articuladores que possibilitam a integração entre as áreas da Física, Química e Biologia, em diálogo com outras áreas do conhecimento. Cada uma delas foi estruturada com base na metodologia da redução temática, buscando a construção de sentidos que conectem o conhecimento científico às problemáticas sociais, ambientais e tecnológicas do contexto contemporâneo.

As disciplinas temáticas que compõem a proposta curricular atuam como eixos estruturantes do curso, sendo organizadas internamente por diferentes temáticas. As

temáticas apresentadas no Quadro 3 foram definidas coletivamente durante a elaboração do Projeto Pedagógico do Curso e orientam o planejamento interdisciplinar e a formulação das ementas. Cada uma delas servirá como base para processos específicos de redução temática, conduzidos pelas equipes multidisciplinares conforme as particularidades e necessidades dos contextos educativos. Dessa forma, essas temáticas expressam não apenas o potencial formativo das Ciências Naturais, mas também a intencionalidade educativa do curso, ao promoverem o diálogo entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Quadro 3 - Disciplinas temáticas, similares aos eixos estruturantes, e suas respectivas temáticas descritas no PPC da Especialização para Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica.

Disciplinas (Eixos Estruturantes)	Temáticas
MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE	Passado, presente e futuro da vida na Terra
	Processo de urbanização e suas consequências
	A sociedade e a demanda por energia
	O impacto da ação humana nos ecossistemas do Nordeste
	A ciência em nossa moradia
	Uso da água e sua distribuição local e regional
SOCIEDADE, TECNOLOGIA E SER HUMANO	Da agricultura familiar ao agronegócio
	As células-tronco e sua aplicação na medicina
	Da medicina popular à biotecnologia
	Indústria de alimentos
	Esporte: da saúde e do lazer ao alto desempenho
	A física e a química dos sentidos
	Relações entre o desenvolvimento tecnológico, as necessidades sociais e a preservação dos recursos naturais

Fonte: elaborado pelos autores.

Como parte do procedimento proposto para a redução temática em nosso trabalho, também exemplificaremos sua construção em outra temática. Dentro da disciplina Meio Ambiente e Sociedade, a temática "Passado, Presente e Futuro na Terra" foi escolhida para essa exemplificação, pois, dentro do processo de construção da redução temática, uma questão local foi selecionada como elemento orientador das discussões sobre os objetivos e, conseqüentemente, sobre a escolha dos conteúdos.

É importante ressaltar que nossa sugestão para a construção da redução temática começa pela decisão da equipe sobre adotar ou não uma questão ou problematização local. A partir dessa escolha, definem-se os objetivos para abordar a problemática e, somente então, inicia-se a discussão sobre os objetivos específicos e a seleção dos conteúdos.

Na temática “Passado, Presente e Futuro da Vida na Terra”, a problemática local escolhida foi o contrabando de fósseis, uma questão amplamente conhecida em diversas cidades do Rio Grande do Norte e em muitas comunidades do estado. Os sítios

paleontológicos e arqueológicos nem sempre são devidamente catalogados ou pesquisados, devido à falta de pesquisadores e de mecanismos para promover sua preservação e fiscalização. Essa realidade resulta na vulnerabilidade desses sítios, facilitando o tráfico de fósseis.

A escolha dessa problemática seguiu um processo semelhante ao da investigação temática. A equipe multidisciplinar de professores utilizou seu conhecimento sobre a região, sua vivência e fontes de pesquisa locais para o levantamento de possíveis questões. A codificação ocorreu de forma verbal, sem uma formalização rígida das etapas, enquanto a descodificação e a problematização foram desenvolvidas por meio de diálogos e discussões nos encontros da equipe.

A principal diferença em relação ao conceito de tema gerador proposto por Freire está no fato de que a escolha da problemática parte de uma orientação prévia, relacionada à temática “Passado, Presente e Futuro da Vida na Terra”, e não de um levantamento amplo e espontâneo de questões sociais junto aos alunos. No entanto, compreendemos que essa prática ainda se configura como um processo de investigação temática, desde que se mantenha fiel ao princípio freiriano de partir da realidade concreta dos sujeitos envolvidos.

Autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) defendem que, no contexto escolar, a equipe docente também pode levantar os temas geradores, desde que essa construção esteja ancorada no conhecimento da realidade sociocultural dos alunos. Assim, mesmo quando originada pelos professores, a problemática mantém sua condição formativa, por ser próxima àquela que poderia emergir diretamente dos estudantes, possibilitando seu envolvimento crítico, a participação ativa no processo de aprendizagem e a mobilização para ações transformadoras.

Dessa forma, o objetivo geral da temática foi definido como compreender e se posicionar criticamente sobre as questões que envolvem o contrabando de fósseis. Para atender a esse objetivo, foram estabelecidos objetivos específicos, tais como:

- conhecer o valor comercial de um fóssil e os impactos desse mercado ilegal;
- compreender como a condição socioeconômica da comunidade influencia a desvalorização desses registros históricos;
- analisar o contexto regional e nacional da desvalorização dos sítios geológicos.

Com a definição da problemática e dos objetivos gerais e específicos, a equipe deu continuidade ao processo de redução temática nas disciplinas de Biologia, Química e

Física, assegurando que os conteúdos e conceitos selecionados estivessem alinhados aos propósitos formativos da temática e contribuíssem para a construção integrada do conhecimento.

A contribuição da Biologia para a redução temática iniciou-se com a exploração do conceito de fóssil, sua classificação e a identificação dos períodos geológicos em que os organismos fossilizados habitaram a Terra. Em seguida, foram incorporados conteúdos relacionados à decomposição e ao papel ecológico dos decompositores, bem como ao ciclo do carbono na natureza, articulando processos biológicos e geológicos.

A abordagem também contemplou as grandes extinções em massa, com destaque para os fatores que provocaram as cinco principais já registradas, promovendo a compreensão da dinâmica da vida ao longo do tempo. Por fim, a equipe propôs reflexões sobre a possibilidade de uma nova extinção em massa no presente ou no futuro, estimulando a análise crítica das ações humanas e seus impactos nos ecossistemas.

Dando continuidade à integração interdisciplinar, a compreensão do processo de fossilização foi definida como um tema dobradiça essencial para articular os conteúdos das disciplinas de Química e Física. Na Química, essa articulação permitiu explorar transformações químicas envolvidas na preservação dos fósseis, incluindo a permineralização por carbonato de cálcio, a identificação do carbonato como um sal, com a devida comparação ao cloreto de sódio (sal de cozinha), além dos processos de fossilização por incrustação e a introdução do conceito de isótopos, fundamentais para compreender transformações nucleares e sua aplicação na datação.

Na Física, a abordagem concentrou-se na influência da pressão e da temperatura na formação dos fósseis, elementos físicos que condicionam a fossilização em diferentes contextos geológicos. Também foi introduzida a técnica de datação radioativa, com foco no uso do carbono-14, permitindo a compreensão do tempo geológico e da estimativa da idade de vestígios orgânicos com base em princípios físicos e nucleares. Essa articulação conceitual fortalece a integração entre as disciplinas e contribui para a construção de uma compreensão mais ampla e contextualizada dos processos naturais envolvidos na história da vida na Terra.

É importante destacar que, para tratar do ciclo do carbono, não é necessário abordar outros ciclos biogeoquímicos nem explorar todas as formas de combinação do carbono na atmosfera ou em diferentes biomas. O objetivo é compreender o ciclo do carbono na medida em que ele está relacionado à formação do carbono-14. Da mesma forma, a

abordagem dos isótopos restringiu-se àqueles necessários para compreender a datação por carbono-14, sem a necessidade de incluir conceitos sobre isóbaros ou isótonos.

Outro ponto importante é que o estudo da datação radioativa deve concentrar-se apenas nos conceitos necessários para a compreensão da temática, sem a necessidade de detalhar os processos de transformação do núcleo atômico. O objetivo é que o aluno compreenda que o decaimento radioativo resulta na alteração do elemento químico e que cada isótopo possui uma meia-vida característica, determinando o tempo necessário para que metade de sua quantidade original se desintegre.

Embora o carbono-14 não seja utilizado na datação de fósseis devido à sua curta meia-vida, ele é abordado por ser o método mais conhecido e de mais fácil compreensão introdutória. A partir desse exemplo, podem ser introduzidos outros isótopos empregados na datação de materiais geológicos muito antigos, como o potássio-40, o urânio-238 e o rubídio-87, que permitem estimar idades de milhões de anos. Esses conceitos são suficientes para fundamentar a compreensão dos métodos de datação e sua relação com o estudo dos fósseis e das eras geológicas.

A redução temática tem justamente esse propósito, selecionar os conteúdos que contribuam diretamente para os objetivos definidos pela problemática e evitar a inclusão de tópicos que, embora tradicionalmente apresentados como pré-requisitos, são dispensáveis para a compreensão significativa da temática proposta.

Sabemos que esse processo exige um esforço de adaptação, pois há uma tendência natural a considerar que determinados conceitos não podem ser ensinados sem a introdução de outros considerados mais básicos. No entanto, a redução temática busca garantir que os conteúdos sejam apresentados de forma significativa, atendendo diretamente aos objetivos propostos. Como exemplo, pode-se ensinar o conceito de sais sem a necessidade de estudar previamente todas as funções químicas ou ligações químicas. Esse caminho é viável porque a compreensão do que é um sal é trabalhada no contexto da problemática, conferindo maior significado ao aprendizado.

No Quadro 4 é apresentado um resumo da redução temática construída para essa proposta. É importante destacar que cada equipe multidisciplinar poderá conduzir seu próprio processo de investigação temática, considerando suas particularidades. A experiência dos docentes, o diálogo com a comunidade local ou regional e as demandas específicas do contexto educacional são elementos fundamentais que influenciarão a definição das reduções temáticas e a seleção dos conteúdos e estratégias pedagógicas.

Quadro 4- Resumo da redução temática da temática "Passado, presente e futuro da vida na Terra".

	Objetivo geral	Objetivos específicos
Problemática: o contrabando de fósseis no RN.	Entender e posicionar-se sobre as questões que envolvem o contrabando de fósseis em sítios paleontológicos no RN.	Conhecer o valor comercial de um fóssil. Perceber que a condição social da comunidade influencia na desvalorização desses registros históricos. Entender o contexto regional e nacional de desvalorização dos sítios geológicos.
Disciplina	Objetivos de aprendizagem	Conteúdos
Biologia	Compreender o que é um fóssil; conhecer sua classificação e identificar o período histórico em que esses animais ou vegetais habitaram o nosso planeta; compreender o ciclo do carbono na natureza; compreender o que é uma extinção em massa e conhecer os aspectos que levaram às cinco principais extinções em massa que já aconteceram; e promover a discussão sobre a possibilidade de uma extinção em massa atual ou em um futuro próximo.	Seres vivos em eras geológicas. Fósseis. Ciclo do carbono nos organismos. Decompositores.
Química	Compreender a permineralização por carbonato de cálcio; compreender o que é um sal; identificar o carbonato como um sal; compreender o processo de fossilização por incrustação e; compreender o conceito de isótopos e composição do núcleo atômico.	Funções químicas – sais. Isótopos. Núcleos atômicos.
Física	Compreender o conceito de pressão e temperatura aplicados a formação de fósseis; compreender o decaimento beta; compreender o conceito de meia vida; compreender a datação radioativa com base no carbono 14.	Pressão. Temperatura. Decaimento beta. Meia vida. Datação carbono 14.
Geral (outras disciplinas)	Compreender a formação de rochas e bacias sedimentares; conhecer as principais eras geológicas.	Rochas sedimentares. Eras geológicas.

Fonte: elaborado pelos autores.

Esperamos que os exemplos apresentados neste capítulo contribuam para inspirar e orientar outras equipes multidisciplinares em seus processos de redução temática, fortalecendo o trabalho coletivo e a coerência entre objetivos, conteúdos e metodologias dentro das disciplinas que atuam como eixos estruturantes do curso. Mais do que oferecer modelos prontos, buscamos evidenciar caminhos possíveis para a construção de práticas interdisciplinares que considerem o contexto local, o diálogo entre as áreas e a relevância social do conhecimento científico.

O próximo capítulo aborda uma das etapas mais desafiadoras do processo: a regência interdisciplinar em sala de aula. É nesse momento que a proposta curricular se concretiza na prática docente, exigindo do professor não apenas domínio conceitual, mas também sensibilidade para articular diferentes saberes, planejar em colaboração e avaliar de forma coerente com a perspectiva interdisciplinar. A regência representa, portanto, o

espaço em que a teoria ganha vida, revelando as potencialidades e os desafios da interdisciplinaridade no cotidiano do ensino de Ciências Naturais.

CAPÍTULO 4:

DA REDUÇÃO TEMÁTICA À REGÊNCIA: PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES EM AÇÃO

Neste capítulo, discutimos a construção da regência interdisciplinar, compreendida como o momento de concretização da prática docente em que planejamento, mediação pedagógica e avaliação se articulam num processo formativo contínuo. A regência não se limita à execução de aulas, mas envolve tomada de decisões, reflexão crítica e investigação sobre a própria prática pedagógica.

Como destacam Pimenta e Gatti (2011), é na regência que o professor se depara com situações reais de ensino que exigem constante reelaboração de seus saberes e posturas. Essa perspectiva é fortalecida por Alarcão (2001), ao afirmar que o professor reflexivo é aquele que se apropria de sua prática para transformá-la. Tardif (2002) complementa essa visão ao enfatizar que os saberes docentes são construídos na intersecção entre a experiência, a formação e o contexto institucional. Nesse sentido, a regência se configura como eixo central da prática educativa, na qual teoria e prática se entrelaçam na construção de um fazer pedagógico crítico e interdisciplinar.

A construção da regência interdisciplinar também é compreendida como um processo coletivo e dialógico, em consonância com os princípios que fundamentam a Especialização em Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica (EECNEB). Nessa perspectiva, a formação docente é concebida como dinâmica e contínua, na qual o professor se torna sujeito de sua prática ao articular teoria, pesquisa e experiência.

Essa abordagem se inspira nas contribuições de autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), que defendem a integração de saberes por meio de práticas educativas críticas e contextualizadas; Nóvoa (1992), que destaca o protagonismo do professor na construção de sua identidade profissional; e Maldaner (2000), ao enfatizar o papel da colaboração docente na constituição do conhecimento pedagógico. Bourdier (2002) reforça a importância da interdisciplinaridade como eixo organizador do trabalho didático, enquanto Tardif (2002) e Gatti (2009) alertam para a necessidade de se compreender os saberes docentes como construções sociais em permanente transformação. Assim, a regência apresenta-se como um espaço de construção compartilhada do conhecimento, no qual o diálogo interdisciplinar se concretiza em situações reais de ensino e aprendizagem.

A proposta metodológica aqui apresentada valoriza o trabalho em equipe, a

integração entre diferentes áreas do conhecimento e a participação ativa dos estudantes na construção do saber. A equipe de regência que integrou este processo contou com docentes das Ciências Naturais, com formação em Física, Química e Biologia, além de professores de Pedagogia e Filosofia.

Também houve contribuições de outras áreas, como Geografia, História e Língua Portuguesa. O essencial é que os docentes dispunham do embasamento teórico e metodológico que lhes permitiu atuar de forma integrada, promovendo conexões entre os conteúdos e garantindo coerência com os princípios da interdisciplinaridade.

Assim, neste capítulo, apresentamos, como exemplos, a construção da regência interdisciplinar a partir de duas experiências desenvolvidas no curso, em duas temáticas: “Teoria e Mitos sobre a Criação do Universo” e “Passado e “Passado, Presente e Futuro da Vida na Terra”. Ambas demonstram como o trabalho coletivo e a abordagem temática favorecem a articulação entre conteúdos, metodologias e objetivos formativos no ensino de Ciências Naturais.

No sentido atribuído ao curso de EECNEB, a regência constitui a concretização de todo o processo de elaboração do PPC, levando à prática em sala de aula tudo que foi teorizado, principalmente, na construção das disciplinas temáticas. Assim, consolidando não apenas uma teoria interdisciplinar, mas também atitudes e vivência na interdisciplinaridade.

Iniciamos com o planejamento, pois ao pensarmos a regência como um processo integrado, compreendemos esta como sua primeira etapa, momento em que se delineiam a metodologia das aulas, atividades e demais ações que possibilitarão a concretização da interdisciplinaridade em sala de aula.

TEORIAS E MITOS SOBRE A CRIAÇÃO DO UNIVERSO

Planejamento

A equipe multidisciplinar deve iniciar seu trabalho a partir da redução temática que foi construída para cada um dos temas dentro das disciplinas. Os objetivos gerais e específicos definidos orientam a elaboração dos planos de aula, garantindo coerência com a metodologia interdisciplinar adotada no curso.

A metodologia de ensino para as aulas deve se fundamentar na teoria da aprendizagem significativa, conforme discutem Marco Antônio Moreira e Eduardo Fleury Mortimer, que estabelecem conexões importantes entre essa abordagem e o ensino de ciências, apoiando-se nas contribuições de Lev Vygotsky sobre o papel da mediação social no desenvolvimento cognitivo. Esses autores destacam a importância de considerar os

conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para a construção de novos significados, fazendo da mediação docente um elemento essencial para conectar, principalmente, o saber cotidiano ao conhecimento científico.

Para que a aprendizagem significativa se efetive, a mediação precisa ultrapassar o papel de mera motivação, promovendo o envolvimento ativo dos estudantes no processo de construção do conhecimento. Isso ocorre quando a abordagem temática desperta o interesse e permite que os alunos se tornem protagonistas de sua própria aprendizagem. Como destaca Paulo Freire, o educando não é uma tábula rasa, mas um sujeito que traz concepções formadas a partir de sua experiência com o mundo. Essas concepções prévias precisam ser reconhecidas, problematizadas e reinterpretadas, orientando a organização das aulas.

Portanto, a metodologia de aprendizagem deve privilegiar a dialogicidade e a investigação, estimulando a participação ativa dos alunos e o desenvolvimento de uma postura crítica diante do conhecimento. Caso a equipe multidisciplinar opte pelo uso de slides, vídeos ou outros instrumentos potencialmente expositivos, é fundamental que esses recursos atuem como elementos que estimulem a reflexão e o questionamento, e não como instrumentos de mera transmissão de informações. O diálogo contínuo entre professores e alunos deve favorecer o confronto entre as ideias iniciais e o conhecimento científico, promovendo uma compreensão mais profunda e integrada dos conceitos.

Outro aspecto relevante do planejamento é o uso adequado dos temas dobradiça, pois facilitam a interconexão entre os conteúdos das diferentes disciplinas dentro da temática abordada. O planejamento das aulas teve como principais componentes os itens descritos abaixo:

- identificação: turma, código no diário, turno, docentes e temática;
- título da aula: associado à problemática ou a redução temática;
- objetivos: gerais e específicos, conforme a redução temática;
- conteúdos programáticos: previamente definidos;
- desenvolvimento: estratégias pedagógicas e recursos utilizados para a aula;
- recursos didáticos: materiais necessários para as atividades;
- avaliação: critérios para verificar a aprendizagem dos alunos.

Embora cada equipe possa personalizar seu plano, esses elementos são essenciais para garantir a coerência e a organização da aula. Optamos por não incluir bibliografia diretamente no plano de aula, pois as referências já constam no PPC do curso. No entanto, caso sejam feitas citações durante as aulas, suas referências devem ser devidamente incorporadas ao planejamento.

Não vamos tratar de todos os itens. Iremos destinar a discussão voltada à preparação da aula, ao seu desenvolvimento e avaliação.

Preparação da Aula e seu Desenvolvimento

A preparação da aula e a elaboração do plano devem ser realizadas de forma coletiva pela equipe multidisciplinar. Embora os dois processos estejam intimamente relacionados, há entre eles uma diferença importante. O plano de aula corresponde ao registro formal do planejamento, no qual são definidos os objetivos, os conteúdos, as estratégias metodológicas e os critérios de avaliação.

Já a preparação da aula envolve a reflexão prática e criativa sobre como esses elementos serão efetivamente desenvolvidos em sala, considerando o perfil dos alunos, os recursos disponíveis e o tempo destinado às atividades. Ambos os processos podem e devem ocorrer de maneira concomitante, alimentando-se mutuamente, pois a preparação enriquece o plano com elementos da realidade da turma, enquanto o plano garante coerência e intencionalidade à prática docente.

Em uma proposta interdisciplinar, essa construção precisa ocorrer em diálogo constante entre os professores das diferentes áreas, assegurando que as ações pedagógicas estejam articuladas e voltadas à concretização da temática e dos objetivos definidos coletivamente.

Para a construção do plano de aula, é essencial revisitar a redução temática estruturada no capítulo 3, conforme o Quadro 1. Cada temática funciona como uma pequena unidade didática e exige um número adequado de horas para que seus objetivos sejam plenamente desenvolvidos. Para a temática “Teorias e Mitos sobre a Criação do Universo”, foram planejadas 14 horas-aula, distribuídas em três momentos didáticos principais: problematização, aprofundamento conceitual e fechamento com pesquisa aplicada.

A primeira etapa, de 2 horas-aula, foi dedicada à problematização, com a apresentação da temática e o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Nesse momento inicial, buscou-se despertar o interesse da turma, contextualizando a discussão e mobilizando saberes já presentes.

Em seguida, ocorreram 8 horas-aula de aprofundamento conceitual, organizadas por meio da alternância ou concomitância na mediação entre os docentes das diferentes áreas. Essa dinâmica permitiu a exploração integrada de conceitos científicos e filosóficos, estabelecendo relações entre os modelos científicos e os mitos de criação sobre a origem do universo e da matéria. Essa etapa foi fundamental para conectar explicações cosmológicas das Ciências Naturais com as narrativas simbólicas de diferentes culturas, promovendo o diálogo entre saberes e a compreensão crítica sobre a construção do conhecimento.

Por fim, o fechamento e a pesquisa aplicada, realizados em 4 horas-aula, envolveram o debate sobre os impactos sociais e tecnológicos das descobertas científicas, com destaque para os desdobramentos da física de partículas. A discussão incluiu reflexões sobre a viabilidade e os custos dos investimentos em grandes aceleradores de partículas, como o LHC, promovendo o posicionamento crítico dos estudantes frente às implicações éticas, econômicas e sociais da ciência contemporânea.

Essa estrutura pode ser ajustada conforme as necessidades da equipe docente e o cronograma da disciplina prevista com 80 horas-aula (4 horas-aula semanais durante um semestre).

Problematização

Dentro do planejamento ficou acertado que essa mediação inicial seria realizada pelo professor de filosofia, mas isso foi uma opção do grupo. Assim, a problematização inicia com a exposição por meio de slides de duas reportagens sobre os investimentos no Grande Colisor de Hádrons (LHC) e o proposto Futuro Colisor Circular (FCC). Planejado para suceder o LHC, o FCC está estimado em €16 bilhões, com operações iniciais previstas para 2040.

A primeira reportagem apresentada e distribuída aos alunos de forma impressa foi “Futuro Colisor Circular: Mais ambição que ciência?”, publicada no site da BBC News Brasil, a seguir, foi exibida a reportagem em vídeo com o título “Dilema no universo das partículas”, que traz discussões sobre o custo elevado e os benefícios dos aceleradores de partículas.

Nas duas reportagens há questionamentos sobre o custo muito elevado da construção de grandes colisores de partículas e os benefícios que o conhecimento e a tecnologia desenvolvidos poderiam trazer.

Dando continuidade à sequência da aula, o professor de Filosofia inicia o debate questionando os alunos sobre a relação entre ciência e sociedade: até que ponto investimentos tão elevados em aceleradores de partículas são justificados? A discussão inicial tem o objetivo de despertar nos alunos a reflexão sobre as implicações sociais e econômicas da ciência.

Na medida em que o diálogo se desenvolve, surgem questionamentos variados. Alguns alunos expressam curiosidade sobre o que exatamente se estuda no LHC e quais benefícios concretos ele pode gerar para a população. Outros demonstram inquietação com o alto custo dessas pesquisas, perguntando se não seria mais urgente investir em saúde, educação ou combate à fome. Também aparecem dúvidas sobre os Bósons de Higgs e o Big Bang e sobre quem decide as prioridades nos grandes projetos científicos.

É interessante que não sejam elaboradas respostas aos questionamentos, esta é uma etapa de escuta, de conhecer o que os alunos sabem e querem saber. A equipe também pode propor uma atividade de síntese utilizando recursos digitais interativos, como o Kahoot, Mentimeter ou Wordwall, para identificar as palavras-chave e conceitos mais recorrentes nas falas dos alunos. Essa dinâmica permite reconhecer quais ideias foram mais representativas no processo de discussão, além de estimular a participação e a colaboração para aqueles mais comedidos nas falas ou introvertidos.

Os questionamentos feitos pelos alunos e as palavras destacadas devem servir como ponto de partida para a construção do conhecimento e das discussões. Essas reflexões tornam o debate mais rico e instigante, aproximando o conhecimento científico de temas sociais e filosóficos e revelando o potencial formativo da abordagem CTS em sala de aula. É importante ter paciência, embora relativamente longa, a problematização é fundamental para que os alunos sejam de fato inseridos na temática, permitindo que eles se aproximem da temática.

A mediação da problematização, embora iniciada pelo docente de filosofia, pode contar com a participação dos demais, no sentido de estimular o questionamento dos alunos e deixar claro que as respostas serão buscadas no decorrer das aulas e na própria construção dos posicionamentos sobre a temática.

Alternância nas Falas

A preparação da aula envolve o planejamento intencional da alternância de falas ou do diálogo entre os docentes, entendido não apenas como uma divisão de tarefas, mas como uma estratégia pedagógica que estimula a participação dos estudantes e fortalece a

construção coletiva do conhecimento. Essa alternância pode assumir diferentes formas, incluindo momentos de exposição individual, complementação entre docentes ou interações dialógicas planejadas, nas quais diferentes perspectivas são articuladas para enriquecer o processo formativo. Quando bem estruturada, essa dinâmica favorece a mediação compartilhada, aproxima os alunos dos modos de pensar de cada área do conhecimento e modela práticas discursivas mais democráticas e participativas.

Para garantir a continuidade e a coerência da abordagem interdisciplinar, a transição entre as falas pode ser mediada por temas dobradiça. Esses elementos conceituais funcionam como pontos de articulação entre diferentes disciplinas, permitindo que os docentes introduzam e aprofundem conteúdos em diálogo com os demais, favorecendo uma compreensão integrada da temática. O foco não está apenas em equilibrar o tempo de fala entre os professores, mas em assegurar que suas contribuições estejam conectadas e sirvam à construção conjunta do conhecimento.

Além disso, a equipe deve considerar que esses momentos de transição não precisam ser delimitados de forma rígida. Em algumas situações, a interação simultânea entre dois ou mais docentes pode ser mais produtiva, sobretudo quando há necessidade de discutir conceitos convergentes ou complementar abordagens. Para que isso ocorra de maneira eficiente, é essencial que tais interações sejam planejadas previamente, evitando improvisações excessivas que possam comprometer a integração conceitual ou desorganizar a sequência didática da aula.

Outro aspecto relevante é a flexibilidade do roteiro de aula para incorporar as contribuições dos alunos. Questionamentos e intervenções espontâneas podem levar a discussões que extrapolam o planejamento inicial, mas que enriquecem a aprendizagem se forem acolhidas de forma intencional e orientadas pelos objetivos definidos. Essas situações reforçam o papel da equipe multidisciplinar em sala de aula, pois ampliam a capacidade de resposta às demandas emergentes, mobilizando diferentes saberes em benefício da construção coletiva do conhecimento.

Aprofundamento Conceitual

O aprofundamento conceitual ocorre de maneira integrada entre os professores de Física, Química, Filosofia e Biologia, respeitando a alternância nas falas e promovendo uma aula dinâmica e participativa. A discussão inicia-se com um questionamento que pode ser conduzido pelos docentes de Física ou Química: o que é um acelerador de partículas, especificamente o LHC?

Essa pergunta deve ser inicialmente dirigida aos alunos, permitindo que expressem suas concepções prévias sobre o tema antes da introdução da definição científica. Após esse momento de escuta e acolhimento das ideias dos estudantes, pode-se utilizar slides ou outros recursos visuais para apresentar o Grande Colisor de Hádrons (LHC), contextualizando-o como uma máquina de alta complexidade tecnológica, capaz de provocar a aceleração e colisões de partículas como prótons a velocidades altíssimas. A partir desses choques, o LHC permite observar partículas ainda menores e investigar as energias liberadas nessas colisões, contribuindo para a compreensão da constituição da matéria e das origens do universo.

Esse momento cria um tema dobradiça entre Física e Química, possibilitando a participação simultânea ou alternada dos professores. Enquanto um docente explica que as colisões permitem descobrir a constituição das partículas, o outro pode introduzir os conceitos de prótons, nêutrons e quarks, levando o conhecimento sobre o modelo padrão da física de partículas que possui função similar à tabela periódica. Essa discussão também abre espaço para uma reflexão sobre o custo da ciência, permitindo incluir dados sobre o custo total do LHC, estimado em cerca de 4 bilhões de euros, e sobre seu alto custo de manutenção anual, que representa aproximadamente 80% do orçamento do CERN. Nesse ponto, professores de outras áreas podem contribuir com comparações, como o custo de programas sociais ou estimativas globais de investimento para erradicar a fome, ampliando o debate ético e social sobre as prioridades da ciência.

Nesse momento, pode-se retomar o questionamento sobre os elevados custos e se valem a pena. Nessa passagem o docente de biologia poderia conduzir, direcionando para as tecnologias criadas no desenvolvimento do LHC e que são aplicadas na sociedade como os sistemas avançados no diagnóstico de imagem e detectores de radiação, comentando onde são utilizados. Ainda podem haver uma alternância para o docente de Física, comentando sobre os supercondutores e o próprio surgimento da internet. Ainda dentro dessas discussões, devemos sugerir o questionamento sobre a “Partícula de Deus” em referência aos Bósons de Higgs e essa citação sugere a pergunta sobre o que são bósons e o porquê da ideia de partícula de Deus.

Os Bósons de Higgs contribuem para a compreensão da aquisição de massa pelas partículas subatômicas, como aquelas que formam os prótons e nêutrons. Por sua vez, juntamente com os elétrons, compõem os átomos, esses átomos são os elementos químicos que se combinam e formam toda a matéria conhecida. Assim, a massa da matéria como nós a conhecemos teria sua origem nos bósons de Higgs, por isso a associação à partícula

de Deus¹. Essa intervenção dos professores de física e química poderia ser feita por meio de um diálogo entre eles, em que perguntas são feitas para a turma por um dos docentes, com intervalo para possível participação, contudo prevista no plano de aula para ser respondida pelo outro professor. Essas perguntas são apresentadas no slide e com algumas ilustrações para facilitar a visualização dos questionamentos e respostas.

Com a conclusão do diálogo sobre os Bósons de Higgs, os professores de física e química abordariam uma nova questão: como a matéria formada por essas partículas deu origem aos elementos químicos e, posteriormente, a elementos básicos para a vida?

Esses elementos químicos possuem origem na formação do Universo e que também formam todas as coisas que conhecemos, inclusive os seres vivos. Essa pergunta, torna-se um tema dobradiça, pois permite a intervenção do professor de filosofia que faria a abordagem trazendo mitos sobre a criação do universo e a formação da vida, resgatando narrativas mitológicas em diferentes culturas, incluindo tradições gregas, indígenas, egípcias e hebraicas.

Em muitas dessas civilizações, a água e o Sol desempenham papéis centrais na criação do cosmos e da vida. Os egípcios, por exemplo, acreditavam que o deus Atum emergiu das águas primordiais de Nun para criar o mundo. Os hebreus descrevem, no Gênesis, um universo inicialmente coberto por águas, antes da separação entre céu e terra. Povos indígenas da América do Sul também associam a água ao nascimento do mundo e da vida, reforçando a ideia de que esse elemento é essencial à existência.

A discussão sobre a água e o Sol como elementos essenciais à vida pode ser complementada, simultaneamente ou em sequência, pelo professor de Biologia. Nessa intervenção, são explorados conceitos como a dependência da vida em relação à luz solar e à água, além da hipótese científica de que a vida terrestre surgiu em ambientes aquáticos, possivelmente em fontes hidrotermais submarinas. Essa abordagem reforça a presença simbólica e científica da água nos mitos de criação, integrando perspectivas filosóficas, biológicas e culturais.

Os docentes de Biologia e Filosofia podem ainda conduzir uma conversa sobre como diferentes culturas e campos do saber buscaram compreender a origem da vida e da matéria. Desde a concepção filosófica baseada nos quatro elementos fundamentais: terra, ar, fogo e água, até as explicações científicas sobre os elementos químicos e a formação do

¹ Esse termo não surgiu dos pesquisadores, e sim da mídia, a partir da ideia do editor de um periódico científico. O autor do artigo, Leon Lederman, queria o título de “Partícula maldita” (*The Goddamn Particle*) por ser muito difícil de identificar, contudo o editor alterou o nome para “Partícula de Deus” (*The God Particle*).

universo, observa-se a tentativa humana de compreender, a partir de princípios essenciais, a constituição de todas as coisas. Essas narrativas, construídas em contextos históricos e epistemológicos distintos, compartilham o mesmo propósito de buscar respostas sobre nossa origem e o surgimento da vida.

A ideia central trabalhada com os alunos é que mitos e modelos científicos compartilham a busca pelas mesmas respostas fundamentais, ainda que se expressem por linguagens distintas. Comparando as narrativas míticas de criação com o modelo cosmológico do Big Bang, os estudantes podem perceber que ambas representam tentativas humanas de explicar o surgimento do universo a partir de um estado primordial. Enquanto os mitos evocam forças criadoras ou divinas, a ciência propõe um modelo em que o universo se expande a partir de uma condição inicial de altíssima densidade e temperatura. Ao longo dessas interações, os professores incentivam a participação ativa dos alunos, promovendo questionamentos que estimulem a reflexão e a articulação entre ciência, cultura e sociedade.

A problematização constante mantém o engajamento e reforça o papel da interdisciplinaridade como instrumento de construção do conhecimento significativo. Com a consolidação das discussões sobre o modelo do Big Bang e a formação dos elementos químicos primordiais, o bloco temático sobre “Universo e Vida” se encerra, concluindo o processo de aprofundamento conceitual e de integração entre as áreas de conhecimento.

Fechamento e Pesquisa Aplicada

Na etapa final da sequência didática, os alunos são convidados a realizar uma atividade que articula a compreensão conceitual dos conteúdos científicos com a reflexão crítica sobre as implicações sociais e econômicas da ciência. Organizados em grupos, eles pesquisam as aplicações práticas das descobertas realizadas no LHC e as potenciais contribuições do FCC, investigando como essas pesquisas impactam áreas como medicina, tecnologia da informação, energia e indústria.

Com base nessa pesquisa, cada grupo elabora um pôster digital ou relatório sintético, destacando as inovações tecnológicas derivadas das pesquisas em física de partículas e suas relações com a sociedade. Os professores orientam os alunos a identificar, de forma crítica, os benefícios, limitações e dilemas éticos associados a esses avanços.

Na segunda parte da atividade, os alunos retomam os conceitos científicos discutidos ao longo das aulas, especialmente aqueles relacionados ao modelo do Big Bang, à formação dos elementos químicos primordiais e à constituição da matéria conhecida.

Com base nessas discussões, cada estudante elabora uma síntese argumentativa respondendo à questão: “*Os investimentos em projetos científicos de grande escala, como o LHC e o FCC, são justificáveis em termos de custo-benefício para a humanidade?*”

O texto deve articular argumentos conceituais e sociais, demonstrando a compreensão dos processos físicos e químicos que explicam a origem e a composição da matéria, bem como a relação desses conhecimentos com o avanço científico e tecnológico. Para a culminância, as produções podem ser apresentadas em formato de mural, exposição digital ou portfólio coletivo, permitindo que os alunos compartilhem suas reflexões.

Essa atividade favorece o desenvolvimento de competências cognitivas e argumentativas, integra conhecimento científico e pensamento crítico e consolida a interdisciplinaridade ao conectar Física, Química, Biologia e Filosofia na análise das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Avaliação

A avaliação das aulas sobre *Teorias e Mitos sobre a Criação do Universo* deve estar alinhada aos objetivos de aprendizagem estabelecidos no Quadro 1 do capítulo anterior, garantindo a coerência entre planejamento, regência e verificação do aprendizado. Além disso, deve contemplar diferentes dimensões do conhecimento, promovendo a reflexão crítica, a argumentação científica e a capacidade dos alunos de estabelecer conexões interdisciplinares.

Os objetivos gerais do subtema, conforme definidos anteriormente, incluem:

- perceber a ciência como construção humana, reconhecendo sua evolução histórica e seus impactos na sociedade;
- adotar posicionamentos sobre os grandes investimentos em pesquisas científicas, analisando o custo-benefício de projetos como o Grande Colisor de Hádrons (LHC) e o Futuro Colisor Circular (FCC);
- compreender as bases científicas do Big Bang, estabelecendo relações entre esse modelo cosmológico e outras explicações sobre a origem do universo.

A avaliação deve garantir que esses objetivos sejam atingidos e que os alunos consigam não apenas compreender os conteúdos, mas também mobilizá-los de forma crítica e reflexiva. Para isso, propõe-se uma combinação equilibrada entre instrumentos

avaliativos qualitativos e atividades de síntese, que permitam observar a evolução conceitual, procedimental e atitudinal dos estudantes.

Critérios de Avaliação

A avaliação será baseada nos seguintes critérios, em sintonia com os objetivos estabelecidos no Quadro 1, que foi apresentado no capítulo 3. Assim, critérios e objetivos são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5- Critérios e objetivos com base na redução temática para Teorias e Mitos de sobre a Criação do Universo.

Critério	Objetivo Relacionado
Compreensão conceitual: domínio dos conceitos abordados, como Big Bang, bósons de Higgs e modelos mitológicos e científicos de criação do universo.	Compreender as bases científicas do Big Bang.
Articulação interdisciplinar: capacidade de relacionar conhecimentos de Física, Química, Biologia e Filosofia para explicar a origem do universo e da matéria.	Perceber a ciência como construção humana.
Argumentação e reflexão crítica: elaboração de opiniões fundamentadas sobre o custo-benefício dos aceleradores de partículas e o impacto da ciência na sociedade.	Adquirir posicionamentos sobre os grandes investimentos em pesquisas científicas.
Participação e envolvimento: contribuição nas discussões em sala de aula, nos debates e nas atividades de pesquisa aplicada.	Todos os objetivos gerais do subtema.
Construção do pensamento científico: mobilização dos conteúdos aprendidos para interpretar fenômenos e propor explicações fundamentadas.	Perceber a ciência como construção humana.

Fonte: elaborado pelos autores.

Instrumentos Avaliativos

Para atender aos objetivos do subtema e aos critérios definidos, serão utilizados diferentes instrumentos de avaliação, conforme descritos abaixo.

Pesquisa aplicada e pôster digital: em grupos, os alunos investigam as aplicações práticas das pesquisas desenvolvidas no LHC e as potenciais contribuições do FCC, destacando impactos nas áreas de saúde, energia, tecnologia e indústria. O pôster ou relatório produzido deve demonstrar capacidade de síntese e análise crítica, articulando aspectos conceituais e sociais.

Produção textual argumentativa: cada aluno elabora um texto reflexivo sobre “Os investimentos em projetos científicos de grande escala são justificáveis em termos de custo-benefício para a humanidade?”. O texto deve articular argumentos científicos, éticos e econômicos, evidenciando o domínio conceitual sobre o Big Bang e a formação dos elementos químicos.

Síntese conceitual e revisão de conteúdo: como forma de retomar os principais conceitos da sequência didática, os alunos resolvem atividades de análise e interpretação

que envolvem a formação dos elementos químicos no modelo do Big Bang e sua relação com a constituição da matéria. Essa etapa garante a consolidação dos conceitos científicos. Autoavaliação e avaliação entre pares: ao final do processo, os alunos analisam suas próprias aprendizagens e contribuições, bem como as de seus colegas, identificando avanços, dificuldades e o papel do trabalho em equipe.

Reflexão sobre o Processo Avaliativo

A avaliação deve ser compreendida como parte integrante e contínua do processo de aprendizagem, e não como um momento pontual de verificação. Nesse sentido, ela se articula com os objetivos formativos da proposta curricular, contribuindo para que os estudantes reconheçam a ciência como um saber dinâmico, histórico e situado socialmente, permeado por dimensões filosóficas, culturais e éticas.

Em uma abordagem interdisciplinar, a avaliação deve ir além da memorização de conceitos desarticulados, priorizando a compreensão das conexões entre os diferentes campos do conhecimento. Ao valorizar as relações entre conteúdos de Física, Química, Biologia, Filosofia e outras áreas, o processo avaliativo promove o desenvolvimento do pensamento científico, da argumentação fundamentada e da reflexão crítica.

Com esse enfoque, a avaliação assume um caráter formativo e emancipador, permitindo que o estudante se torne protagonista do próprio aprendizado. Ao refletir sobre suas aprendizagens, dificuldades e avanços, o aluno é incentivado a construir sentidos para o conhecimento, compreendendo o papel da ciência na sociedade e as implicações sociais, políticas e humanas do fazer científico.

PASSADO, PRESENTE E FUTURO DA VIDA NA TERRA

Utilizamos a mesma estrutura adotada na temática “Teorias e Mitos sobre a Criação do Universo”. Assim, optamos por não apresentar previamente a lista de tópicos, abordando-os diretamente ao longo do desenvolvimento do texto.

Planejamento

O planejamento da sequência de aulas dessa temática parte da problemática do contrabando de fósseis no Rio Grande do Norte, proposta no processo de redução temática, e busca desenvolver nos alunos uma compreensão crítica sobre a importância dos fósseis como patrimônio científico e histórico. A organização das aulas promove uma abordagem interdisciplinar, articulando Biologia, Química e Física, com ênfase na relação entre fenômenos naturais e questões sociocientíficas.

Problematização inicial

A aula se inicia com a apresentação de uma situação hipotética exibida em slide: “Durante a escavação de uma fossa séptica ou de um poço em sua comunidade, você encontra uma ossada em meio às rochas. O que faria nessa situação? Pensaria que poderia se tratar de um fóssil?” A partir dessa provocação inicial, o professor de Biologia conduz uma breve conversa, incentivando os alunos a compartilharem suas ideias e experiências.

Essa etapa busca aproximar o tema da realidade local, já que na região do Seridó, em municípios como Parelhas, e em outras áreas do interior do Rio Grande do Norte há pedreiras e formações rochosas onde fósseis são ocasionalmente encontrados, muitas vezes sem o devido reconhecimento de seu valor científico.

Em seguida, é exibida a reportagem “O Brasil sofre com o comércio ilegal de fósseis”, produzida pela TV Cultura, e distribuído o texto “MPF investiga contrabando de fósseis brasileiros vendidos no exterior”, publicado pela CNN Brasil. As reportagens abordam o problema do contrabando de fósseis no Nordeste, discutindo suas implicações científicas, sociais e éticas. Após a leitura e o vídeo, o professor retoma o diálogo com algumas perguntas: O que é um fóssil? O que torna um fóssil valioso para a ciência e para a sociedade? Por que o contrabando de fósseis é considerado um problema social e ético? Quem é o verdadeiro dono de um fóssil encontrado no subsolo da região?

As respostas dos alunos são acolhidas e registradas pela equipe docente, seja no quadro, em anotações coletivas ou em ferramentas digitais, compondo um mapa inicial de concepções que servirá como base para a construção das aulas seguintes. O professor de Filosofia contribui nesse momento ao introduzir reflexões sobre ética e responsabilidade coletiva, relacionando a discussão à propriedade dos bens naturais e à preservação do patrimônio científico.

Essa etapa tem como foco central o levantamento das ideias prévias dos alunos, sem buscar respostas conclusivas, pois essas concepções iniciais orientarão o desenvolvimento conceitual e metodológico das aulas subsequentes, permitindo que a sequência didática avance de forma coerente com as percepções e curiosidades expressas pelos estudantes.

Aprofundamento conceitual

O aprofundamento conceitual dessa sequência foi planejado e desenvolvido de forma integrada pela equipe multidisciplinar composta por professores de Biologia, Química e Física, atuando de modo colaborativo em todas as etapas. As falas dos docentes são alternadas de forma orgânica, evitando rupturas entre os conteúdos e garantindo que o

conhecimento circule entre as áreas. O objetivo é que os estudantes compreendam o processo de fossilização, os mecanismos de datação e o valor dos fósseis como patrimônio natural, histórico e científico, relacionando ciência, ética e cultura.

A seguir, apresenta-se o planejamento de três encontros, cada um com duração de quatro horas-aula, totalizando doze horas-aula dedicadas ao aprofundamento conceitual da temática. Esses encontros serão descritos individualmente, com foco no planejamento e na elaboração de cada um deles, evidenciando as estratégias didáticas adotadas e as articulações interdisciplinares promovidas.

Encontro 01 – Passado da Vida na Terra

Após a problematização inicial, a equipe inicia o aprofundamento retomando as respostas e hipóteses levantadas pelos alunos sobre o valor e o significado dos fósseis. O professor de Biologia conduz o primeiro momento, destacando que os fósseis são registros materiais da vida que existiu no passado, fundamentais para compreender a evolução biológica e as transformações ambientais da Terra. Ele explica que apenas uma pequena fração dos organismos se fossiliza, e que o estudo desses vestígios permite reconstruir ecossistemas antigos e inferir como as espécies se adaptaram às mudanças climáticas e geológicas ao longo do tempo.

Em seguida, o professor de Filosofia amplia a discussão, abordando a dimensão simbólica e cultural dos fósseis. A partir do diálogo com os estudantes, ele propõe uma reflexão sobre a relação entre o ser humano e o tempo, o desejo de permanência e a busca por compreender a origem da vida. Essa abordagem destaca que os fósseis, além de registros científicos, são também marcas da memória coletiva da humanidade, o que confere a eles um valor ético e cultural.

A transição ocorre naturalmente quando o professor de Biologia retoma o debate para mostrar que, historicamente, fósseis de grandes répteis e mamíferos pré-históricos deram origem a mitos e lendas sobre dragões e criaturas gigantescas. O docente apresenta imagens e narrativas antigas da China, da Grécia e do Oriente Médio, destacando como a descoberta de ossadas colossais alimentou o imaginário popular e, em muitos casos, originou crenças que associavam esses achados a seres míticos. Essa intervenção permite que os alunos percebam como a ciência e a cultura se entrelaçam na construção de significados sobre o passado da Terra.

Aproveitando o interesse despertado, o professor de Biologia introduz a relação entre fósseis e cultura contemporânea, explorando exemplos de filmes, séries e jogos,

como *Jurassic Park*, que tratam da “ressurreição” de espécies extintas. Em seguida, lança a questão: “*Seria possível trazer de volta um organismo extinto a partir de seu DNA?*” Essa pergunta serve como elo interdisciplinar entre Biologia, Química e Física.

O professor de Biologia explica que o DNA, molécula que armazena as informações genéticas dos seres vivos, se degrada com o tempo, tornando inviável a clonagem de organismos que viveram há milhões de anos, como os dinossauros. Ele comenta, contudo, que pesquisas modernas tentam recuperar fragmentos genéticos de espécies mais recentes, como o mamute-lanoso, por meio da clonagem e edição genética.

Nesse ponto, o professor de Química entra em cena, explicando que o DNA é uma estrutura molecular composta por açúcares, fosfatos e bases nitrogenadas — substâncias químicas que obedecem às mesmas leis universais da matéria. O docente de Física complementa introduzindo a ideia de que toda forma de vida está sujeita às leis de conservação de energia e matéria, demonstrando que o estudo da vida também requer compreender os princípios físicos e químicos que a sustentam.

A aula é finalizada com uma reflexão conjunta: “*Por que um ser vivo que morreu há muito tempo se tornou um fóssil?*”. A questão, deixada em aberto, orienta o início da aula seguinte, funcionando como tema dobradiça, articulando o estudo da vida e da fossilização.

Encontro 02 – Formação dos Fósseis

A segunda aula tem início com a retomada da questão anterior e com a exposição de imagens de fósseis encontrados no Nordeste brasileiro, especialmente da Chapada do Araripe. O professor de Biologia destaca que a fossilização é um processo raro e depende de condições muito específicas — rápido soterramento, ausência de oxigênio e deposição de sedimentos finos. Ele explica que existem diferentes tipos de fósseis, como os somatofósseis (partes do corpo) e os icnofósseis (pegadas e vestígios de atividade), e relaciona essas categorias às descobertas recentes da região, aproximando a temática do cotidiano dos estudantes.

O professor de Química assume a fala, explicando que, durante o processo de fossilização, os tecidos orgânicos originais são substituídos por minerais, principalmente carbonato de cálcio (CaCO_3) e sílica (SiO_2). Ele demonstra, com um pequeno experimento, como ocorre a formação do CaCO_3 a partir da reação entre o óxido de cálcio e a água, seguida da reação com o gás carbônico do ar. Essa atividade evidencia como as reações

químicas da fossilização se assemelham a processos presentes em materiais comuns, como o mármore e o calcário.

O professor de Física complementa explicando que, na medida em que as camadas de sedimentos se acumulam, aumentam a pressão ($P = F/A$) e a temperatura, o que compacta os restos orgânicos e acelera a substituição por minerais. Utilizando imagens e esquemas, ele demonstra a relação entre força, área e compactação, ajudando os alunos a compreenderem os fatores físicos que contribuem para a formação de fósseis.

A alternância das falas entre os professores é cuidadosamente planejada como um diálogo colaborativo, no qual cada docente contribui com sua área para aprofundar e complementar o conceito em discussão. Por exemplo, enquanto o professor de Física aborda o processo de compactação, o de Química intervém para retomar o papel das reações químicas, e o de Biologia acrescenta como a ausência de oxigênio impede a decomposição. Essa interlocução entre os docentes evidencia a construção interdisciplinar do conhecimento e mantém a fluidez e a coesão da aula.

Em seguida, os docentes conduzem uma atividade prática de simulação de fossilização. Os alunos utilizam argila, massa de modelar, gesso e pequenas figuras plásticas para produzir moldes que representem os diferentes tipos de fósseis. O professor de Química orienta o preparo do gesso, explicando as reações envolvidas; o de Física relaciona o processo à aplicação de força e pressão; e o de Biologia analisa as condições de preservação e compara as impressões com fósseis reais.

A prática desperta o interesse dos alunos e facilita a compreensão dos fenômenos estudados. Na socialização final, a equipe docente destaca que o que foi simulado em minutos na aula ocorre naturalmente ao longo de milhões de anos. O professor de Biologia encerra o encontro lançando uma nova provocação: *“O que os fósseis podem nos contar sobre o ambiente e as condições da Terra no passado?”*, preparando o caminho para o estudo da datação geológica na aula seguinte.

Encontro 03 – Formação dos Fósseis e Datação

A terceira aula tem início com a apresentação dos modelos de fósseis produzidos pelos grupos, retomando os conceitos de fossilização e tempo geológico. O professor de Física introduz a noção de tempo geológico por meio de analogias, como comparar a história da Terra a um único ano, em que os humanos surgiriam apenas nos últimos minutos. Essa abordagem ajuda os alunos a compreender a escala temporal envolvida na formação dos fósseis. O docente também apresenta os princípios de sobreposição e

horizontalidade das camadas de rocha, explicando que as camadas inferiores são mais antigas, o que fundamenta a datação relativa.

O professor de Química prossegue apresentando o conceito de datação absoluta, que permite determinar a idade de fósseis e rochas por meio do estudo de isótopos radioativos. Ele explica que isótopos de um mesmo elemento químico possuem o mesmo número atômico, mas diferem na quantidade de nêutrons, e que alguns desses núcleos são instáveis, sofrendo decaimento radioativo.

Nesse ponto, o professor de Física complementa explicando que o decaimento ocorre com uma taxa constante e previsível, expressa pela meia-vida, ou seja, o tempo necessário para que metade do material radioativo se transforme em outro elemento. Ele ressalta que compreender esse conceito é suficiente para entender como os cientistas calculam a idade das rochas, sem necessidade de detalhar os processos nucleares.

O professor de Química então apresenta exemplos dos principais métodos de datação:

- Carbono-14 ($^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}$): para restos orgânicos de até 50 mil anos;
- Potássio-Argônio ($^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$): para rochas e fósseis de milhões de anos;
- Urânio-Chumbo ($^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$): para formações geológicas com bilhões de anos.

O professor de Biologia complementa destacando como esses métodos permitem compreender a história evolutiva da Terra e reconstruir os ambientes e as espécies de diferentes eras. Ele apresenta uma linha do tempo geológica e conduz a construção coletiva de uma fita cronológica, na qual os alunos posicionam as principais eras e períodos, associando-os a grandes eventos da evolução da vida, como o surgimento das primeiras células, a diversificação dos vertebrados, o aparecimento e extinção dos dinossauros, e a evolução dos mamíferos e dos seres humanos.

O encerramento é conduzido em conjunto pela equipe docente, que destaca um exemplo regional de relevância científica: as rochas de Serra Caiada (RN), datadas em aproximadamente 3,5 bilhões de anos, entre as mais antigas da América do Sul. Essa referência local reforça o vínculo entre o conhecimento científico e o patrimônio natural do Rio Grande do Norte, permitindo discutir a importância da preservação e valorização do patrimônio geológico brasileiro.

A aula termina com a questão que conduz à pesquisa aplicada: “*Se os fósseis*

guardam a memória da vida que passou, o que deixaremos como marcas do nosso tempo?”, uma reflexão que articula ciência, ética e sociedade, sintetizando o sentido formativo da sequência.

Fechamento e Pesquisa Aplicada

O fechamento da sequência de aulas sobre Passado, Presente e Futuro da Vida na Terra tem como objetivo consolidar os conceitos estudados nas três aulas anteriores e promover a socialização dos conhecimentos produzidos pelos alunos. Este momento é planejado para articular a dimensão científica, ética e social da temática, reforçando o papel da ciência como construção humana e coletiva.

A aula se inicia com um breve momento de revisão dialogada, em que a equipe multidisciplinar retoma as principais ideias trabalhadas: o processo de fossilização, as reações químicas envolvidas, a influência da pressão e da temperatura nas camadas sedimentares e os métodos de datação relativos e absolutos. Essa retomada é feita com base nas próprias produções dos alunos, que são trazidas novamente à discussão.

Em seguida, os grupos são convidados a compartilhar os resultados de suas atividades:

Atividade 1 – Simulação de fósseis com gesso e massinha:

Cada grupo apresenta seus modelos, explicando as condições simuladas e identificando se o exemplar representa um somatofóssil ou um icnofóssil. Os estudantes comentam o que aprenderam sobre o processo de fossilização, as reações químicas e os fatores físicos que influenciam a formação de fósseis. O professor de Biologia conduz a discussão sobre as condições ambientais, enquanto os docentes de Química e Física retomam as explicações sobre mineralização e compactação.

Atividade 2 – Simulador PhET de datação radioativa:

Os grupos compartilham seus registros sobre a variação dos isótopos ao longo do tempo e discutem as diferenças entre os métodos de datação (Carbono-14, Potássio-Argônio, Urânio-Chumbo). O professor de Física conduz a análise dos gráficos de decaimento e o conceito de meia-vida; o de Química complementa com a explicação sobre os núcleos atômicos e o papel dos elementos na determinação das idades das rochas; e o de Biologia discute a importância da datação para compreender a história da vida.

Atividade 3 – Linha do tempo geológica:

Na última parte da aula, os grupos apresentam suas fitas cronológicas, mostrando a sequência das eras e períodos geológicos, os principais eventos evolutivos e os tipos de fósseis característicos de cada era. Os professores orientam os estudantes a observarem as proporções temporais, relacionando as mudanças na vida da Terra às transformações ambientais e geológicas.

Durante as apresentações, a equipe docente incentiva o diálogo entre os grupos, promovendo comparações e sínteses coletivas. Essa socialização é essencial para que os alunos percebam a diversidade de interpretações e compreendam que a ciência é resultado de cooperação e debate, não de respostas únicas e prontas.

Como culminância, os professores conduzem uma discussão final sobre o valor social e ético dos fósseis. A partir das descobertas compartilhadas, retoma-se a problemática inicial do contrabando de fósseis e as implicações desse ato para a ciência e para a memória da vida na Terra. Os alunos são convidados a refletir sobre as responsabilidades individuais e coletivas na preservação do patrimônio natural, discutindo a quem pertencem os fósseis e o que sua exploração indevida representa para o país e para a comunidade científica.

Para encerrar, cada grupo elabora uma síntese reflexiva em formato livre, como texto, cartaz digital, infográfico ou breve vídeo, em que responde à questão norteadora proposta, articulando os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática: *“Se os fósseis guardam a memória da vida que passou, quais marcas nós, enquanto sociedade, estamos deixando para o futuro?”*

Essas produções podem ser apresentadas em um mural na escola ou compartilhadas em um evento interno, como uma mostra de ciências, valorizando a autoria dos alunos e fortalecendo o vínculo entre o conhecimento escolar, o contexto regional e a formação de uma consciência crítica e ambientalmente responsável.

Avaliação

A avaliação da sequência didática deve estar articulada aos objetivos definidos na redução temática e às competências desenvolvidas ao longo das três aulas. Assim como nas demais temáticas, compreende-se que avaliar é parte integrante do processo de aprendizagem e não uma etapa final ou meramente classificatória.

Nessa perspectiva, adota-se uma abordagem formativa e processual de avaliação, que acompanha o percurso dos alunos desde a problematização até o fechamento da

sequência, valorizando a argumentação, a colaboração e a mobilização dos conhecimentos de diferentes áreas. Avaliar, nesse contexto, significa reconhecer avanços, identificar dificuldades e orientar continuamente o processo de ensino e aprendizagem.

Os instrumentos avaliativos adotados buscam contemplar três dimensões fundamentais:

- conceitual, relacionada à compreensão dos conteúdos de Biologia, Química e Física;
- procedimental, vinculada à execução das atividades práticas e de pesquisa;
- atitudinal, expressa na postura investigativa, na argumentação crítica e na cooperação entre os colegas.

CrITÉRIOS de Avaliação

A avaliação dessa sequência de aulas foi planejada de modo a manter plena coerência com os objetivos estabelecidos na redução temática apresentada no capítulo anterior. Assim, os critérios definidos refletem tanto o caráter interdisciplinar das disciplinas envolvidas quanto o compromisso com uma aprendizagem significativa e contextualizada. Buscou-se contemplar o domínio conceitual, a integração entre os campos da Física, Química e Biologia, a reflexão crítica sobre a problemática do contrabando de fósseis e o desenvolvimento de atitudes éticas e colaborativas. São sintetizados no Quadro 2, a seguir, os critérios de avaliação adotados para a temática.

Quadro 2- Critérios e objetivos com base na redução temática para Passado, Presente e Futuro da Vida na Terra.

CrITÉRIO de Avaliação	Descrição e Indicadores Observáveis	Objetivos Relacionados (da Redução Temática)
Compreensão conceitual sobre fósseis e processos naturais	Demonstra entendimento sobre o que são fósseis, como se formam e como são datados; identifica os tipos de fósseis e reconhece os fenômenos físicos, químicos e biológicos envolvidos.	Compreender o que é um fóssil; compreender os processos de fossilização; conhecer o papel da pressão, temperatura e reações químicas na formação dos fósseis.
Articulação interdisciplinar	Integra conceitos das três disciplinas (Biologia, Física e Química), explicando de forma coerente como os processos naturais se relacionam.	Entender os fenômenos naturais de modo integrado, reconhecendo as inter-relações entre Física, Química e Biologia.
Compreensão socioambiental e ética	Reconhece o valor histórico, cultural e econômico dos fósseis; analisa criticamente o contrabando e a desvalorização dos sítios geológicos.	Conhecer o valor comercial de um fóssil; entender o contexto regional e nacional da desvalorização dos sítios geológicos; compreender o impacto social do contrabando de fósseis.

Análise crítica e argumentação	Elabora opiniões fundamentadas sobre a preservação dos fósseis e o papel da ciência; expressa-se com clareza e coerência em discussões e produções escritas.	Entender e posicionar-se sobre as questões que envolvem o contrabando de fósseis no RN; desenvolver postura crítica sobre a preservação do patrimônio natural.
Participação e colaboração em atividades práticas	Participa ativamente nas simulações e pesquisas, demonstra curiosidade científica, coopera com os colegas e contribui para o trabalho em grupo.	Desenvolver atitudes de cooperação e corresponsabilidade na construção coletiva do conhecimento.
Produção e comunicação dos resultados	Apresenta os resultados das atividades de forma organizada, clara e fundamentada nos conceitos científicos.	Comunicar e socializar o conhecimento científico de modo crítico e contextualizado.
Reflexão sobre a ciência e o patrimônio	Reconhece o papel da ciência na reconstrução da história da vida e reflete sobre a responsabilidade humana na preservação dos bens naturais e culturais.	Desenvolver consciência ética e ambiental; perceber a importância da ciência na preservação da vida e do planeta.

Fonte: elaborado pelos autores

De modo geral, a avaliação prioriza o acompanhamento contínuo da aprendizagem, considerando o envolvimento dos estudantes nas discussões, nas atividades práticas e nas produções coletivas. Mais do que medir resultados, busca-se compreender como o aluno constrói significados, integra saberes e desenvolve uma postura crítica e ética diante da ciência e da sociedade.

Instrumentos Avaliativos

A avaliação será realizada a partir de diferentes instrumentos que permitam observar o desenvolvimento do aluno em todas as etapas do processo:

- Registro da atividade prática: observação e relatório dos grupos sobre a simulação da fossilização com gesso e massinha, destacando os fatores físicos e químicos envolvidos.
- Análise da atividade no simulador PhET: síntese dos resultados obtidos e interpretação das curvas de decaimento radioativo.
- Linha do tempo geológica: avaliação da coerência conceitual, da representação gráfica e da integração entre conteúdos das três disciplinas.
- Apresentação oral dos grupos: socialização dos resultados das atividades e pesquisas, observando a clareza, a argumentação e o uso da linguagem científica.
- Produção reflexiva final: texto, cartaz digital ou infográfico em resposta à questão norteadora: “Se os fósseis guardam a memória da vida que passou, quais marcas nós estamos deixando para o futuro?”.

- Autoavaliação e avaliação entre pares: cada aluno reflete sobre sua participação, o aprendizado construído e a colaboração dos colegas.

Reflexão sobre o Processo Avaliativo

A avaliação, em sua dimensão interdisciplinar, reafirma o princípio da aprendizagem significativa, em que o conhecimento é construído a partir do diálogo entre as concepções prévias dos alunos e os novos significados atribuídos ao conteúdo.

O processo avaliativo é contínuo, qualitativo e formativo, priorizando a argumentação, a autonomia e o engajamento na resolução de problemas reais. Mais do que mensurar resultados, a avaliação pretende estimular a consciência crítica e cidadã dos estudantes, aproximando o ensino de Ciências Naturais das questões locais e globais que permeiam a sociedade, como a ética na pesquisa, a valorização do patrimônio natural e a responsabilidade socioambiental.

Encerradas as análises sobre a regência interdisciplinar, compreendemos que a vivência em sala de aula é o ponto de convergência de todo o processo descrito ao longo deste livro. O planejamento coletivo, a construção da redução temática, a execução das aulas e a avaliação formativa revelam que a interdisciplinaridade não se resume a uma metodologia, mas constitui uma prática pedagógica que exige diálogo, sensibilidade e constante reflexão.

É nesse contexto que o trabalho das equipes multidisciplinares se transforma em um exercício de aprendizagem compartilhada, em que professores e alunos constroem juntos novos modos de compreender o conhecimento e o mundo. A partir dessa experiência, somos conduzidos a uma reflexão mais ampla sobre os caminhos, desafios e possibilidades da interdisciplinaridade na educação, tema que orienta o posfácio a seguir.

POSFÁCIO:

ENTRE A EXPERIÊNCIA E OS DESAFIOS: O QUE APRENDEMOS COM A INTERDISCIPLINARIDADE

Este posfácio nasce do percurso trilhado ao longo destas páginas, que se inicia na reflexão sobre a formação de professores e se estende até a construção e vivência das disciplinas temáticas. Ao revisitar esse caminho, torna-se evidente que o sentido mais profundo da interdisciplinaridade não reside apenas na articulação entre conteúdos, mas na atitude investigativa, ética e colaborativa que se estabelece entre docentes e discentes quando o ensino se torna um espaço de diálogo e de produção compartilhada do conhecimento.

A proposta de organizar o ensino de Ciências Naturais a partir de eixos temáticos como *Universo e Vida*, *Meio Ambiente e Sociedade* e *Sociedade, Tecnologia e Ser Humano* revelou-se um exercício de coerência entre teoria e prática. Cada disciplina, ao abordar problemáticas concretas, articulou conteúdos de Física, Química, Biologia, Filosofia e outras áreas e disciplinas em torno de questões significativas que dialogam com a realidade local e global. Nesse processo, compreendemos que a interdisciplinaridade não se reduz à integração de conceitos, mas se manifesta como uma forma de compreender o mundo de maneira mais ampla, conectando o científico ao humano, o tecnológico ao social, e o saber acadêmico aos conhecimentos tradicionais e culturais.

Essa vivência mostrou que a interdisciplinaridade é, ao mesmo tempo, um caminho fértil e desafiador. Exige tempo para o diálogo, escuta atenta e abertura para o inusitado. As diferenças de linguagem entre as áreas, longe de serem obstáculos, tornam-se oportunidades de criação e de ampliação de horizontes. Planejar, lecionar e avaliar em equipe requer desprendimento e disposição para aprender com o outro, o que reafirma o papel formativo da coletividade. É nesse movimento que a docência se humaniza e se torna uma experiência de construção conjunta, sustentada pelo compromisso de formar sujeitos críticos e conscientes.

As experiências desenvolvidas nas temáticas deste livro, e nas demais presentes no curso de Especialização, demonstram que a interdisciplinaridade pode aproximar o ensino das realidades locais, sem perder a dimensão científica e universal do conhecimento. Ao tratar de temas como o contrabando de fósseis, a relação entre biotecnologia e ética, a preservação ambiental e o papel da tecnologia na vida contemporânea, as aulas se tornaram

espaços de reflexão e de pertencimento. Ao mesmo tempo, o diálogo com os saberes populares, indígenas e tradicionais revelou que a ciência, quando aberta à diversidade cultural, amplia seu alcance formativo e torna-se mais significativa para os alunos e para a comunidade.

Compreendemos, assim, que a interdisciplinaridade não é um ponto de chegada, mas um processo contínuo de aprendizagem e reinvenção. Ela se realiza na escuta sensível, na mediação pedagógica e na curiosidade compartilhada. O conhecimento científico, quando integrado a outras formas de saber, transforma-se em ferramenta de emancipação e de reconhecimento das múltiplas formas de compreender o mundo.

Mais do que apresentar um modelo metodológico, este livro pretende inspirar práticas docentes comprometidas com a formação integral do ser humano. Cada instituição, cada equipe e cada contexto educacional poderá reinterpretar as ideias aqui apresentadas, adaptando-as às suas realidades e desafios. O essencial é preservar o princípio que sustenta toda a proposta: a interdisciplinaridade como atitude diante do conhecimento, como prática dialógica e como compromisso ético com a vida e com a educação.

Encerramos este livro reafirmando que ensinar Ciências Naturais a partir de uma perspectiva interdisciplinar é um gesto de resistência e de esperança. É reconhecer que a ciência não se separa da cultura, da história ou da sociedade, e que o ato de ensinar é, acima de tudo, um convite à descoberta e à transformação. Ao unirmos esforços para compreender o universo, a vida e o ser humano, reafirmamos o valor do diálogo e da colaboração como caminhos para uma educação que integra razão, sensibilidade e compromisso social.

Ensinar de forma interdisciplinar é reaprender a olhar o mundo e reconhecer, nas suas conexões invisíveis, a essência do conhecimento e da vida.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2001.
- AIKENHEAD, Glen S. **Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice**. New York: Teachers College Press, 2006.
- ALVES, Rubem. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras**. 8. ed. São Paulo: Loyola, 1994.
- ANGOTTI, José André. **Conceitos unificadores para o ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.
- ANGOTTI, José André; DELIZOICOV, Demétrio; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- AULER, Décio. **Educação CTS: aspectos de uma proposta investigativa**. Ijuí: Unijuí, 2001.
- _____. **A abordagem CTS e a pesquisa no ensino de Ciências no Brasil**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 36, n. 129, p. 641–666, 2007.
- _____. **Ensino por investigação, CTS e pedagogia freireana: uma abordagem crítica e interdisciplinar**. Revista de Educação e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 77-89, 2023.
- AUSUBEL, David Paul. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAZZO, Walter Antônio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998.
- BOURDIER, Henri. **Didática das ciências e interdisciplinaridade: uma proposta para o ensino fundamental**. Campinas: Papirus, 2002.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica. Brasília: MEC, 2024.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 1998.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa; Gil-Pérez, D.. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo, Cortez Editora 1995.
- CHIZZOTTI, Antônio; PIMENTA, Selma Garrido. **Formação de professores: saberes da docência e identidade profissional**. São Paulo: Cortez, 1999.

- COSTA, Marilda de Oliveira; SILVA, Leonardo Almeida da. **Educação e democracia:** Base Nacional Comum Curricular e novo ensino médio sob a ótica de entidades acadêmicas da área educacional. Revista Brasileira de Educação, v. 24, e240047, 2019.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- _____. **Aproximações entre o cotidiano e o científico no ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 2011.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa.** Campinas: Papirus, 2008.
- _____. **O que é interdisciplinaridade.** São Paulo: Cortez, 2011.
- FIORANTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em Educação Matemática:** percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- _____. **Educação como prática da liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GATTI, B. A. **Formação de professores:** condições e problemas atuais. São Paulo: Cortez, 2009.
- JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- _____. **O sonho transdisciplinar:** a unidade do conhecimento. Rio de Janeiro: Imago, 2006.
- KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1998.
- KRASILCHIK, Myriam. **Educação e cidadania:** ciências para a formação do cidadão. São Paulo: Moderna, 1987.
- LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos.** 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2000.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** 22. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- MALDANER, Otávio Aloisio. **Formação inicial e continuada de professores de química:** professores/pesquisadores. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita:** repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- _____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez/UNESCO, 2002.
- _____. **Introdução ao pensamento complexo.** Porto Alegre: Sulina, 2015.
- MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa. **Currículo, cultura e sociedade.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São

Paulo: Centauro, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **A linguagem e a formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; RODRIGUES, Carlos. **Estratégias didáticas para a promoção do diálogo e raciocínio científico**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências, v. 15, n. 2, p. 123-135, 2002.

NARDI, Roberto. **Formação da área de ensino de ciências**: fatores que contribuíram para a constituição e consolidação da pesquisa e suas características segundo destacados pesquisadores brasileiros. In: NARDI, Roberto.; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. A pós-graduação em ensino de ciências e matemática no Brasil: origens, características, programas e consolidação da pesquisa na área. São Paulo: Livraria da Física, 2014. p. 17-55.

NARDI, Roberto. **Atividades experimentais e ensino por investigação**. Jornal de Estudos de Ensino de Ciências, v. 10, n. 1, p. 45-60, 2022.

NÓVOA, Antônio. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

PIMENTA, Selma Garrido; GATTI, Bernadete Angelina. **Professores reflexivos**: da formação à ação. São Paulo: Cortez, 2011.

PIRES, Marília Freitas de Campos. **Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino**. Interface - Comunicação, Saúde, Educação, v. 2, n. 2, p. 173-182, 1998.

RODRIGUES, Ana Cláudia da Silva; CHAGAS, Liliane Alves; CALABRIA, Thiago Luís Cavalcanti. **Formar que cidadão?** Concepções presentes na proposta curricular das escolas em tempo integral da Paraíba. Revista Brasileira de Educação, v. 28, e280111, 2023.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. Ciência & Educação, v. 3, n. 2, p. 251–268, 1996.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; BAZZO, W. A. **Educação científica e cidadania**: reflexões e desafios. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; PARAÍSO, Marlucy Alves. Concepções de currículo no debate educacional brasileiro. Educação & Sociedade, Campinas, v. 17, n. 54, p. 5–25, 1996.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira**. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133–162, 2000.

SILVA, Pedro Alves da; SOUSA, Nilson Rodrigues Borges de; SILVA, Joselma Ferreira Lima. **Cidadania e formação de professores(as) no tempo presente:** desafios e perspectivas. Revista Communitas, v. 7, n. 16, p. 118-131, 2023.

SNOW, Charles Percy. **The Two Cultures and the Scientific Revolution.** Cambridge: Cambridge University Press, 1959.

SOMMERMAN, Américo. **Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na educação:** fundamentos epistemológicos e metodológicos. São Paulo: Paulus, 2006.

_____. **O pensar complexo e a interdisciplinaridade:** fundamentos epistemológicos e metodológicos. São Paulo: Paulus, 2011.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, Fernando Lang da Silveira. **Interdisciplinaridade:** conceitos e práticas na educação em ciências. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

REALIZAÇÃO:



ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENPUBLI.COM

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.