

<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2024v26i1p059-085>

**Conhecimento da matemática e da química incorporadas a materiais curriculares integradores**

**Knowledge of mathematics and chemistry embedded into integration curriculum materials**

**Conocimiento de matemáticas y química incorporado en los materiales curriculares integradores**

**Connaissance des mathématiques et de la chimie intégrée dans le matériel curriculaire d'intégration**

Jackelany de Souza França Durães Machado<sup>1</sup>  
Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais  
Mestrado em Educação  
[0000-0003-1348-2523](tel:0000-0003-1348-2523)

Gilberto Januario<sup>2</sup>  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutorado em Educação Matemática  
[0000-0003-0024-2096](tel:0000-0003-0024-2096)

### **Resumo**

O artigo estrutura-se a partir do objetivo de conhecer a Matemática e a Química incorporadas a materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza avaliados e aprovados no âmbito do PNLD 2021. Trata-se de uma pesquisa documental para a qual foi selecionado o manual do professor de um material caracterizado como Projeto Integrador. Feita a leitura dos textos de apresentação, na parte introdutória, e de orientação para o desenvolvimento de dois projetos do referido material, a análise foi orientada pelas discussões de integração curricular, trabalho com projetos e do conhecimento da Matemática e da Química incorporadas ao currículo (KCEMC). Os resultados indicam que, tanto na parte introdutória quanto no desenvolvimento dos dois projetos analisados, há ausência de transparência da conceitualização de integração curricular, trabalho com projetos e organização dos conteúdos, o que pode restringir o conhecimento profissional docente e implicar práticas de ensino que podem divergir dos propósitos do material curricular.

**Palavras-chave:** Materiais curriculares, Integração curricular, Trabalho com projetos.

---

<sup>1</sup> [jackelany.duraes@educacao.mg.gov.br](mailto:jackelany.duraes@educacao.mg.gov.br).

<sup>2</sup> [gilberto.januario@unimontes.br](mailto:gilberto.januario@unimontes.br)

## Abstract

The article is structured around the objective of understanding Mathematics and Chemistry embedded into integration curriculum materials in the Natural Sciences area, assessed and approved within the scope of the PNLD 2021. For this documentary research, we selected the teacher's handbook from a material defined as an integration project. After reading the introductory part of the presentation texts and guidance for developing two projects using such material, the analysis was guided by discussions of curriculum integration, work with projects, the analysis was guided by discussions of curriculum integration, work with projects and the knowledge of curriculum embedded Mathematics and Chemistry (KCEMC). The results indicate that the introductory part and the development of both projects lack transparency in conceptualizing curriculum integration, working with projects, and organizing content, which can restrict professional teaching knowledge and imply teaching practices that can diverge from the purposes of the curriculum material.

**Keywords:** Curriculum materials, Curriculum integration, Work with projects.

## Resumen

El artículo se estructura a partir del objetivo de conocer las Matemáticas y la Química incorporadas a los materiales curriculares que integran el área de Ciencias Naturales evaluados y aprobados en el marco del PNLD 2021. Es una investigación documental para lo cual se seleccionó el manual del docente de un material caracterizado como el Proyecto Integrador. Luego de la lectura de los textos de presentación, en la parte introductoria, y orientaciones para el desarrollo de dos proyectos del material mencionado, el análisis fue orientado por discusiones de integración curricular, trabajo con proyectos y conocimientos de Matemática y Química incorporados al currículo (KCEMC). Los resultados indican que, tanto en la parte introductoria como en el desarrollo de los dos proyectos analizados, existe una falta de transparencia en la conceptualización de la integración curricular, el trabajo con proyectos y la organización de contenidos, lo que puede restringir el conocimiento docente profesional e implicar la enseñanza. prácticas que pueden desviarse de los propósitos del material curricular.

**Palabras clave:** Materiales curriculares, Integración curricular, Trabajar con proyectos.

## Résumé

L'article est structuré à partir de l'objectif de connaître les Mathématiques et la Chimie incorporées dans des matériaux curriculaires qui intègrent le domaine des sciences naturelles évalué et approuvé dans le cadre du PNLD 2021. Il s'agit d'une recherche documentaire pour

laquelle il a été sélectionné le manuel de l'enseignant d'un matériel qualifié de Projet Intégrateur. Après avoir lu les textes de présentation, dans la partie introductive, et des conseils pour le développement de deux projets du matériel susmentionné, l'analyse a été guidée par des discussions sur l'intégration curriculaire, le travail avec des projets et la connaissance des Mathématiques et de la Chimie incorporées dans le curriculum (KCEMC). Les résultats indiquent que, tant dans la partie introductive que dans le développement des deux projets analysés, il y a un manque de transparence dans la conceptualisation de l'intégration curriculaire, le travail avec des projets et l'organisation des contenus, ce qui peut restreindre les connaissances pédagogiques professionnelles et impliquer l'enseignement pratiques qui peuvent s'écarter des objectifs du matériel curriculaire.

**Mots-clés** : Matériel curriculaire, Intégration du curriculum, Travailler avec des projets.

## Conhecimento da matemática e da química incorporadas a materiais curriculares integradores

Em 2019, no âmbito do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), foi publicado o Edital n. 3/2019 de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o PNLD 2021, referente ao Ensino Médio, apresentando uma proposta diferenciada de materiais curriculares (livros didáticos), que até a sua última edição contemplava exclusivamente a organização disciplinar.

O referido edital apresenta cinco tipos de materiais, denominados de Objetos. Uma das propostas inovadoras para esse nível de ensino são as obras do Objeto 1, escolhidas no ano de 2021 para serem utilizadas no ciclo de quatro anos, caracterizadas como Projeto Integrador e Projeto de Vida. Esses materiais englobam tarefas alinhadas às práticas cotidianas dos estudantes, adotando uma abordagem integradora a partir das orientações da Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2018). Tal proposta busca romper com a lógica disciplinar, ou seja, com a fragmentação do currículo em disciplinas. Chamamos de *materiais curriculares integradores* os materiais elaborados com a proposta da integração curricular, os quais apresentam inovações pedagógicas em comparação àqueles tradicionalmente avaliados e distribuídos, implicando a relação professor-currículo e exigindo desses profissionais a mobilização de conhecimentos para ler, interpretar, avaliar, selecionar e colocar em prática os propósitos trazidos pelos materiais curriculares.

Foco da pesquisa que aqui apresentamos, o tipo de obra Projeto Integrador é constituído por um único volume com seis projetos por área de conhecimento, quatro deles abordam temas integradores entre STEAM<sup>3</sup>, protagonismo juvenil, mídia e educação e mediação de conflitos, e os outros dois projetos são de livre escolha de seus autores.

Os materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias promovem situações de aprendizagem tanto para professores que ensinam Química, quanto para os que ensinam Física e Biologia, como também incorporam conhecimentos relativos à Matemática. Considerando o conhecimento integrado, essas situações requerem dos professores mobilização e construção de conhecimentos para identificar as inovações pedagógicas e perceber *affordances* — possibilidades de ação pedagógica — ao ler e interpretar as orientações de ensino e ao avaliar e selecionar tarefas a serem desenvolvidas por seus estudantes.

O desenvolvimento curricular com os materiais de Projeto Integrador requer uma análise

---

<sup>3</sup> Abordagem metodológica que integra as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática.

de sua proposta pedagógica e estudo, por parte dos professores, no tocante à ampliação de seus conhecimentos sobre currículo; projetos e integração curricular; abordagem relacionada aos conceitos das disciplinas envolvidas e incorporadas nesses materiais. Exige organização de tempos e espaços, gestão de sala de aula, planejamento e mobilização de conhecimentos para ler e interpretar os conhecimentos incorporados aos materiais — dentre eles, os de Química e de Matemática —, bem como para avaliar e selecionar tarefas para colocar em prática os projetos de ensino. A proposta de integração curricular requer, também, uma mudança de postura por parte dos professores para planejar e desenvolver práticas de ensino com o material, uma vez que esses profissionais podem ser habituados a trabalhar com propostas baseadas na lógica disciplinar, mas não a desenvolver projetos que articulam conhecimentos de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento.

Desse modo, esse artigo<sup>4</sup> orienta-se pelo objetivo de *conhecer a Matemática e a Química incorporadas a materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza avaliados e aprovados no âmbito do PNL D 2021*. Na sequência, abordaremos a concepção de integração a partir do trabalho com projetos.

### **Integração curricular**

Ao ressaltarmos a importância da relação entre os professores e os materiais curriculares integradores — assim como a de compreender os conhecimentos que esses profissionais constroem ou mobilizam ao ler, interpretar, avaliar, selecionar, idealizar práticas e fazer uso dos materiais integradores, em especial, de Matemática e Química — concordamos com Beane (2003) ao discutir que os ambientes do saber podem proporcionar novas concepções de currículo na teoria e na prática educacionais e que ainda podem alargar e aprofundar os vários conhecimentos tanto para professores quanto aos estudantes.

O currículo é uma importante ferramenta que delinea a trajetória a ser percorrida pelos professores e, também, pelos estudantes na busca pelos conhecimentos referentes não somente aos conteúdos, mas ao conjunto de experiências, comportamentos, culturas, práticas que são inerentes a ele. É o currículo quem regula tanto as práticas docentes, quanto a aprendizagem dos estudantes. Sacristán (2013) aborda que o currículo como sendo uma construção onde se encontram diferentes respostas a opções possíveis; é campo de batalha que reflete as lutas políticas, econômicas, religiosas, de identidade, dentre outras.

---

<sup>4</sup> Esse artigo compõe a dissertação de mestrado (Machado, 2023) defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros, organizada em formato *multipaper*, escrita pela primeira autora e orientada pelo segundo autor.

Os conteúdos curriculares normalmente são organizados de forma disciplinar, no entanto, considerando o contexto dos propósitos da Educação, existem outras maneiras de organização, sendo uma delas a articulação entre diferentes disciplinas, no sentido de levar os estudantes a melhor compreender, contextualizar e atribuir sentido ao que é ensinado, resultando na ampliação dos saberes para uma formação integral.

De acordo com Zabala (2002), para gerar um atendimento de qualidade é necessário que as instituições de ensino possuam um bom currículo, que saibam respeitar a cultura, que organize os espaços e trabalhe com rotinas e projetos. Nesse sentido, a integração curricular nos materiais de Ciências da Natureza, especialmente, os de Química — e considerando a Matemática como importante conjunto de conhecimentos integradores —, é uma importante estratégia para ampliação da aprendizagem dos estudantes, uma vez que a proposta do PNLD 2021 está em consonância com tal organização curricular, qual seja, a integração.

O conhecimento sobre o currículo é algo que os professores precisam construir e mobilizar para que possam melhorar sua prática pedagógica, selecionar os conteúdos e as tarefas, avaliar e selecionar os materiais curriculares. Para isso, é preciso não somente o conhecimento do conteúdo específico da área de Ciências da Natureza, mas também mobilizar conhecimentos sobre o que sustenta teoricamente e ideologicamente aquela abordagem do conteúdo, dentre eles o conhecimento do currículo (Oliveira *et al.*, 2021).

Em seus estudos, Beane (2003) discute que algumas investigações têm mostrado que os estudantes cujo currículo consiste, de um modo geral, numa abordagem integradora, conseguem desempenhos idênticos ou superiores nos testes estandardizados do conhecimento, do que aqueles que experienciam apenas uma abordagem por disciplinas, exceto nas áreas abstratas e altamente especializadas.

Nessa perspectiva, a BNCC apresenta menções à integração curricular e ao trabalho a partir de projetos integradores. Também, algumas obras avaliadas e distribuídas pelo PNLD 2021 foram elaboradas com concepções integradoras, organizadas por meio de projetos. Essa modalidade didática pode se mostrar mais atraente aos estudantes além de igualmente estimular professores, levando-os a romper com o uso rotineiro de livros didáticos, buscando novas ideias, soluções alternativas, criativas e inovadoras para suas práticas.

Nesse cenário, buscamos relacionar as disciplinas Matemática e Química, a partir da concepção de integração curricular, tomando como referência um quadro teórico sobre o conhecimento profissional docente a partir da relação professor-materiais curriculares.

## **Materiais curriculares e os conhecimentos incorporados a eles**

Em Collopy (2003), Remillard e Kim (2017) e Januario (2022), discute-se que os objetivos, interesses, crenças, valores e expectativas dos professores em relação aos materiais curriculares podem influenciar seu uso, bem como o conhecimento profissional em relação à Matemática. Nosso entendimento é que o conhecimento profissional em relação à Química também é influenciado por tal relação.

A necessidade de um corpo de conhecimentos específicos de um professor de Química é mencionada por Maldaner (2008), que defende haver um conhecimento específico para esse profissional. Esse conhecimento precisa circular, ser recriado nas instâncias de formação de professores, ser valorizado no contexto social amplo e específico da produção dos fatos químicos. É, portanto, um conhecimento que vai além de “dar boas aulas de Química” (Maldaner, 2008, p. 270). Para Martins, Garbo e Soares (2021), compreender os conhecimentos docentes em uma dimensão teórico-didática implica a utilização de ferramentas que identifiquem e caracterizem esses conhecimentos de maneira concreta.

Remillard e Kim (2017) apresentam o modelo Conhecimento da Matemática Incorporada ao Currículo (*Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics — KCEM*), o qual estabelece as formas pelas quais as ideias e noções matemáticas são apresentadas nos materiais curriculares e busca “tornar visível muito do trabalho invisível de ensino e descobrir formas especializadas de conhecimentos que podem ser desenvolvidos por professores” (p. 67). Nesse sentido, Collopy (2003) ilustra a natureza dinâmica e diversa das oportunidades de os professores aprenderem por meio da leitura, interpretação, avaliação e seleção de materiais. Considerando o tema de pesquisa aqui apresentada, esse modelo também serve como referência para compreender os conhecimentos de Química que são ativados pelos professores quando se relacionam com os materiais curriculares dessa disciplina.

O modelo teórico KCEM trata especificamente da Matemática, mas apresenta potencial para analisar conhecimentos de outras disciplinas incorporadas a materiais de apoio ao desenvolvimento curricular. A partir do estudo de Remillard e Kim (2017), passaremos a discutir o Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo (*Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics and Chemistry — KCEMC*), Figura 1, inspirado e adaptado do KCEM, a partir de suas quatro dimensões.

*Ideias fundamentais* refere-se às justificativas de procedimentos na abordagem e apresentação de conteúdos matemáticos e químicos. Alguns deles são apresentados aos estudantes como técnicas e interpretadas como “truques” para se resolver uma tarefa. Implícitas

às técnicas, que pode se apresentar sem sentido e significado para os estudantes, estão presentes as ideias fundamentais da Matemática que se concretizam por meio de procedimentos que mostram as razões, ou seja, as justificativas baseadas em conhecimentos matemáticos. Assim como na Matemática, na Química essas justificativas também estão presentes e algumas podem se apresentar de modo mais explícito do que outro. A título de exemplo, citamos o ensino das ligações químicas, o qual compreende ideias fundamentais das propriedades físicas e químicas, ocorrências, obtenção e uso dos elementos químicos e de seus compostos; compostos de coordenação; estrutura e nomenclatura de complexos e ainda os três principais modelos de ligação utilizados: o modelo eletrostático simples, a Teoria da Ligação de Valência (TLV) e a Teoria do Orbital Molecular (TOM).

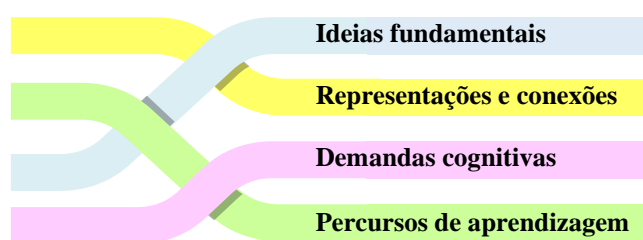


Figura 1.

*Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas ao Currículo (A partir de Remillard & Kim, 2017)*

Segundo Remillard e Kim (2017), em relação aos materiais curriculares, essas ideias estão presentes nos objetivos de aprendizagem, nas tarefas e nas sugestões e orientações pedagógicas. Essas ideias precisam ser consideradas como possibilidades de ação (*affordances*) com os materiais e serem reconhecidas na avaliação que os professores fazem dos materiais, ou parte deles, ao planejar e realizar suas aulas, como meio de criar as condições, ou potencializar as existentes, para que as aprendizagens sejam construídas pelos estudantes.

*Representações e suas conexões* diz respeito à variedade de modelos ou representações dos conteúdos nos materiais curriculares, o que colabora para abordagens diferenciadas de um mesmo conceito. Sobre a Matemática, para Remillard e Kim (2017), essa dimensão inclui as diferentes representações que um conteúdo pode assumir e as conexões entre elas, por exemplo, expressões algébricas, linguagem, quadros, tabelas, diagramas, esquemas e demais elementos figurais, considerando a ênfase em como o conhecimento pode ser transformado e representado para torná-lo acessível aos estudantes. De modo similar, os conteúdos em Química, por exemplo, as ligações químicas, assumem diferentes representações e conexões entre elas: representações figurais, linguagem, quadros, tabelas, situações-problema, modelos teóricos,



simulação computacional, dentre outros.

*Demandas cognitivas* estão relacionadas com o grau de complexidade das tarefas e os diferentes raciocínios esperados que os estudantes manifestem ao resolver as tarefas propostas. Um dos desafios da Educação, em especial do ensino de Química — e um dos principais propósitos do professor —, é criar condições para que os estudantes desenvolvam a habilidade de raciocinar, pensar, refletir e usar conhecimentos adquiridos para construir novos ou mesmo chegar a um resultado que se espera de alguma tarefa que demanda um esforço cognitivo além do que ele já sabe. Bensaude-Vincent (2009) sugere um “estilo químico” de raciocinar, constituindo-se como uma ferramenta analítica que permite investigar a criação e o desenvolvimento de uma forma química de pensar a materialidade, de projetar sua manipulação bem como sua utilização social, cuja racionalidade se fundamenta em um espaço epistêmico específico de produção e de criação de teorias e de artefatos.

O estudante, então, para resolver alguma tarefa precisa usar conhecimentos já construídos durante experiências de aula, ou em contextos externos à escola, e para isso deve usar caminhos que demandam certa cognição. Tais tarefas exigem raciocínios mais simples e outras, mais complexos. Qualquer que seja a tarefa proposta, solicita do estudante um determinado raciocínio e estabelece um tipo diferente de exigência cognitiva. Demanda cognitiva compreende os tipos de raciocínios matemáticos (e químicos) exigidos por uma tarefa. Smith e Stein (2009) apresentam uma categorização para tarefa baseada no nível de demanda esperado dos estudantes para a sua resolução, sendo elas demandas cognitivas de baixo nível, que são *tarefas de memorização* ou *tarefas de procedimento sem conexões*; e demandas cognitivas de alto nível, representado pelas *tarefas de procedimentos com conexão* e *tarefas que envolvem o fazer Matemática* (e Química).

*Percursos de aprendizagem* contemplam o reconhecimento das sequências de aprendizagem em relação ao currículo. Trata-se da compreensão de como um conteúdo ou conceito está situado dentro de um conjunto maior de aprendizagens objetivadas pelos currículos de Matemática e de Química, podendo ser dentro de um conjunto de tarefas, de um determinado ano letivo ou em vários anos que compõem a vida escolar dos estudantes. Essa dimensão é caracterizada como o entendimento das inter-relações entre os conteúdos no currículo da Educação Básica e seus propósitos para a formação dos conceitos prescritos para os estudantes. Esses percursos implicam a competência do professor em relacionar os conteúdos previstos para determinado período letivo com aqueles que serão abordados em anos posteriores ou vice-versa. Portanto, diz respeito ao conhecimento profissional docente referente ao currículo e aos materiais curriculares para a formação matemática e química dos estudantes.

## Procedimentos metodológicos

São relevantes pesquisas no campo do currículo e de materiais curriculares como livros didáticos — em especial, o manual do professor — e suas implicações na formação dos sujeitos e nas práticas sociais, uma vez que elas podem tomar diferentes vertentes no tocante às políticas públicas curriculares, à formação de professores, ao currículo e aos materiais de apoio ao desenvolvimento curricular. No Brasil, livros didáticos, materiais elaborados por Secretarias de Educação e a relação dos professores com esses materiais têm sido foco de pesquisas em Educação Matemática, as quais sinalizam o potencial desses materiais como operadores da prática docente e indutores das aprendizagens, tanto de estudantes como de professores.

A pesquisa aqui retratada visa à discussão de como a Matemática e a Química incorporadas aos materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza, avaliados e distribuídos no âmbito do PNLD 2021, podem influenciar os modos como os professores planejam suas aulas e, conseqüentemente, oportunizam situações de aprendizagem a seus estudantes. Desse modo, considerando os propósitos da pesquisa, essa caracteriza-se de abordagem qualitativa e corresponde a uma análise documental.

Fiorentini e Lorenzato (2006) destacam que a análise documental é um tipo de pesquisa que utiliza fontes primárias, isto é, dados e informações que ainda não foram tratados científica ou analiticamente. O documento a ser analisado é um manual do professor de um livro didático (material curricular) avaliado e distribuído no âmbito do PNLD 2021 para o Ensino Médio.

O livro analisado tem a integração como organização curricular, sendo o trabalho com projetos a abordagem metodológica. O foco da investigação situa-se em torno do Objeto 1, da obra didática do tipo Projetos Integradores da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Para a análise, consideramos o manual do professor do livro *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, de autoria de Sônia Lopes, Rosana Louro Ferreira Silva, Sérgio Rosso e Átila Iamarino, publicado em 2020 pela Editora Moderna. Esse livro foi escolhido por duas professoras de Química de duas escolas da rede estadual de ensino de Minas Gerais, as quais aceitaram participar de uma pesquisa da qual o estudo aqui retratado é parte.

Dentre outros livros colocados para a apreciação das professoras, todos avaliados e distribuídos pelo PNLD 2021, coincidentemente ambas escolheram o mesmo título, indicando os dois projetos de suas escolhas para trabalharem durante suas aulas. As professoras não apresentaram suas motivações de escolha desse livro e dos dois projetos.

### **Matemática e química incorporadas a materiais curriculares integradores**

A escolha por esse tipo de livro, elaborado a partir de projetos integradores, se deve à

novidade em relação aos livros tradicionais comumente utilizados nas escolas públicas brasileiras. O manual do professor desse livro apresenta uma parte introdutória com orientações sobre a organização da obra; sugestões de como pode ser desenvolvido cada um dos projetos; e com sugestões de práticas que podem ser adotadas durante o planejamento das aulas. Contém a reprodução das páginas do livro do estudante, com comentários e respostas das tarefas; e orientações e informações complementares referentes ao desenvolvimento dos conteúdos.

A partir desse livro, consideramos dois projetos, escolhidos pelas professoras colaboradoras. O primeiro, *O diálogo entre Arte e Ciência*, destaca o protagonismo juvenil e aborda as culturas juvenis para que assim possa estimular a participação ativa dos estudantes numa perspectiva cidadã, desenvolvendo prioritariamente as competências gerais da BNCC, as competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e algumas de suas habilidades; e por se tratar de uma obra de projeto integrador, competências e habilidades de outras áreas do conhecimento também são mobilizadas. O segundo, *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*, tem enfoque em conteúdos relacionados à mídia educação; aborda discussões sobre a informação e a desinformação, a disseminação de notícias falsas e sobre como os estudantes fazem uso das várias mídias. Esses projetos, como os demais do material, requer a mobilização de conhecimentos de Matemática para a compreensão e resolução de suas tarefas, assim como conhecimentos de Química, Física e Biologia. Particularmente os conhecimentos de Química e Matemática convergem com o foco de discussão aqui feita.

Passaremos a análise, considerando proposta de integração curricular; ideias fundamentais; representações e conexões; demandas cognitivas; e percursos de aprendizagem.

### **Proposta de integração curricular**

No entendimento de Beane (2003), o currículo com abordagem integradora desempenha importante papel na construção do conhecimento pelos estudantes, em relação àquele currículo que possui abordagem por disciplinas. O material *Identidade em Ação* têm como proposta de organização a integração curricular; porém, nos textos de apresentação do manual do professor, há menção a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade como articulação do conhecimento de Química, Física e Biologia.

A leitura da parte introdutória e das orientações para o desenvolvimento dos dois projetos selecionados indica a ausência de explicitação sobre integração curricular, ou mesmo de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, aspecto que pode promover a compreensão que se trata de conceitos similares, o que, para Aires (2011), requer a compreensão de como o

conhecimento se organiza em termos de disciplinas acadêmicas e disciplinas de um curso.

Nas orientações para o desenvolvimento dos projetos, o texto referente ao projeto *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* não explicita a concepção desses conceitos — integração, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Ao final do projeto, porém, são apresentadas sugestões de temas com a abordagem integradora, na seção “*Outras sugestões mantendo o objetivo do tema integrador*” (Identidade em Ação, 2020, p. XLII). No texto referente ao projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, não há menção à integração e nem à interdisciplinaridade.

Nesse material, a proposta de interdisciplinaridade se apresenta como concepção de integração curricular, pela qual as tarefas procuram estabelecer conexões entre conhecimentos de diferentes disciplinas, haja vista que o conhecimento não é compartimentado, o que corrobora as ideias de Beane (2003). Para esse autor, a integração curricular não ocorre apenas nas disciplinas escolares, mas de experiências e vivências, articulando conhecimentos que façam sentido para a vida real dos estudantes.

Embora os termos interdisciplinaridade e integração curricular não sejam sinônimos, como destaca Aires (2011), entendemos que no material *Identidade em Ação* considera-se a interação que ocorre em vários sentidos entre duas ou mais disciplinas dentro de uma organização curricular — sobretudo, Matemática, Química, Física e Biologia — para que assim possa proporcionar um alargamento de experiências, conteúdos para além de uma disciplina, objetivando conectar cada realidade escolar.

Essa variedade de conceitos está implícita na organização curricular do material, como podemos observar no seguinte trecho:

*No entanto, a interdisciplinaridade, como já destacamos, não é a única forma de interação entre as disciplinas e áreas de saber.* (Identidade em Ação, 2020, p. IX)

No manual do professor do material, são mencionados conceitos discutidos por outros autores, como Hilton Ferreira Japiassu, um dos pioneiros na proposição da interdisciplinaridade no Brasil, a saber, multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e transdisciplinaridade, porém, sem a explicitação de seus significados. A menção a essa variedade de termos pode colaborar para que eles sejam interpretados como sinônimos, levando professores a compreender que realizam práticas de ensino com essas propostas de organização curricular. Também pode causar dúvidas de qual projeto contempla qual conceito, reverberando sentidos e significados equivocados sobre as práticas de ensino com os projetos integradores.

Por se tratar de material de uma área específica, qual seja, Ciências da Natureza e suas

Tecnologias, os diferentes conteúdos de Química, Biologia e Física integram-se entre si, podendo ser observada a proposta de integração curricular em seus projetos (unidades). A integração dos conhecimentos das disciplinas pode ser observada em diversos trechos dos textos na parte introdutória, como destacado a seguir:

*Enquanto o aquecimento global é um eixo unificador que envolve não só os ciclos da natureza que dependem de conhecimentos de Física (luz e radiação solar e mudanças de estado físico da matéria), Química (gás carbônico e suas propriedades e transformações químicas) e Biologia (ciclo do carbono, formação de fósseis, fotossíntese e meio ambiente) para serem entendidos, como suas alterações trazem consequências diretas para sociedade e meio ambiente. (Identidade em Ação, 2020, p. XLVI)*

*Os conceitos de Biologia aparecem ao considerarmos noções de desenvolvimento sustentável. As áreas de Matemática, Engenharia, Arquitetura, Arte e Tecnologia estão presentes em diversos momentos, como na construção de maquetes, projetos de iluminação, montagem de circuitos com lâmpadas de Moser, no caso do modelo híbrido, fazer cálculos e elaborar um projeto de iluminação usando as lâmpadas de Moser. (Identidade em Ação, 2020, p. XXVI)*

*Esta sugestão pode ser trabalhada com professores(as) de Arte, História, Geografia, Linguagens, entre outros(as). (Identidade em Ação, 2020, p. XCII)*

E em trechos dos textos de orientações para o desenvolvimento dos dois projetos específicos em questão:

*Esta abordagem não só promove a contextualização dessa discussão para problemas de saúde atuais, que acontecem em diversas partes do Brasil, como ajudam a explorar a transversalidade do tema de saúde, combinando História com Biologia. (Identidade em Ação, 2020, p. L).  
A título de curiosidade e para ampliar os conhecimentos dos estudantes, seria interessante inserir aqui o conceito de etnobotânica. Para isso, recorra aos(as) professores(as) de Química e Biologia. (Identidade em Ação, 2020, p. LXXXIX).*

Por se tratar de uma obra específica da área de Ciências da Natureza, a articulação com a disciplina Matemática aparece discretamente nos textos, como podemos observar no seguinte excerto da parte introdutória do material curricular:

*Na criação de obras de arte, os estudantes podem mencionar a presença dos cálculos matemáticos e conceitos das Ciências da Natureza, como os utilizados nas obras de Leonardo da Vinci e outros artistas apresentados ao longo do projeto. (Identidade em Ação, 2020, p. LXXXVI)*

De modo similar, a integração com a Matemática aparece de forma sutil e implicitamente em poucos trechos dos textos que acompanham os projetos, como ilustram os trechos seguintes:

*Essa habilidade é trabalhada em especial na etapa 5, na qual os estudantes precisam analisar o infográfico e interpretar como a atividade humana interfere no ciclo de carbono quando são consumidos combustíveis fósseis e biomassa como recursos. (Identidade em Ação, 2020, p. XLIV)*

*Este é outro momento em que o uso do pensamento computacional pode promover habilidades de pesquisa, análise e compreensão que vão fundamentar a produção de conteúdo. Incentive os estudantes a seguir os passos de dividir o problema, identificar padrões, abstrair os padrões para outros conteúdos e a construção de algoritmos de análise. (Identidade em Ação, 2020, p. LIII)*

Considerando os materiais curriculares como importantes ferramentas de aprendizagens tanto dos estudantes quanto dos professores, em Januario (2022) alerta-se para a importância da atenção para a relação entre professores e materiais para o conhecimento profissional docente, bem como da carência de referenciais teóricos que possam favorecer o estudo dessa relação. Nos textos de apresentação do material há a menção à metodologia da aprendizagem baseada em projetos (ABP), sendo apresentado o trabalho com projetos integradores como prática docente, com temas contemporâneos transversais:

*Nesta obra, apresentamos seis propostas de projetos integradores autênticos e realistas, com base em temáticas motivadoras e envolventes para os jovens da faixa etária do Ensino Médio, articulando conteúdos escolares ao contexto social. Os projetos, embora diversos entre si em termos de abordagens, têm uma base metodológica comum: partem de âncora, questões de levantamento do conhecimento prévio, questões motrizes (meta/questão declarada para o projeto), brainstorming e planejamentos coletivos e produção de artefatos, que são pensados e modelados ao longo dos projetos, visando a uma apresentação ao público escolar e de fora da escola. (Identidade em Ação, 2020, p. XXI)*

Zabala (2002) entende ser necessário que as instituições de ensino possuam um bom currículo, que saibam respeitar a cultura, que organize os espaços e trabalhe com rotinas e projetos; destaca a necessidade de transpor as especificidades geradas pelos currículos disciplinares em busca de uma formação mais sistêmica, global, integradora e complexa. O autor discute a proposta de metodologia por projetos como alternativa para a integração dos conteúdos curriculares rumo a uma educação comprometida com interesses dos estudantes; que, no livro analisado explicita-se essa proposta:

*Mais adiante, exploramos o significado do trabalho com as questões sociocientíficas no ensino de Ciências da Natureza e as contribuições da Aprendizagem Baseada em Projetos para o trabalho integrado com esses temas. Essa análise também dialoga com o importante papel do professor e da sua prática pedagógica na orientação dos projetos. (Identidade em Ação, 2020, p. III)*

Entendemos, assim como Remillard e Kim (2017), que os materiais curriculares, a partir

dos recursos que possuem, podem guiar os professores em suas práticas pedagógicas, oportunizando ampliação de seus conhecimentos ao se relacionar com os materiais, principalmente favorecendo mudanças em suas práticas pedagógicas. Assim como Collopy (2003), as autoras discutem que conhecimentos são mobilizados por professores ao fazerem o uso dos materiais, por meio da sua leitura, interpretação, avaliação, seleção e *design*. Desse modo, os professores de Química podem ativar conhecimentos mais aprofundados e extemporâneos ao se relacionarem com tais materiais integradores.

Em relação à abordagem sobre trabalho com projetos, nos textos de apresentação do material *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, indica-se as orientações e detalhamentos sobre o trabalho com projetos, o papel do professor e do estudante no desenvolvimento dos projetos, explicitando o que são projetos e a metodologia ABP:

*Assim como outras metodologias ativas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) encontra suas bases históricas no movimento da Escola Nova, que tem como um dos maiores expoentes o filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey, embora tenha sido um movimento que envolveu um grupo maior de pensadores. De acordo com esse movimento, a educação deveria ser pautada no aprender fazendo, entendida como processo de reconstrução e reorganização da experiência pelo aprendiz e orientada pelos princípios de iniciativa, originalidade e cooperação (DEWEY, 1959). (Identidade em Ação, 2020, p. V)*

O material evidencia uma proposta organizada e centrada nos estudantes e suas demandas sociais, incentivando a aprendizagem de fazer escolhas coerentes e alinhadas com seu projeto de vida, ou seja, as tarefas envolvem o futuro dos estudantes, podendo identificar os potenciais de cada um.

Moran (2018) esclarece que os projetos integradores são considerados interdisciplinares, uma vez que acontecem quando integram mais de uma disciplina, professores ou até área do conhecimento. Eles articulam vários pontos de vista e saberes, apresentando questões complexas do dia a dia e ajudando os estudantes a perceberem as conexões entre as disciplinas e entre os conhecimentos escolares e o mundo real. Dessa forma, coloca os estudantes em contato com problemas reais, fazendo com que possam aprender e ao mesmo tempo contribuir com soluções concretas para a comunidade, aprendendo não só para si, mas para melhorar a vida dos demais (Rezende & Silva-Salse, 2021). Já Santos (2009), ao considerar a aprendizagem com projetos, sugere que esses podem ser caracterizados como multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares, sendo que essa classificação não é estanque, uma vez que muitos projetos podem assumir traços de mais de uma categoria.

Observa-se que a organização e apresentação dos projetos correspondem à concepção

discutida em textos da parte introdutória do material curricular, nos quais as orientações explicitam aspectos que permitem ao professor conceber a aula de Química para além da organização disciplinar.

Considerando a proposta de abordagem integradora, identificamos a ausência de explicitação, no material, sobre a concepção de integração, bem como dos termos interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e multidisciplinaridade. Essa variedade de termos pode promover interpretação equivocada e compreensão sobre a proposta de integração curricular que divergem da intencionalidade do material, induzindo o trabalho com projetos em uma abordagem disciplinar. A ausência de transparência das teorizações e conceitualizações subjacentes ao material curricular restringe, aos professores, a construir conhecimentos relativos à organização curricular, abordagem metodológica dos conteúdos e avaliação em práticas de ensino que consideram questões de relevância social e conteúdos de diferentes disciplinas como temas incorporados ao currículo.

### **Ideias fundamentais**

As *ideias fundamentais* aqui retratadas, conforme o KCEMC inspirado nos estudos de Remillard e Kim (2017), referem-se às justificativas matemáticas e químicas presentes, implícitas ou explicitamente, em determinados procedimentos de resolução das tarefas. Essas ideias, do ponto de vista dos estudantes ou a depender da abordagem dada pelos professores, podem ser traduzidas como *regras* ou *macetes*.

No material em análise, observa-se que as ideias fundamentais da Matemática e da Química estão subjacentes nos textos de orientação para os professores e na parte introdutória de cada projeto; por exemplo, nas orientações da *etapa 4* do projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, ao mencionar o processo de oxidação, que envolve “ganho” e “perda” de elétrons; também, ao mencionar os indicadores ácido-base, em que estão envolvidas as ideias sobre ácidos, bases, escalas e cálculos de Ph (*Potencial Hidrognônico*): valores maiores que sete ( $> 7$ ) para as bases e menores que sete ( $< 7$ ) para os ácidos. As ideias fundamentais da Matemática são percebidas nas orientações da *etapa 5* do projeto *Saúde e Aquecimento Global: como as mídias informam ou desinformam*, ao relacionar gráficos que representam a temperatura média; também na *etapa 2* do projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, que são encontradas propriedades de proporcionalidade, sendo mencionada a presença de cálculos matemáticos e conceitos das Ciências da Natureza utilizados nas obras de Leonardo da Vinci (Homem Vitruviano) e outros artistas apresentados ao longo do projeto. Ideias fundamentais de outros conteúdos como Biologia e Física também estão presentes em alguns trechos do desenvolvimento dos projetos.



Apesar de estarem presentes nas orientações dos projetos, os procedimentos apresentados ao longo do projeto não possibilitam aos professores conhecerem sobre o que justifica, tanto matematicamente quanto quimicamente, as diferentes formas de resolução das tarefas e o que popularmente chama-se de regras. Há potencialidade para percepção das ideias fundamentais, porém requer dos professores a mobilização de conhecimentos relativos não somente à disciplina sob sua responsabilidade, mas a outras áreas de conhecimento que integram o currículo.

O conjunto de evidências referente às ideias fundamentais traz implicações para a construção de conhecimentos dos professores para ler e interpretar a Matemática e a Química incorporadas ao material curricular. A ausência de transparência das ideias, conforme discutida por Davis e Krajcik (2005), bem como de sua explicitação nos textos de orientações e na apresentação de respostas esperadas pode comprometer o planejamento de aulas e as intervenções para colaborar na progressão das aprendizagens dos estudantes. Essa ausência pode comprometer as aprendizagens dos professores em relação a propriedades e procedimentos que justificam determinadas estratégias nas resoluções das tarefas. Ao se relacionarem com esses materiais integradores, os professores precisam mobilizar conhecimentos além daqueles inerentes à sua área de formação para perceber as ideias fundamentais presentes nas orientações dos projetos, bem como conceitos e abordagens de outras áreas (disciplinas).

A partir dos estudos de Collopy (2003), entendemos que o material curricular analisado apresenta recursos que auxiliam professores em suas práticas de ensino, em virtude da forma inovadora de abordar os conteúdos e integrar diferentes áreas. Ao mesmo tempo, professores precisam mobilizar seus conhecimentos a fim de ler e interpretar a Matemática e a Química incorporadas a ele para ampliar o que sabem e melhor criar as condições de aprendizagem de seus estudantes.

### **Representações e conexões**

Essa dimensão concerne à forma como determinado conteúdo matemático e químico pode ser abordado e representado, e os tipos de instruções que são fornecidas aos estudantes para resolução das tarefas propostas. Tomando como base o modelo KCEMC, as instruções e representações projetadas nos materiais curriculares precisam ser consideradas para que as ideias e relações matemáticas e químicas se tornem acessíveis aos estudantes.

Nas orientações específicas para o desenvolvimento dos dois projetos constantes do material analisado, livro *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*,

observa-se principalmente no projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, que essa dimensão é encontrada nos textos apresentados de maneira latente e sutil, podendo ser despercebida pelos professores ao se relacionar com o material. No projeto *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*, essas representações aparecem de maneira explícita para os professores, o que facilita a sua percepção.

A presença de figuras, esquemas e gráficos, exemplifica as representações e conexões referentes aos conteúdos de Matemática e Química, conforme é ilustrado na página 97 do manual do professor (Figura 2A), na qual são representados os processos de formação do petróleo e do gás natural; por meio de processos industriais, o petróleo é fracionado e dele são extraídos produtos como a gasolina e o óleo diesel, por exemplo. Ainda na página 98 (Figura 2B), o esquema mostra os números que indicam a quantidade (em bilhões de toneladas) de carbono envolvida em cada processo de circulação representado, a quantidade de carbono armazenada em cada extrato (em bilhões de toneladas) e interferência humana no processo, tanto na emissão quanto na quantidade de carbono que é reabsorvida pelo ciclo, tudo isso em bilhões de toneladas.

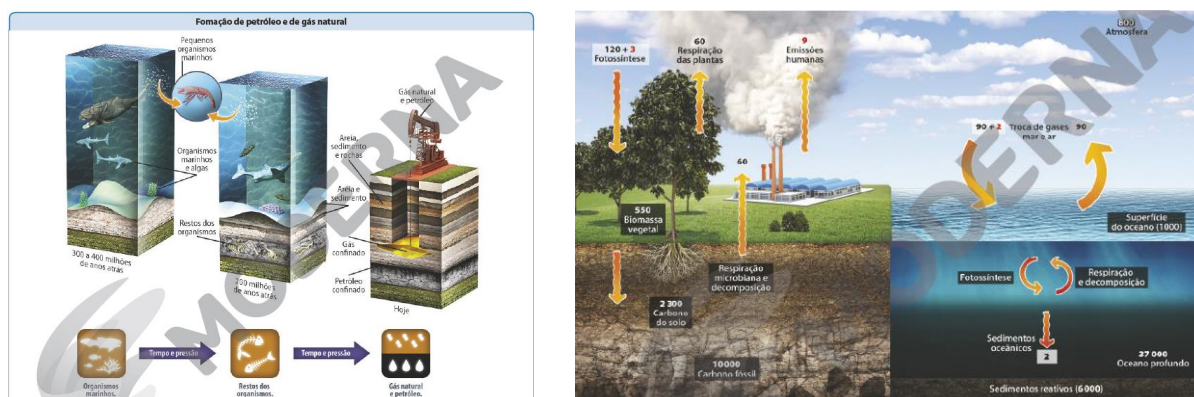


Figura 2 (A e B).

*Exemplo de representações e conexões (Identidade em Ação, 2020, p. 97-98)*

Por último, na página 99 (Figura 3), há representação gráfica da variação da concentração média de dióxido de carbono na atmosfera entre 1960 e 2019, na qual uma série histórica de medições da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico foi feita no alto do vulcão *Mauna Loa*, no Havaí.

Essas representações se conectam, uma vez que o assunto abordado nelas se relacionam com a Química Orgânica, mais especificamente com as ideias sobre o ciclo do carbono, os combustíveis fósseis e as funções orgânicas, e ainda se relacionam matematicamente por utilizarem linguagem algébrica, notação científica e Algarismos Significativos, ao mencionarem “bilhões de toneladas” e porcentagem por milhão (ppm).

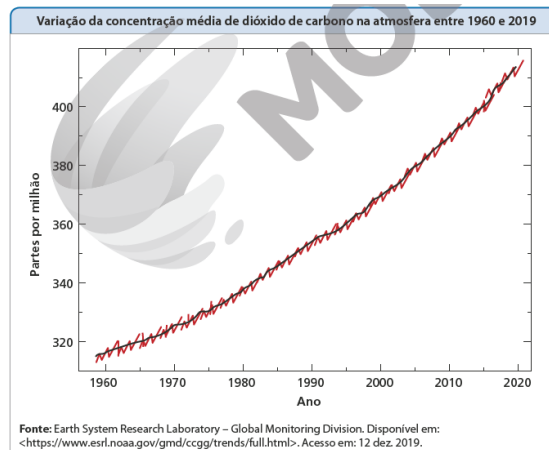


Figura 3.

*Exemplo de representações e conexões (Identidade em Ação, 2020, p. 99)*

Ao se relacionar com materiais curriculares integradores, professores precisam mobilizar conhecimentos matemáticos e químicos, bem como de outras disciplinas e áreas para desenvolver o currículo. Nesse processo, leem e interpretam conhecimentos incorporados aos materiais; constroem aprendizagens referentes à abordagem conceitual e metodológica; e criam melhores condições para a construção de situações de aprendizagens para os estudantes. Nesse sentido, alinhamos nossas ideias com Collopy (2003), que enfatiza que, ao planejarem suas práticas pedagógicas imaginando como os estudantes podem abordar as tarefas selecionadas, os professores se utilizam dos recursos presentes nos materiais curriculares para refletirem suas próprias ações e, como consequência, aprenderem com esses materiais.

### **Demandas cognitivas**

Como destacam Penalva e Llinares (2011), *demanda cognitiva* refere-se a classe e nível de raciocínio que se é exigido dos estudantes para a resolução de uma tarefa, indicando o que se alcança e o que se aprende em cada nível. Ao discutirem sobre esse conceito, Stein e Smith (2009) definem tarefa matemática como um segmento da atividade da sala de aula dedicada ao desenvolvimento de uma ideia particular. Inspiradas nas ideias dessas autoras, por tarefa matemática, estamos tomando seu amplo espectro e estendendo, também, às ideias químicas. Nesse sentido, consideramos que o estudante, para resolver alguma tarefa, precisa mobilizar conhecimentos adquiridos em experiências de aula, ou em contextos externos à escola, e para isso deve utilizar procedimentos que demandam certa cognição. Algumas tarefas vão demandar raciocínios mais simples e outras, mais complexos.

Analisando os textos de orientação para o desenvolvimento dos dois projetos, ambos não apresentam evidências para os professores em relação aos diferentes tipos de pensamentos

químicos ou matemáticos dos estudantes, ou mesmo a diferentes graus de complexidade das tarefas. No texto de orientação do projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, um trecho destaca possível dificuldade de resposta a ser apresentada pelos estudantes durante a realização da terceira tarefa da Etapa 1, como podemos observar:

*Os estudantes podem descrever dificuldades com o uso da planilha digital ou ainda dificuldade em organizar os dados obtidos, como agrupá-los e como escolher a representação gráfica para apresentar os dados coletados. (Identidade em Ação, 2020, p. LXXXVI).*

Percebe-se que a dificuldade apresentada diz respeito ao uso da planilha digital e a apresentação dos dados, mas não aos conhecimentos de Matemática e de Química, especificamente. Nesse caso, os estudantes podem ter facilidade para mobilizar conhecimentos de Matemática e Química, manifestando compreensão dos conceitos dessas disciplinas. No entanto, a dificuldade surge ao explorar planilha digital para organizar e apresentar dados. Em outras palavras, a dificuldade não se encontra especificamente nos conteúdos das disciplinas, mas em conteúdos relacionados a ferramentas tecnológicas, podendo ser manifestada na inserção correta de dados nas células da planilha, na aplicação de fórmulas matemáticas ou químicas para realizar cálculos, ou até mesmo em formatar e visualizar os dados de maneira eficiente.

Nos dois projetos analisados, não há explicitação sobre a organização das tarefas em relação ao que é demandado cognitivamente ou mesmo da importância da variação de complexidade das tarefas, portanto, da variação dos tipos de raciocínios exigidos nelas. Percebemos, a partir das tarefas elencadas em cada tarefa, que essas demandam tipos diferentes de raciocínios, ou seja, distintos graus de demandas cognitivas como discutem Stein e Smith (2009). Algumas tarefas exigem altas demandas, enquanto outras exigem baixas demandas durante suas resoluções, sendo que as tarefas que demandam baixa cognição aparecem em maior quantidade.

A partir das discussões e categorizações sobre os níveis de demandas cognitivas de Stein e Smith (2009), é possível observar que nos dois projetos existem tarefas de baixo nível cognitivo, dos tipos *procedimentos sem conexão* e *memorização*; e tarefas com alto nível cognitivo, dos tipos *procedimentos com conexão* e *fazer matemática/química*. Por exemplo, a tarefa 1 da Etapa 4 do projeto *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*, envolve apenas a reprodução dos fatos que estão no próprio texto, inexistindo conexão com conceitos, significados ou procedimentos que embasam os fatos; por meio de seu texto, a tarefa exige baixo nível cognitivo dos tipos *memorização* e *procedimentos sem conexão*.

*Análise o texto a seguir. Agora, com seu grupo, responda no caderno de anotações. a) Qual era o motivo alegado pela população para não se vacinar contra a varíola? b) O que levou a população a aceitar a vacinação? (Identidade e Ação — Etapa 4, Tarefa 1, 2020, p. 93)*

Já a tarefa 2 da Etapa 5 do mesmo projeto apresenta-se como de alto nível cognitivo — *procedimentos com conexão e fazer matemática/química* —, uma vez que, nela, os estudantes precisam interpretar as informações, os gráficos e inferir como alteramos a atmosfera do planeta com a queima de combustíveis fósseis e a emissão de gases estufa. Os estudantes ainda precisam realizar cálculos matemáticos para encontrar o balanço das emissões de carbono feitas pelos seres humanos a partir do gráfico.

*Analisem o esquema a seguir, que representa o ciclo anual do carbono na atmosfera e na superfície da Terra. Com base no esquema, faça o que se pede. a) Faça o cálculo do balanço das emissões feitas por seres humanos. Todo o carbono que emitimos com nossa atividade é reabsorvido pela natureza? Explique sua resposta. b) Qual é a origem do carbono que causa essa diferença? E onde ele está se acumulando? c) As queimadas nas florestas e o desmatamento interferem em alguma parte do ciclo? Se sim, qual? Que resultado essa interferência pode ter no balanço final? (Identidade e Ação — Etapa 5, Tarefa 2, 2020, p. 98)*

Analisando o projeto *O diálogo entre Arte e Ciência*, identificamos tarefas de baixa e de alta demanda cognitiva. É o que observamos na tarefa 1 da Etapa 1, para a qual os estudantes precisam elaborar um questionário de pesquisa; depois, aplicar, tabular e analisar os dados obtidos, o que demanda alta cognição. Quanto à Etapa 3 desse projeto, na tarefa 1 os estudantes precisam descrever e mencionar as propriedades dos materiais presentes nas obras de arte, além de perceber evidências da propagação retilínea da luz — despertando-os para alguns conhecimentos da Física — quando as sombras são formadas. Na tarefa 2 os estudantes precisam mobilizar conhecimentos sobre metais, ligas metálicas e suas propriedades, encontrar obras de artes de materiais inusitados — feitos de flores, folhas, unhas, dentes, cabelo, esqueletos, ceras, polímeros, dentre outros. Na tarefa 3, precisam perceber a importância da liga de bronze, formada pelos elementos cobre (Cu) e estanho (Sn) em proporções diferentes, para entenderem que à medida que aumenta o valor do teor de estanho, aumenta a dureza e as propriedades relacionadas com a resistência mecânica.

*Com seu grupo, reflita a respeito da expressão artística nos monumentos conforme apresentado na reportagem. a) Liste os locais próximos à região onde você mora em que há monumentos ou outros tipos de obras de arte; se possível faça registros fotográficos. Lembre-se de anotar informações sobre a foto, como data em que foi tirada e endereço da obra. Essas informações são importantes para elaborar etiquetas ou legendas informativas. b) Compartilhe seus registros com os demais colegas de*

*classe. Juntos troquem os aprendizados e escolham algumas imagens que se destacaram tanto pela obra que representam como pela qualidade da fotografia e produzam coletivamente as etiquetas informativas dessas obras. c) Organizem uma exposição dessas imagens na escola, decidindo o meio em que será veiculada e a linguagem utilizada. (Identidade em Ação — Etapa 1, Tarefa 1, 2020, p. 178)*

*Analise, com seu grupo, as imagens a seguir. Juntos, descrevam quais sensações elas despertam em vocês e listem os possíveis tipos de conhecimentos científicos envolvidos em sua produção. (Identidade em Ação — Etapa 3, Tarefa 1, 2020, p. 183)*

*Pesquise em meios digitais algumas obras de arte construídas com materiais inusitados e compartilhem com o grupo aquela que chamar mais sua atenção, incluindo a descrição dos materiais utilizados. (Identidade em Ação — Etapa 3, Tarefa 2, 2020, p. 184)*

*Realize uma pesquisa a respeito dos diferentes tipos de ligas de bronze, suas características e principais aplicações. Registre essas informações, em seu caderno, por meio de uma tabela. Além disso, explore as características físico-químicas de metais e como podem ser aplicados na arte. . (Identidade em Ação — Etapa 3, Tarefa 3, 2020, p. 184)*

As tarefas 4 e 5, demandam dos estudantes conhecimentos sobre a composição e propriedades físico-químicas do aço como maleabilidade, condutividade térmica e resistência à corrosão; além de conhecimentos básicos relativos à Física Quântica, dualidade onda-partícula do elétron ao equilíbrio estabelecido quando o somatório de forças aplicado sobre um corpo é nulo.

*Aço, concreto e vidro são materiais versáteis e fundamentais para a engenharia civil e possibilitam a construção de edifícios com arquitetura inovadora. Pesquise mais informações a respeito da composição química desses materiais e de suas propriedades físico-químicas. Crie um esboço de um projeto arquitetônico para o seu município que utilizaria esses materiais; esse projeto deve ser relevante para a sua comunidade. Descreva os objetivos do projeto e depois apresente-o aos colegas. (Identidade em Ação — Etapa 3, Tarefa 4, 2020, p. 185)*

*Com os requisitos solicitados pela empresa e a lista de obras em mãos, o grupo deve preparar o repositório de informações sobre as obras. Para isso, sugerimos: investigar como a ciência foi empregada na confecção dessas obras, seja como conceito, técnica ou material propriamente dito na obra final; e algumas informações científicas necessárias, tais como composição química, conceitos científicos empregados, químicos, físicos ou biológicos. (Identidade em Ação — Etapa 3, Tarefa 5, 2020, p. 186)*

Nesse projeto, é solicitado, ainda, a produção um material (vídeo, *podcast*) ao final da Etapa. As tarefas 1, 2 e 3 da Etapa 4 se classificam como de baixa demanda cognitiva dos tipos *memorização e procedimentos sem conexão*, uma vez que os estudantes precisam localizar no próprio texto as informações para responderem às questões propostas. Já a tarefa 4 se classifica como sendo de alta demanda cognitiva, do tipo procedimento com conexão, pelo fato de demandar a reflexão sobre as vantagens e desvantagens de cada tipo de corante e sobre as

questões de insustentabilidade e riscos à saúde pela obtenção de outros. Precisam, ainda, fazer conexões com a tabela periódica e as características dos elementos e, também, com indicadores ácido-base, por meio da extração de pigmentos com beterraba, cenoura, couve ou espinafre e com o repolho roxo.

*Quais foram as principais dificuldades encontradas na produção de pigmentos coloridos? 2 Vocês conseguiram identificar quais elementos químicos estão envolvidos na composição dos corantes azuis? 3 Onde é possível encontrar diferentes cores de pigmentos naturais no dia a dia? (Identidade em Ação — Etapa 4, Tarefa 1, 2020, p. 190)*

*Considerando os processos de obtenção de corantes naturais e sintéticos, reflita acerca das questões de sustentabilidade dessa produção e indique as vantagens e as desvantagens de cada tipo de corante. (Identidade em Ação — Etapa 4, Tarefa 4, 2020, p. 191)*

Os conhecimentos matemáticos e químicos incorporados às tarefas, as quais demandam mais ou menos cognitivamente dos estudantes, implicam a mobilização de conhecimentos dos professores ao ler, interpretar, avaliar e selecionar tais tarefas, a exemplo do que discutem Collopy (2003) e Remillard e Kim (2017). No âmbito do KCEMC, são conhecimentos relativos a graus diferenciados de demandas cognitivas, isto é, níveis de raciocínios esperados que os estudantes mobilizem. Considerando a análise feita, ao planejar e realizar aulas com os dois projetos do material curricular, os professores precisam mobilizar seus conhecimentos para identificar as possibilidades e fragilidades no que se refere à explicitação das ideias, conceitos e procedimentos subjacentes às tarefas e, assim, pensar as intervenções para que ocorra a progressão das aprendizagens dos estudantes. Também requer a mobilização de conhecimentos relativos à organização e presença dos conteúdos no currículo.

### **Percursos de aprendizagem**

O percurso de aprendizagem está relacionado à maneira como os conteúdos de Matemática e de Química estão distribuídos ao longo de um determinado período escolar e ao longo de toda a trajetória escolar dos estudantes. É relativo ao reconhecimento, por parte do professor, da sequência de aprendizagem em relação ao currículo. Diz respeito a como os conceitos aparecem em determinados conteúdos situados internamente num conjunto de aprendizagens objetivadas pelo currículo tanto da Matemática quanto da Química. É o que Ball, Thames e Phelps (2008) denominam de *conhecimento horizontal do conteúdo*.

Identificamos ao longo dos dois projetos analisados, seja na parte introdutória seja na parte específica, que não há menção explícita em relação à organização dos conteúdos. No entanto, notamos que há implicitamente uma organização, uma vez que os conteúdos de Química, Física, Biologia e Matemática ali propostos fazem parte do currículo escolar dos três

anos do Ensino Médio. Eventualmente, pela característica específica desses materiais serem utilizados nos três anos do Ensino Médio, eles não apresentam uma sequência determinada; os conteúdos aparecem de acordo com as demandas das tarefas dos projetos. Além disso, percebemos que os conteúdos estão propostos na perspectiva de conhecimentos prévios conforme podemos observar no seguinte trecho, presente na parte introdutória do material curricular em análise:

*Alguns conceitos e informações prévios são importantes para o desenvolvimento deste projeto. [...]. Para a discussão sobre a vacinação, é importante que os estudantes tenham familiaridade com o conceito de imunização e o funcionamento do nosso sistema imunológico. E, para que possamos fazer a discussão final sobre o aquecimento global, é importante que os estudantes tenham familiaridade com o efeito estufa e com o ciclo natural do carbono no nosso planeta”. (Identidade em Ação, 2020, p. XLIII)*

Destarte, identificamos que o percurso de aprendizagem está implícito à proposta, ou seja, não aparece de maneira transparente nos textos, o que implica uma maior exigência de mobilização dos conhecimentos por parte dos professores para que possam identificar essa organização ou a presença desses conteúdos. Por conseguinte, aqueles professores que não têm ou não tiveram oportunidade de estabelecer discussões em relação a este assunto, certamente não vão se atentar para questões relativas à organização dos conteúdos, o que pode vir a descontextualizar, desconsiderar e modificar os propósitos de ensino presentes nos projetos.

### **Considerações**

A depender da concepção que se tem sobre currículo, ele pode ser considerado como o que regula o que é ensinado e o que é aprendido no contexto escolar; também pode ser compreendido como o conjunto de experiências formativas que professores e estudantes estão implicados e são implicadores. O currículo, desse modo, se materializa nos propósitos e nas práticas de ensino; se faz presente nos materiais curriculares por ele operacionalizados, os quais incorporam princípios e conhecimentos que, lidos e interpretados por professores, colaboram para o seu processo de aprendizagem.

Conhecer a Matemática e a Química incorporadas aos materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza avaliados e aprovados pela edição de 2021 do PNLD é relevante para que os professores desenvolvam suas práticas e promovam variadas estratégias de ensino, implicando as aprendizagens dos estudantes. Esses materiais precisam apresentar de maneira mais explícita, para os professores, as ideias sobre integração curricular, o trabalho com projetos, as ideias fundamentais, os níveis de demandas cognitivas das tarefas e os percursos de aprendizagem.



Considerando um material curricular integrador, como por nós analisado, a falta de transparência pode comprometer o planejamento do desenvolvimento dos projetos, as intervenções a serem feitas e, conseqüentemente, as aprendizagens dos estudantes em relação a procedimentos justificáveis em determinadas estratégias durante as resoluções das tarefas.

Essa ausência, identificada nos textos de apresentação e de orientação para desenvolvimento dos dois projetos, requer dos professores a mobilização de conhecimentos além daqueles específicos à sua área de formação e disciplina de atuação. Por se tratar de um material integrador, no qual conceitos de outras áreas estão integrados a partir de projetos, requer a ativação de conhecimentos ao ler e interpretar a Matemática e a Química neles incorporadas e ao avaliar e selecionar tarefas ao planejar e realizar aulas.

No tocante à integração curricular, a análise indica que, no material, faz-se maior menção à interdisciplinaridade, e menos explicitação em relação à Matemática como disciplina integradora; os conteúdos de Química, Física e Biologia aparecem com maior frequência, talvez pelo fato de ser uma obra da área de Ciências da Natureza, contemplada por essas três disciplinas.

Por fim, entendemos que a relação professor/materiais curriculares implica os processos de ensino e de aprendizagem, podendo influenciar a maneira como o currículo é desenvolvido e como pode ser ampliado o conhecimento profissional docente. Naturalmente que a pesquisa aqui retrata pode ser ampliada, objetivando viabilizar e aprimorar os estudos sobre as contribuições para o conhecimento profissional docente e para o ensino tanto da Química quanto da Matemática, bem como para a formação de professores que ensinam essas duas disciplinas.

### Referências

- Aires, J. A. (2011). Integração e Interdisciplinaridade: sinônimos? *Educação & Realidade*, 36(1), 215-230.
- Ball, D. L.; Thames, M. H. & Phelps, G. (2008) Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Beane, J. A. (2003). Integração curricular: a essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras*, 3(2), 91-110.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la technoscience : façonner le monde atome par atome*. Paris: La Découverte.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC/SEB.
- Collopy, R. (2003). Curriculum materials as a professional development tool: how a Mathematics textbook affected two teachers' learning. *The Elementary School Journal*,

103(3), 287-311.

- Davis, E. & Krajcik, J. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2006) *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Januario, G. (2022). Desenvolvimento curricular em Matemática a partir de projetos integradores: estudo com professoras em formação inicial. *Boletim online de Educação Matemática*, 10(19), 44-62.
- Machado, J. S. F. D. (2023). *Relação professor-materiais curriculares: estudo na perspectiva da integração Matemática e Química*. 94f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros, MG.
- Maldaner, O. A. (2008). A pós-graduação e formação do educador químico. In: M. I. P. Rosa & A. V. Rossi. (Org.). *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências* (pp. 269-288). Campinas, SP: Átomo.
- Martins, J. E. A.; Carbo, L. & Soares, S. T. C. (2021). Conhecimento Especializado de Professores de Química — CTSK: uma análise de prática docente no ensino de hidrocarbonetos. *Revista Prática Docente*, 6(1), 1-23.
- Moran, J. (2018). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: L. Bacich & J. Moran. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática* (pp. 2-25). Porto Alegre, RS: Penso.
- Oliveira, S. A.; Rezende, D. P. L.; Reis, A. R. G. & Carneiro, R. F. (2021). Vivências de professoras dos Anos Iniciais no trabalho com a resolução de problemas em uma formação continuada. *Educação Matemática Debate*, 5(11), 1-27.
- Penalva, M. C. & Llinares, S. (2011). Tareas matemáticas en la Educación Secundaria. In: J. M. Goñi. (Coord). *Didáctica de las Matemáticas* (pp. 27-51). Barcelona: Graó.
- Remillard, J. T. & Kim, O. (2017). Knowledge of curriculum embedded mathematics: exploring a critical domain of teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 96, 65-81.
- Rezende, A. A. & Silva-Salse, A. R. (2021). Utilização da aprendizagem baseada em problemas (ABP) para o desenvolvimento do pensamento crítico (PC) em Matemática: uma revisão teórica. *Educação Matemática Debate*, 5(11), 1-21.
- Sacristán, J. G. (2013). O que significa o currículo? In: J. G. Sacristán. (Org.). *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Tradução de A. Salvaterra. Porto Alegre, RS: Penso.
- Santos, M. L. (2009). Projetos didáticos: interdisciplinares e temáticos. In: A. M. A. Caldeira & E. S. N. N. Araújo. (Org.). *Introdução à didática da Biologia* (pp. 206-220). São Paulo, SP: Escrituras.
- Stein, M. K. & Smith, M. S. (2009). Tarefas matemáticas como quadro para a reflexão: da investigação à prática. *Educação e Matemática*, 105, 22-28.
- Zabala, A. (2002). *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Tradução de E. F. F. Rosa. Porto Alegre, RS: Artmed.