

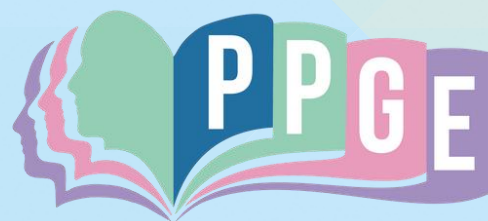
Relação professor-materiais curriculares: estudo na perspectiva da integração Matemática e Química

Jackelany de Souza França Durães Machado

Mestrado em Educação

Montes Claros / MG

2023



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Universidade Estadual de Montes Claros
Centro de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

**Relação professor-materiais curriculares: estudo na
perspectiva da integração Matemática e Química**

Jackelany de Souza França Durães Machado

*Dissertação apresentada à Banca Examinadora do
Programa de Pós-Graduação em Educação como
exigência parcial para obtenção do título de Mestre em
Educação, linha de pesquisa Educação Matemática.*

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Januario

Montes Claros / MG

2023



A divulgação ou reprodução total ou parcial desta dissertação é autorizada exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

M149r MACHADO, Jackelany de Souza França Durães.
Relação professor-materiais curriculares [manuscrito]: estudo na perspectiva da integração Matemática e Química / Jackelany de Souza França Durães Machado. — 2023.
94f. : il.

Inclui Bibliografia.

Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), 2023

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Januario

1. Educação Matemática. 2. Educação Química. 3. Materiais Curriculares Integradores. 4. Conhecimento Profissional Docente.
I. Machado, Jackelany. II. Universidade Estadual de Montes Claros.
III. Título.

Catálogo Biblioteca Central Professor Antônio Jorge



Universidade Estadual de Montes Claros
Centro de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

Relação professor-materiais curriculares: estudo na perspectiva da integração Matemática e Química

Jackelany de Souza França Durães Machado

Dissertação defendida e aprovada em 1 de setembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelas pesquisadoras e pesquisadores

Prof. Dr. Gilberto Januario — Orientador
Universidade Federal de Ouro Preto / Universidade Estadual de Montes Claros

Profa. Dra. Janine Freitas Mota
Universidade Estadual de Montes Claros

Profa. Dra. Rieuse Lopes
Universidade Estadual de Montes Claros

Profa. Dra. Ana Paula Perovano
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Rogério Marques Ribeiro
Instituto Federal de São Paulo



Cordel “Sobre a vida”

*Só eu sei cada passo por mim dado
nessa estrada esburacada que é a vida,
passei coisas que até mesmo Deus duvida,
fiquei triste, capiongo, aperreado,
porém nunca me senti desmotivado,
me agarrava sempre numa mão amiga,
e de forças minha alma era munida
pois do céu a voz de Deus dizia assim:
— Suba o queixo, meta os pés, confie em mim,
vá pra luta que eu cuido das feridas.*

Bráulio Bessa

In: *Poesia com rapadura*. Fortaleza: Cene, 2017.



Às minhas duas filhas: Maria Vitória e Maria Alice, razão do meu viver!



Gratidão
É privilégio de quem vê a vida com o coração
Pra quem sabe ver nas coisas mais simples imensidão
Beleza rara no que é comum

Gratidão
Transforma nossos dias cinzas em inspiração
Esparge luzes coloridas nessa escuridão
De tantas invenções pra tentar ser feliz

Abra a porta e a janela
Do teu coração
E deixe esta luz bonita
Te tocar em forma de canção
Vida longa a tudo que você agradecer

Gratidão
Transforma chumbo em ouro e o nosso choro em canção
Nos faz olhar pra dor do outro com mais compaixão
Atrai coisas bonitas e nos livra da insatisfação

Nunca deixe de agradecer
Um dia comum

In: *Gratidão*. Interpretação de Padre Reginaldo Manzotti, com participação de Rafa Gomes. Composição de Elinézia Costa Sena. Universal Music International, 2017.

Agradecer...

No dicionário Aurélio, *agradecer* significa mostrar ou manifestar gratidão, reconhecer. Para o filósofo grego Antístenes, *gratidão* é a memória do coração. Na Bíblia, o livro mais vendido de todos os tempos, *gratidão* é a qualidade de reconhecer e valorizar as dádivas recebidas. A vida, a saúde, a família, os talentos, as capacidades, os amigos, a fé, enfim, tudo que temos e somos e que nos foi dado.

A palavra *gratidão* deriva de *gratia* que, em *latim*, quer dizer *graça*. Gratidão também pode ser reconhecida como uma experiência de agradecimento que envolve perceber e apreciar tudo aquilo que acontece em nossas vidas. Para as pessoas católicas, como eu, agradecer significa *a graça descer*, e sempre que formos gratos, mais graças recairão sobre nós. Portanto, agradecer é mais do que um simples gesto de cortesia. É uma atitude que fortalece os laços humanos, promove a gratidão e contribui para o bem-estar geral, tanto nosso, quanto das pessoas ao nosso redor. Quando agradecemos, reconhecemos o impacto positivo que alguém teve em nossas vidas e mostramos nossa gratidão pela sua contribuição.

E é com o coração cheio de gratidão que agradeço a Deus pela minha



existência; aos meus pais Gilberto e Dolaci pelo apoio incondicional; às minhas irmãs Jéssica e Bianca por estarem sempre presentes na minha vida; ao meu marido Renilson pela cumplicidade, compreensão, paciência e serenidade para contrabalancear meus momentos de explosão; às minhas amadas filhas Maria Vitória e Maria Alice, responsáveis por darem sentido e alegrarem os dias da minha vida. Vocês são luz nos dias mais sombrios, iluminando meu caminho quando tudo parece obscuro.

Agradeço às duas professoras participantes da pesquisa por suas contribuições com o trabalho; ao meu primo Róbson pelo apoio e a todos meus familiares que estiveram ao meu lado durante todo meu percurso, seus sorrisos, suas palavras de encorajamento e celebrações por cada conquista alcançada foram fontes de motivação inesgotáveis. Hoje, escrevo esta mensagem repleta de gratidão e admiração por cada um de vocês.

Agradeço às minhas estimadas professoras, em especial, Fran e Shirley pelas maravilhosas reflexões e ensinamentos em suas aulas, a dedicação e conhecimento de ambas foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico. Vocês compartilharam seus saberes de forma generosa, orientando-me com paciência e sabedoria ao longo desta jornada. Suas palavras e conselhos permanecerão comigo, guiando-me em meu percurso profissional.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Rogério Marques Ribeiro, Profa. Dra. Ana Paula Perovano, Profa. Dra. Janine Freitas Mota e Profa. Dra. Rieuse Lopes, pelas valiosas contribuições para o nosso trabalho.

E aos meus colegas de turma, em especial, às colegas Nathany, Adriana, Rose e Carla, que se tornaram amigas e parceiras inseparáveis nessa caminhada. Compartilhamos horas de estudo intenso, debates calorosos e momentos de descontração que nos ajudaram a aliviar a pressão. A troca de conhecimento e a colaboração entre nós foram essenciais para o nosso crescimento mútuo, e sou grata por cada contribuição que cada uma de vocês trouxe para enriquecer nossas discussões e trabalhos em equipe. Aos meus irmãos de orientação Marilene e Fabrício Antunes por toda complacência.

Não posso deixar de expressar minha gratidão ao meu querido orientador Gilberto Januario, a quem eu carinhosamente chamo de “meu anjo” e a ele teço um agradecimento mais que especial:

“Deus nos envia carinhosamente anjos disfarçados de pessoas com o dom exclusivamente de ajudar, de somar qualidades, de acrescentar coisas boas em nossas vidas e que mesmo nos momentos mais difíceis sempre têm uma palavra amiga para nos afagar. Você é sem dúvida um anjo na Terra. Esses anjos são raros e eu me considero uma pessoa especial e de muita sorte, pois tive o privilégio de encontrar um. Mesmo que não possua asas visíveis, sua bondade, apoio e amor incondicional me fizeram voar mais alto do que jamais

imaginei. Você tem estado ao meu lado nos momentos mais desafiadores, oferecendo-me o conforto e a orientação dos quais eu precisava. Sempre que tropecei e caí, você estendeu suas mãos e me ajudou a levantar. Nunca hesitou em compartilhar palavras de encorajamento ou um abraço apertado quando meu coração estava pesado. Por meio de suas ações gentis e de suas palavras inspiradoras, me mostrou mais que o verdadeiro significado de “orientação”, mas o que realmente significa “amizade”. Seja nas dificuldades pessoais, lidando com perdas ou lutando contra meus medos mais profundos, você estava lá para me guiar e me mostrar que a esperança nunca se perde verdadeiramente. Com seu amor e paciência constantes, tem sido minha força motriz, capacitando-me e motivando-me a superar obstáculos e acreditar em mim mesma. Os momentos que estivemos juntos ficarão gravados eternamente em meu coração. Hoje, quero agradecer por tudo o que você é, e por tudo o que tem feito por mim. Sua amizade é um presente inestimável que me enche de gratidão e felicidade. Saiba que estou aqui para você, assim como você esteve para mim, sempre pronta para oferecer meu apoio, meu amor e minha eterna gratidão”.

Este mestrado foi uma jornada intensa, com altos e baixos, mas cada desafio foi uma oportunidade de crescimento. Hoje, olhando para trás, sinto-me orgulhosa e honrada por ter tido a oportunidade de estudar em um ambiente tão estimulante e com pessoas tão inspiradoras. Um momento muito especial, pois concluímos juntos uma jornada de mestrado que nos desafiou, nos estimulou e nos transformou em pessoas e profissionais melhores. Nossos momentos presenciais de descontração criaram memórias preciosas que guardarei para sempre em meu coração. Não há palavras suficientes para expressar o quanto valorizo e amo cada um de vocês. Que cada um de nós leve conosco não apenas o título de mestre, mas também as lições aprendidas, as amizades construídas e a paixão pela busca do conhecimento. Que continuemos a contribuir para a ciência, para a sociedade e para o desenvolvimento de nosso campo de estudo, levando adiante a excelência e o espírito inovador que nos foram transmitidos.

Uma vez mais, agradeço a todos vocês por fazerem parte desta jornada e por terem deixado uma marca indelével em minha vida. Que nossos caminhos possam se cruzar novamente, cheios de realizações e novas oportunidades de aprendizado. Que nossa amizade continue a crescer e a florescer, enchendo nossas vidas com alegria, risos e amor verdadeiro. Vocês são a razão pela qual minha vida é mais brilhante, mais alegre e mais significativa.

Com todo o meu carinho,

Jackelany

Ps: Escrevendo e lágrimas descendo...



MACHADO, Jackelany de Souza França Durães. *Relação professor-materiais curriculares: estudo na perspectiva da integração Matemática e Química*. 2023. 94f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros / MG. Brasil.

RESUMO

A pesquisa aqui retratada orientou-se pelo objetivo de analisar a relação professor-materiais curriculares integradores de Matemática e Química, dando origem a essa dissertação que é organizada em formato *multipaper*, sendo um capítulo de introdução, dois artigos e um capítulo com as considerações finais. Os questionamentos foram orientados para conhecer a Matemática e a Química incorporadas a materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza, avaliados e distribuídos no âmbito do PNL D 2021; e para discutir como duas professoras de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores dessa área do conhecimento. O referencial teórico reporta-se aos estudos sobre integração curricular; ao modelo do Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo (*Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics and Chemistry — KCEMC*); e à relação dos professores com os materiais. Foi analisado o manual do professor e a reprodução de dois projetos no livro do estudante de um material curricular, caracterizado como Projeto Integrador, destinado ao Ensino Médio. Também foi realizada entrevista com duas professoras que ensinam Química, a partir de um grupo de discussão, com foco em suas interações com os recursos curriculares. Os resultados indicam a ausência de transparência para as professoras sobre a conceitualização de integração curricular, trabalho com projetos, organização dos conteúdos e grau de complexidade das tarefas (demandas cognitivas), tanto nos textos da parte introdutória do material quanto nos textos com orientações para o desenvolvimento dos projetos analisados, o que pode restringir o conhecimento profissional docente e implicar práticas de ensino que podem divergir dos propósitos do material curricular e comprometer as aprendizagens tanto dos professores quanto dos estudantes.

Palavras-chave: Educação Matemática. Educação Química. Materiais Curriculares Integradores. Conhecimento Profissional Docente.



MACHADO, Jackelany de Souza França Durães. *Teacher-curriculum materials relationship: study from the perspective of Mathematics and Chemistry integration*. 2023. 94f. Dissertation (Master in Education) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros / MG. Brasil.

ABSTRACT

The research portrayed here was guided by the objective of analyzing the relationship teacher-integrative curriculum materials of Mathematics and Chemistry, giving rise to this dissertation, which is organized in a multipaper format, with an introduction chapter, two articles and a chapter with final considerations. Questions were oriented towards getting to know Mathematics and Chemistry incorporated into curriculum materials that integrate the Natural Sciences area, evaluated and distributed within the scope of PNLD 2021; and to discuss how two Chemistry teachers read, interpret and evaluate curriculum materials that integrate this area of knowledge. The theoretical framework refers to studies on curriculum integration; the Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics and Chemistry — KCEMC model; and the teachers' relationship with the materials. The teacher's manual was analyzed and the reproduction of two projects in the student's book of a curriculum material, characterized as Integrator Project, intended for High School. An interview was also carried out with two teachers who teach Chemistry, based on a discussion group, focusing on their interactions with the curriculum resources. The results indicate the lack of transparency for the teachers about the conceptualization of curriculum integration, work with projects, organization of the contents and degree of complexity of the activities (cognitive demands), both in the texts of the introductory part of the material and in the texts with orientations for the development of the analyzed projects, which can restrict the teaching professional knowledge and imply teaching practices that can diverge from the purposes of the curriculum material and compromise the learning of both teachers and students.

Keywords: Mathematics Education. Chemistry Education. Integrative Curriculum Materials. Teaching Professional Knowledge.



SUMÁRIO

Apresentação da Pesquisa	14
Aproximação com o tema: angústias e inquietações	15
Justificativa	17
Problematização e Objetivos	22
<i>Design</i> metodológico	28
Referências	32
Artigo 1: Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas a materiais curriculares integradores	34
1.1 Situando o estudo	34
1.2 Integração curricular	36
1.3 Materiais curriculares e os conhecimentos incorporados a eles	37
1.4 Procedimentos Metodológicos	40
1.5 Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores	41
1.5.1 Proposta de integração curricular	42
1.5.2 Ideias fundamentais	47
1.5.3 Representações e conexões	48
1.5.4 Demandas cognitivas	50
1.5.5 Percursos de aprendizagem	54
1.6 Considerações	55
1.7 Referências	56
Artigo 2: Leitura, interpretação e avaliação, por duas professoras, da Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores	58
2.1 Diálogo inicial	58
2.2 Materiais curriculares integradores e o conhecimento profissional docente	60
2.3 <i>Design</i> metodológico	63
2.4 Integração curricular e projetos a partir da leitura e interpretação das professoras ..	65
2.5 Conhecimento da Matemática e da Química a partir da leitura e interpretação das professoras	70
2.6 Considerações	79

2.7 Referências	81
Considerações	83
Da justificativa e problema	83
Dos objetivos e resultados	84
Das considerações e implicações	89
Referências	90
Apêndices	92
Roteiro de discussão para produção de dados do artigo 2	92

APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

*Não dê importância extrema para o título acadêmico.
Para mim, o que realmente importa é a pesquisa.
Gleb Wataghin¹*

A presente dissertação foi idealizada e desenvolvida na Linha de Pesquisa *Educação Matemática*. Nos propusemos a investigar a relação professor-materiais curriculares na perspectiva da integração Matemática e Química, bem como analisar o conhecimento profissional docente a partir da relação de professores que ensinam Química no Ensino Médio com esses materiais.

A relação professor-materiais curriculares é um tema que pesquisadores da Educação Matemática têm se dedicado a explorar desde a década de 1990, revelando-se como campo de investigação profícuo a ser investigado. O estudo dessa relação tem se mostrado uma área de investigação a ser desvendada (Soares, 2020; Souto, 2021), levando à compreensão do uso que os professores fazem dos materiais de apoio ao desenvolvimento curricular, bem como os professores leem, interpretam, avaliam, selecionam e colocam em prática as propostas de ensino e de aprendizagem presentes nos materiais curriculares.

Pesquisadores como Brown (2009) e Remillard e Kim (2017) discutem sobre a importância de entendermos como os professores se relacionam com os materiais curriculares, especialmente, ao considerarmos a nova proposta da edição de 2021 do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Proposta essa de integração curricular que procura oportunizar situações de aprendizagem tanto para os professores quanto para os estudantes, que vão além da lógica disciplinar.

Na sequência, retratamos aspectos de nossa trajetória profissional que nos aproximaram do projeto, dos sujeitos, do *lôcus* da pesquisa e, ao mesmo tempo, nos embasaram na justificativa para a escolha do tema. Posteriormente, apresentamos a pesquisa, explicitando a justificativa; o problema e objetivos; os aspectos metodológicos; e a opção pela organização da dissertação.

¹ Trecho da Carta de Gleb Wataghin a Sonja Ashuauer. Arquivo histórico do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, datada de 8 de maio de 1947. Disponível em <http://acervo.if.usp.br/bio01>; acesso em 11 ago. 2023.

Aproximação com o tema: angústias e inquietações

Há mais de dez anos tenho² dedicado parte de meu tempo e, por que não dizer, de minha vida, à docência e a todas as atribuições a ela relacionadas. Da experiência construída ao longo desses anos dedicados ao ensino de Química, perpassando por várias escolas — tornando-me professora efetiva na Escola Benício Prates, em Coração de Jesus e, recentemente, na Escola Jesuzinha Araújo Magalhães, em São João do Pacuí, ambas no norte de Minas Gerais, onde leciono atualmente — emergiram dúvidas e inquietações sobre as complexidades que envolvem a dicotomia ensino-aprendizagem.

Ao longo de minha experiência com a docência, refletir sobre o percurso, enquanto professora, foi um exercício quase que diário, considerando toda trajetória percorrida e situações importantes vividas e convivas tanto ao longo da graduação quanto de pós-graduações, dentre elas o Mestrado em Educação, o qual ampliou meus horizontes e despertou consideráveis mudanças no meu comportamento e pensamento.

As experiências vivenciadas em sala de aula levaram-me a reflexões sobre as dificuldades dos estudantes em não conseguir se desenvolver no processo de aprendizagem de modo significativo, levando-os a refletir sobre questões sociais e aspectos de seus cotidianos, considerando os conteúdos de Química, principalmente quando esses necessitam de conhecimentos relativos à Matemática.

Dessa maneira, fui em busca de aprendizagem e formação continuada, o que despertou o espírito de querer romper com práticas de ensino baseadas na lógica disciplinar, além de questionamentos sobre os usos que os professores fazem dos materiais curriculares, bem como sobre os processos de ensino e de aprendizagem em uma perspectiva integradora, especialmente considerando a aprendizagem dos estudantes.

Assim, depois de concluída a licenciatura em Química, cursei a licenciatura em Matemática com o intuito de municiar-me de mais recursos e conhecimentos para compreender melhor aspectos relativos ao desenvolvimento curricular e, quiçá, propor alternativas que pudessem minimizar as dificuldades em Matemática, apresentadas pelos estudantes durante as aulas de Química.

Em busca de melhor entendimento sobre o contexto de sala de aula; sobre as condições

² Nessa seção, é usado o foco narrativo na primeira pessoa do singular, por retratar minha trajetória pessoal. Em sua continuidade, é adotado o foco narrativo na primeira pessoa do plural, assumindo, assim, um eu coletivo.

técnicas e epistemológicas dos professores em relação ao ensino; sobre o uso que os professores fazem dos materiais curriculares a eles disponibilizados; e sobre a articulação entre as disciplinas é que surgiu o interesse pelo tema currículos e materiais curriculares. Como consequência das inquietações aqui relacionadas, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros (PPGE/Unimontes) me aproximei do Grupo de Pesquisa *Currículos em Educação Matemática* (GPCEEM), vinculado à Unimontes e à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). O GPCEEM é um grupo interinstitucional que tem como interesse o estudo, a pesquisa e a produção acadêmica sobre perspectivas epistemológicas, conceituais, didáticas e metodológicas dos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, tendo como foco de investigação e análise os currículos de Matemática.

Despertado o interesse de estudo no que diz respeito aos conhecimentos dos professores quando se relacionam com os materiais curriculares (livros didáticos) e pelo processo de escolha de livros no âmbito do PNLD 2021, surgiram inquietações a respeito dos conhecimentos mobilizados por esses profissionais durante as discussões em reuniões de planejamento coletivo para o processo de escolha dos livros e, também, sobre as expectativas quanto à chegada do material escolhido ou de outros enviados pela Secretaria de Educação. As inquietações despertadas e as impressões sobre esse material também são elementos que despertam o interesse por esse tema de pesquisa e nos aproxima do foco de discussão sobre a aprendizagem dos professores quando se relacionam com os materiais curriculares.

A nova reestruturação didática proposta pelo PNLD 2021 implica uma análise das obras e a necessidade de estudos por parte do professor no sentido de ampliar seu conhecimento profissional docente. Isso exige tempo, planejamento, dedicação e percepção por parte dos professores para uma análise mais criteriosa e aprofundada do material, uma vez que se trata de um material curricular inovador em comparação aos materiais tradicionalmente adotados para desenvolver o currículo no Ensino Médio.

Desse modo, discutir e compreender os conhecimentos que os professores constroem ou mobilizam para se relacionar com esses materiais favorece o entendimento de como os professores leem, interpretam, idealizam práticas e fazem uso de materiais curriculares integradores, em especial, de Matemática e Química, uma vez que, se por um lado os professores trazem seus conhecimentos, suas crenças, e suas concepções, os materiais também trazem seus recursos, suas representações e seus conceitos.

Como destaca Januario (2017), materiais curriculares são ferramentas que apresentam os conteúdos em forma de situações de aprendizagem, podendo ser livros didáticos, apostilas, cadernos de atividades elaborados por secretarias de educação, projetos, sequências didáticas ou sequências de tarefas³. Esses materiais são projetados para colaborar com os processos de ensino e de aprendizagem, incorporam e implementam as prescrições curriculares ao tratar, apresentar e abordar conteúdos. Com essas finalidades, nessa dissertação, compreende-se *materiais curriculares integradores* como recursos projetados para promover a articulação de conhecimentos de diferentes disciplinas escolares e de outros conhecimentos relevantes para as aprendizagens dos estudantes. Esses materiais auxiliam professores no desenvolvimento de tarefas e projetos de ensino que envolvem a combinação de variados conhecimentos, habilidades e competências, oportunizando a esses profissionais a criar ou desenvolver oportunidades de aprendizagem em que o conhecimento é construído de modo integrado pelos estudantes.

Materiais curriculares integradores são desenvolvidos levando em consideração os objetivos de aprendizagem de diferentes disciplinas e áreas do conhecimento, de modo a promover uma abordagem mais holística e contextualizada do ensino; com a intenção de proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem mais significativa, na qual possam mobilizar conhecimentos e habilidades no estudo e problematização de situações do contexto social. Ao articular diferentes disciplinas, os estudantes são incentivados a fazer e identificar conexões entre diferentes áreas do conhecimento, o que promove uma compreensão mais profunda e uma visão mais ampla dos assuntos estudados, como é o caso da área de Ciências da Natureza, contexto da pesquisa aqui retratada.

Nesse sentido, considero relevante que nos debruçamos a investigar sobre a forma como os professores se apropriam dos materiais curriculares, de como os utilizam em seus planejamentos e aulas e em que medida leem e interpretam a Matemática e a Química incorporadas a eles, particularmente, orientações de ensino e abordagem conceitual, didática e metodológica presentes no manual do professor.

³ A literatura que aborda os processos de ensino e de aprendizagem faz uso dos termos *atividade* e *tarefa* para designar as situações que os estudantes se envolvem para construir aprendizagens. Penalva e Llinares (2011) entendem que *tarefas* são situações propostas aos estudantes, enquanto *atividades* são as ações cognitivas a serem desenvolvidas pelos estudantes. Nessa dissertação, compreendemos atividade como um conjunto de tarefas que exige o engajamento dos estudantes para a sua resolução e, como consequência, construção de conhecimentos.

Justificativa

Como descreve Sacristán (2013), o desenvolvimento curricular possui níveis ou fases, denominadas de currículo prescrito, currículo apresentado aos professores, currículo modelado pelos professores, currículo em ação, currículo realizado e currículo avaliado.

A partir dos estudos desse autor, podemos caracterizar o *currículo prescrito* como sendo o conjunto de conteúdos a serem ensinados e aprendidos em situações de aula, bem como a forma de apresentar, tratar e abordar os conteúdos. As prescrições geralmente são apresentadas em documentos de orientações curriculares, como é o caso da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG); também estão presentes em diretrizes curriculares, projetos de cursos, projeto político e pedagógico das escolas e nos materiais curriculares, incorporadas nos objetivos, competências, habilidades ou expectativas de aprendizagem.

O *currículo modelado* refere-se à dimensão do currículo que é planejada, organizada e estruturada pelos professores, que têm a responsabilidade de tomar decisões sobre quais conteúdos precisam ser trabalhados e quais competências e habilidades precisam ser desenvolvidas pelos estudantes, bem como os conteúdos serão ensinados. Como currículo modelado, a elaboração de planos de ensino, projetos e sequências de tarefas é influenciada por diretrizes curriculares, políticas educacionais e o conhecimento e experiência dos professores em relação ao que é considerado importante para os estudantes aprenderem.

O *currículo em ação* refere-se ao contexto real em sala de aula, ou seja, ao conjunto de situações e oportunidades de aprendizagem que ocorrem em aula; o currículo é colocado em prática pelos professores e vivenciado pelos estudantes. A ação de desenvolver o currículo no contexto da aula leva em consideração como os professores adaptam e ajustam o currículo planejado para atender às necessidades e interesses dos estudantes, bem como ao contexto e à dinâmica da sala de aula. O currículo em ação considera as interações entre professores e estudantes; as estratégias de ensino utilizadas, as atividades e tarefas realizadas e as discussões que ocorrem durante o processo de ensino e de aprendizagem.

O *currículo realizado* refere-se ao que foi efetivamente ensinado e aprendido. É o resultado da interação entre o currículo modelado pelos professores e o currículo em ação. O currículo realizado leva em consideração as experiências de aprendizagem dos estudantes, suas interpretações e construções de conhecimento, bem como as influências do contexto social,

cultural e individual em seu processo de aprendizagem.

O *currículo avaliado* relaciona-se ao conjunto de conhecimentos exigidos dos estudantes manifestarem em tarefas e exames que buscam identificar o que foi aprendido. Refere-se, pois, às práticas de avaliação, tanto em termos de como o currículo é avaliado pelos professores e instituições educacionais para verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados, quanto em termos de como os estudantes são avaliados em relação ao currículo — avaliações internas e externas e seus variados instrumentos e tipos de testes.

O *currículo apresentado* aos professores diz respeito aos documentos elaborados para traduzir as prescrições, dentre eles, os materiais curriculares em forma de livros didáticos, apostilas e cadernos de atividades produzidos pelas Secretarias de Educação. Um representante significativo desse nível de currículo, no contexto brasileiro, é o livro didático. Nessa dissertação, consideramos como materiais curriculares as obras avaliadas e aprovadas no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), especialmente aquelas aprovadas no âmbito do Edital n. 3/2019⁴ para o Ensino Médio, referente à edição 2021 do PNLD.

Sendo currículo, os materiais curriculares que determinam os conteúdos a serem abordados em situações de aprendizagem; ao operarem sobre os processos de ensino e de aprendizagem, induzem tempos, práticas, experiências, conhecimentos, concepções e valores sobre os conceitos subjacentes nas disciplinas e sobre temas e questões sociais.

Do ponto de vista da pesquisa e das práticas de ensino e de aprendizagem, as contribuições epistemológicas a respeito do currículo, dos materiais curriculares e de suas relações com os professores precisam ser consideradas, uma vez que podem implicar os modos como os professores leem, interpretam, avaliam e selecionam materiais ao planejar e realizar aulas. Especialmente os materiais curriculares, esses têm desempenhado papel central nas reformas de ensino (Collopy, 2003; Remillard e Kim, 2017) operando inovações pedagógicas referentes a apresentação, abordagem e organização dos conteúdos; níveis de demandas cognitivas das tarefas; indicação de materiais de apoio; e teorizações subjacentes às orientações de ensino. Esses aspectos têm despertado o interesse de investigação em algumas pesquisas — por exemplo, Januario (2020), Soares (2020), Souto (2021) e Antunes (2022) —, as quais têm buscado compreender a relação professor-materiais curriculares, lançando luz para a avaliação,

⁴ Edital publicado no Diário Oficial da União de 13 de dezembro de 2019, na edição n. 241, Seção 3, p. 62. Trata-se de uma publicação do Ministério da Educação em cooperação com o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.

seleção, planejamento e desenvolvimento de tarefas e em que medida os recursos dos materiais e sua interação com os recursos dos professores operam as práticas de ensino e o desenvolvimento profissional docente.

Características dos materiais curriculares também têm despertado o interesse por investigação, uma vez que elas implicam os modos como os professores se relacionam com os materiais. Em nosso caso, a concepção das obras avaliadas e aprovadas para o Ensino Médio, pelo PNLD 2021, especialmente os livros caracterizados como Objeto 1, tem nos levado a estudar a relação dos professores de Química com eles. Esses materiais (Objeto 1) apresentam situações de aprendizagem em forma de projetos integradores do conhecimento, rompendo com a lógica disciplinar e com a organização linear dos conteúdos. Desenvolver o currículo de Química operado por esses materiais apresenta desafios aos professores ao ler, interpretar, avaliar e selecionar propostas de ensino. Mais que isso, a partir do que discutem Collopy (2003), Remillard e Kim (2017), Januario, Lima e Perovano (2021), esses materiais apresentam recursos que implicam o conhecimento profissional docente a partir do que chamamos de *relação professor-materiais curriculares integradores*.

A relação professor-materiais curriculares tem sido objeto de investigação de pesquisas em diferentes países. No âmbito da Educação Matemática, Januario e Lima (2021) destacam os estudos realizados por pesquisadores estadunidenses, considerando o final dos anos 1980 como período de maior concentração da investigação. Para esses autores, a partir de 2010 alguns pesquisadores brasileiros, vinculados a diferentes universidades e regiões, passaram a estudar o uso feito de materiais curriculares por professores que ensinam Matemática. No Mestrado em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros, três dissertações foram produzidas considerando esse tema⁵, as quais passaremos a apresentar.

Em seu estudo, Soares (2020) mapeou a pesquisa brasileira sobre materiais curriculares e a relação professor-material curricular. Para um dos artigos que compõe a dissertação, foram

⁵ Além das três já concluídas, outras cinco pesquisas de mestrado estão em desenvolvimento: (i) *Relação professor-materiais curriculares e o conhecimento profissional docente sobre o campo conceitual aditivo*, por Iolanda Márcia de Souza; (ii) *Relação professor-materiais curriculares e o conhecimento profissional docente em Matemática revelado no Estágio Supervisionado*, por Raíssa Caroline de Oliveira Soares; (iii) *Indicativo de jogos em materiais curriculares de Matemática: implicações para o conhecimento profissional docente e para a formação de conceitos pelos estudantes*, por Bianca de Souza Franca Durães; (iv) *Níveis de demandas cognitivas em atividades matemáticas: implicações para o conhecimento profissional docente e para o processo de aprendizagem dos estudantes*, por Cléia Ferreira Niz Rocha; (v) *Conhecimento do currículo a partir da relação professor-avaliação em Matemática*, por José Carlos Rodrigues Junior. Além dessas, está em desenvolvimento a pesquisa de pós-doutorado intitulada *Conhecimento profissional docente em Matemática a partir de materiais curriculares formativos*, por Ana Paula Perovano.

analisadas 25 pesquisas realizadas entre os anos de 2013 e 2019, entre dissertações e teses, possibilitando a identificação que a comunidade de Educação Matemática tem buscado a compreensão de aspectos da relação estabelecida entre professores e materiais curriculares, diminuindo sua intensidade sobre as características físicas dos materiais curriculares. A pesquisa de Soares (2020) mostrou-se importante e passível de outras investigações, indicando que os conhecimentos desse campo avancem para a consolidação de um aporte teórico que possibilite a proposição de ações de formação, promoção de encontros em que as aprendizagens sejam significativas para o professor desenvolver sua prática e que aspectos identificados nessa relação possam ser considerados por aqueles que elaboram os materiais para melhor atender às demandas do ensino.

Souto (2021), em sua pesquisa, em um trabalho conjunto entre professores de Educação Física e professores que ensinavam Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, utilizou de uma pesquisa documental sobre as possibilidades de integração curricular entre essas duas disciplinas, presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no que diz respeito aos possíveis enlaces quanto às competências e às habilidades tanto de Educação Física quanto de Matemática. Em sua discussão sobre currículo e integração curricular, particularmente considerando essas duas disciplinas, a autora identificou que a BNCC não cita o termo integração curricular, porém apresenta indícios nesse sentido, que carecem de maior abordagem teórica. Em específico, os resultados mostraram que existem e podem se materializar as relações de algumas competências e habilidades presentes na BNCC entre essas duas disciplinas, propondo práticas integradoras no desenvolvimento curricular.

O estudo desenvolvido por Antunes (2022) também apresenta um panorama das pesquisas brasileiras sobre a relação professor-material curricular, dando ênfase para a avaliação que esses profissionais fazem dos materiais ou de parte deles. O estado do conhecimento realizado por esse autor reuniu 16 pesquisas, entre dissertações e teses, concluídas no período de 2013 a 2019, levando ao entendimento que a Educação Matemática almeja a compreensão da avaliação que os professores realizam dos materiais curriculares para assim ensinar Matemática e veicular as implicações que ela apresenta para o desenvolvimento curricular. Segundo esse autor, o desenvolvimento curricular é produto da avaliação que professores fazem de materiais curriculares e essa envolve os recursos que ambos os agentes, professores e materiais, trazem para uma relação dinâmica.

Essas três pesquisas — Soares (2020), Souto (2021) e Antunes (2022) — e outras

desenvolvidas no âmbito do GPCEEM, indicam a relação professor-materiais curriculares como campo de investigação, relação essa operada por recursos que professores e materiais mobilizam para resultar em diferentes tipos de uso dos materiais e como ferramenta do desenvolvimento do conhecimento profissional docente. Considerando os materiais curriculares integradores, a relação entre eles e os professores que ensinam Química no Ensino Médio mostra-se como potencial do conhecimento acerca de como esses profissionais desenvolvem, ou ampliam, o que sabem ao ler, interpretar, avaliar e selecionar propostas de ensino que consideram temas e questões sociais como currículo e como ponto de partida para aprendizagens.

Como discutem Januario e Lima (2021), as pesquisas têm possibilitado conhecimento sobre o uso feito de materiais curriculares por professores; também têm indicado que a relação professor-material curricular precisa ser estudada com mais afinco, visto o potencial de se ensinar na prática do professor, a integração entre disciplinas, sendo necessárias outras discussões e reflexões acerca do currículo integrado perante uma educação ainda arraigada na lógica disciplinar e na organização linear dos conteúdos.

Para o campo de pesquisa sobre currículos e sobre formação de professores que ensinam Matemática e Química, consideramos relevante investigar como se dá a relação dos professores com os materiais curriculares e em que medida essa relação opera o conhecimento profissional docente e os sentidos e significados atribuídos aos processos de ensino e de aprendizagem, em especial, como opera os modos que professores leem, interpretam e avaliam a Matemática e a Química incorporadas aos materiais curriculares integradores, bem como selecionam tarefas nesses materiais.

Problematização e Objetivos

No Brasil, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é a política pública de avaliação e distribuição de materiais curriculares para as escolas dos sistemas públicos de ensino. Em 2019 a publicação do Edital n. 3/2019, referente ao PNLD 2021 para o Ensino Médio, apresentou uma proposta diferenciada de livro didático. Novidade para esse nível de ensino, a proposta refere-se a um modelo de material que engloba atividades e tarefas alinhadas às práticas cotidianas dos estudantes, adotando uma abordagem integradora, por meio de projetos, a partir das orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Trata-se de proposta inovadora que busca romper com a lógica disciplinar, portanto com a organização

linear dos conteúdos; apresenta inovações pedagógicas em comparação com os materiais tradicionalmente avaliadas e distribuídos, o que implica a relação professor-materiais curriculares, exigindo desses profissionais a mobilização de conhecimentos para ler, interpretar, avaliar, selecionar e colocar em prática os propósitos trazidos pelos materiais integradores.

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, apresenta cinco tipos de materiais, sendo denominados de Objeto, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1: Tipos de materiais correspondentes ao PNLD 2021

	Caracterização	Público
Objeto 1	Projetos Integradores e Projeto de Vida	Estudantes e Professores
Objeto 2	Livros por área do conhecimento e livros específicos	Estudantes e Professores
Objeto 3	Obras de formação continuada para professores e gestores	Professores e Gestores
Objeto 4	Recursos educacionais digitais	Estudantes e Professores
Objeto 5	Obras literárias (Língua Portuguesa ou Inglesa)	Estudantes e Professores

Fonte: Elaboração própria (2021)

Em relação às obras do Objeto 1, Projetos Integradores e Projeto de Vida, essas foram elaboradas com base nas diretrizes de reformulação do Ensino Médio⁶. Os materiais Projetos Integradores são organizados em quatro áreas, a saber, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, e Matemática e suas Tecnologias; os materiais do Projeto de Vida contemplam todas as áreas. As obras do Objeto 1 são compostas pelo livro do estudante impresso, material digital do estudante — unicamente para Linguagens e suas Tecnologias —, manual do professor impresso, coletânea de áudios e, facultativamente, pelo videotutorial. Considerando a edição de 2021 do PNLD, as obras do Objeto 1 foram escolhidas no ano de 2021 para serem utilizadas no ciclo de quatro anos. A pesquisa retratada nessa dissertação tem como foco as obras Projetos Integradores da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Diferente dos materiais tradicionalmente organizados em disciplinas, as obras Projetos

⁶ A Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, conhecida como lei de reforma do Ensino Médio, institui a política de fomento à implementação de escolas de Ensino Médio em tempo integral.

Integradores são compostas de seis projetos, sendo que quatro deles abordam temas integradores entre STEAM⁷, protagonismo juvenil, mídiameducação e mediação de conflitos, e os outros dois projetos são de livre escolha de seus autores. As obras Projetos de Vida são compostas de três partes, correspondentes às dimensões pessoal, cidadã e profissional.

Para o desenvolvimento curricular, a proposta de reestruturação didática presente nos materiais do Objeto 1 implica uma análise e a necessidade de estudos por parte do professor no sentido de ampliar seu conhecimento profissional docente sobre currículo, abordagem de projetos, integração curricular, abordagem dada aos conceitos das disciplinas incorporadas aos materiais. Exige organização de tempos e espaços, gestão de sala de aula, planejamento; requer a mobilização de conhecimentos para uma análise mais criteriosa do material, além de um processo permanente e constante de aperfeiçoamento dos saberes necessários à atividade docente, com vistas a oportunizar aprendizagens contextualizadas nas vertentes social, científica e tecnológica. Considerando o foco da pesquisa aqui retratada — relação dos professores com materiais curriculares integradores Matemática e Química —, e no entender de Collopy (2003) e Remillard e Kim (2017), as obras do Objeto 1 por serem uma inovação curricular, requer dos professores a mobilização de conhecimentos para ler e interpretar conceitos das disciplinas, orientações de ensino e teorizações subjacentes que justificam as opções didáticas e metodológicas, além de exigir conhecimentos para avaliar, selecionar e colocar em prática os projetos de ensino.

Soares (2020) e Souto (2021) discutem que tanto os professores quanto os materiais curriculares trazem recursos para uma relação dinâmica. Os professores trazem seus conhecimentos, crenças, concepções e objetivos; os materiais trazem suas representações de domínio, os objetos físicos e procedimentos. Se por um lado os professores precisam mobilizar conhecimentos para se relacionar com os materiais, por outro, os materiais apresentam recursos que podem colaborar para o conhecimento profissional docente.

Ao mesmo tempo em que uma proposta inovadora de material traz desafios para os professores, pode, também, trazer oportunidades de aprendizagem docente, como destacam Collopy (2003), Remillard e Kim (2017) e Januario e Lima (2021). Nesse sentido, ao ler, interpretar e avaliar conceitos e orientações de ensino presentes em materiais curriculares, professores que ensinam Matemática e Química no Ensino Médio podem construir

⁷ Abordagem metodológica que integra as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática.

conhecimentos sobre critérios de organização e seleção de conteúdos; níveis de demandas cognitivas das tarefas; abordagem dos conceitos integrados a questões da realidade local onde os estudantes e a escola estão inseridos; abordagem dos conceitos a serviço da problematização de questões sociais.

Em sua pesquisa, Souto (2021) discute que a relação professor-materiais curriculares passa a ser ressignificada ao envolver materiais integradores, como é o caso das obras do Objeto 1 aprovadas e distribuídas pelo PNLD 2021 para o Ensino Médio. Considerando que os professores têm maior facilidade em ler e interpretar a Matemática e a Química nos materiais tradicionais, nos materiais integradores os conceitos não se apresentam de maneira evidente, o que se apresenta como desafio para os professores no que diz respeito à leitura desses materiais e à forma de organizar e estruturar suas atividades e tarefas, em busca de conhecimentos mais especializados para aulas práticas de ensino.

Conhecer e entender como os professores se relacionam com um material curricular inovador em comparação aos materiais tradicionalmente adotados para desenvolver o currículo no Ensino Médio, especialmente considerando a integração Matemática e Química, mostra-se relevante para o campo de pesquisa sobre currículos e formação de professores por lançar luz para os modos como os professores concebem, fazem uso e aprendem à medida que se relacionam com projetos integradores presentes nos materiais. Nesse sentido, Collopy (2003) ressalta o potencial educativo dos materiais curriculares como uma opção para apoiar a aprendizagem do professor, assim como Remillard e Kim (2017) consideram os materiais curriculares do ponto de vista do conhecimento. Para essas autoras, a relação dos professores com os materiais curriculares pode promover mudanças em suas crenças e suas concepções; pode apresentar inovações sobre abordagens dos conteúdos, seja do ponto de vista metodológico, seja do ponto de vista conceitual. Sobre a relação professor-materiais curriculares, Remillard e Kim (2017) discutem a Matemática incorporada aos materiais, referindo-se àquela subjacente nas tarefas e no conjunto de orientações didáticas e metodológicas.

Considerando um material curricular integrador no âmbito das Ciências Naturais, conforme descreve a proposta do PNLD 2021, os professores que ensinam Química precisam conhecer e identificar conhecimentos relativos a essa disciplina presentes nos materiais, bem como conceitos relativos à Biologia e Física e, em especial, à Matemática por ser uma disciplina que colabora com seus objetos do conhecimento para as aprendizagens químicas. Nesse sentido,

discutir e compreender os conhecimentos que os professores constroem ou mobilizam para se relacionar com esses materiais favorece o entendimento de como os professores leem, interpretam, idealizam práticas e fazem uso de materiais curriculares integradores, em especial, de Matemática e Química. Diante disso, com a pesquisa buscamos discutir e identificar conhecimentos mobilizados, ou construídos, pelos professores ao ler e interpretar a Matemática e a Química incorporadas nos materiais curriculares integradores, bem como o desenvolvimento curricular pode ser implicado.

Essas informações despertam o nosso pensar sobre os conhecimentos dos professores como uma oportunidade de reflexão sobre a prática e como terreno fértil para estudos no campo do conhecimento profissional docente, assim como seus saberes em relação aos conteúdos de Matemática e Química e em relação à integração curricular.

Como discutem Januario, Lima e Perovano (2021), a ideia de currículo integrado busca superar a compartimentação histórica dos conhecimentos, gerada por sua divisão em disciplinas. A integração curricular busca que essa fragmentação seja minimizada, reverberando em aprendizagens com sentidos e significados do ponto de vista de questões da realidade local e de problemas sociais de onde estudantes e escola estão inseridos, de questões da sociedade mais ampla — por exemplo, clima, economia, trabalho, tecnologia, sustentabilidade, saúde — e do conhecimento, sendo que esse é integrado.

Alonso (2002) aborda as justificativas epistemológica, sociológica e psicopedagógica do currículo integrado, ressaltando que a pulverização dos saberes em disciplinas isoladas tem sido responsável pela incapacidade de os estudantes adquirirem uma visão global da realidade, cognição fragmentada, por meio da conjugação dos diferentes olhares das disciplinas num olhar integrado, capaz de utilizar uma metodologia globalizada na aproximação da realidade e na resolução dos seus problemas, que são, por natureza, complexos e globais.

No entendimento de Beane (2003), integrar disciplinas significa integrar não somente experiências que fazem parte de nós mesmos e do mundo, mas também as que aprendemos e, de tal maneira, que podemos utilizá-las em novas situações de aprendizagens, articulando conhecimentos que fazem sentido para resolver problemas reais em uma situação ampla, social e democrática diante de um currículo e sua planificação. No entendimento desse autor, o currículo precisa procurar relações em todas as direções, integração curricular, que ocorre a partir de quatro propósitos: integração de experiências, integração social democrática, integração de conhecimento e integração como uma concepção de currículo.

Sobre práticas que buscam articular conhecimentos de diferentes disciplinas, é comum serem encontradas referências à interdisciplinaridade e à integração curricular sem distinção entre ambos os conceitos. Para Aires (2011), esses termos não são sinônimos, uma vez que a interdisciplinaridade está ligada à organização curricular por disciplinas acadêmicas e suas metodologias, preconizando a unidade do conhecimento, enquanto a integração curricular está relacionada ao aspecto externo à disciplina, ou seja, à problemática, interessada em aumentar as possibilidades para integração tanto social quanto pessoal por meio da organização do currículo nessa perspectiva. Essa autora discute que a interdisciplinaridade está para disciplina científica, ou seja, o conhecimento dado e produzido na esfera acadêmica, já a integração está para as disciplinas escolares como forma de organizar o conhecimento a ser problematizado e acessado pelos estudantes.

Assim, ao utilizarmos o termo integração curricular estamos considerando uma interação que ocorre em vários sentidos entre duas ou mais disciplinas dentro de uma organização curricular, sobretudo, Matemática e Química, que possa promover uma ampliação de experiências, conteúdos, disciplinas para além de si mesmas e interligadas às problemáticas de cada realidade escolar.

Considerando a relação professor-materiais curriculares, em especial, materiais integradores, a integração implica a mobilização de conhecimentos dos professores para ler, interpretar e avaliar a Matemática e a Química incorporada aos materiais e, assim, desenvolver o currículo de modo que os objetivos de ensino sejam alcançados, bem como sejam construídas aprendizagens significativas pelos estudantes.

Ao discutirmos a relação dos professores com materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza, pontuamos a importância deste tipo de material, de acordo com Remillard e Kim (2017), sobre a capacidade de promover e potencializar a aprendizagem do professor. Nesse sentido, professores de Química têm oportunidade de aprender com o material à medida que leem, interpretam e avaliam as tarefas e orientações de ensino e à medida que identificam inovações pedagógicas de abordagem conceitual, curricular, didática e metodológica dos conceitos subjacentes às tarefas e às orientações de ensino. Nesse sentido, ao propormos a pesquisa, elaboramos como objetivo geral *analisar a relação professor- materiais curriculares integradores de Ciências da Natureza*.

A análise dessa relação implica conhecer os materiais destinados a promover as aprendizagens dos estudantes a partir de projetos integradores, bem como conhecer o uso feito

desses materiais por professores e como as inovações pedagógicas são lidas, interpretadas e avaliadas por aqueles que ensinam Química no Ensino Médio, considerando os conhecimentos da Matemática como ferramentas para resolver problemas relativos a Ciências da Natureza. Assim, a partir do objetivo geral, delimitamos os seguintes objetivos específicos:

- 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;
- Discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza.

Design metodológico

O propósito de uma pesquisa busca, fundamentalmente, além de responder a perguntas, dar respostas à sociedade a partir de um determinado aspecto ou fenômeno a ser estudado, a fim de que se possa produzir e avançar com o conhecimento.

Nesse sentido, o desenvolvimento da sociedade depende da produção de conhecimento, além de fatores como sociais, econômicos e culturais oportunizados aos indivíduos. O papel da Educação enquanto ação educativa é colaborar com esse processo; a sociedade onde se investe em Educação tende a se destacar diante das outras. Para que isso aconteça, é preciso investimento principalmente em pesquisas, especialmente as que surgem das variadas situações nas relações sociais. Assim, é indiscutível a importância da pesquisa científica, a qual busca melhorar a vida em sociedade e proporcionar, conseqüentemente, o seu desenvolvimento.

O ato de pesquisar precede na busca do conhecimento a partir de fontes diversificadas, analisadas sob diferentes olhares, tanto para aprender, quanto para ampliar o conhecimento. Diante do exposto, a pesquisa abrange procurar resposta a questionamentos, legitimando, dessa maneira, a construção do conhecimento e da aprendizagem.

A proposta de pesquisa apresentada nessa dissertação surgiu a partir da reflexão sobre os modos como professores de Química se relacionam com os materiais curriculares ao planejar e desenvolver aulas para turmas do Ensino Médio, mobilizando e interagindo com conhecimentos não só de Química, mas de Matemática. A busca por compreender essa relação, bem como as implicações para a aprendizagem dos professores e para as práticas de ensino é o que orientou o estudo aqui proposto.

Os objetivos propostos encaminham para a pesquisa de abordagem qualitativa, a qual

busca o entendimento de uma situação social, de um fato, um fenômeno. De acordo com Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa se dedica a investigar significados, motivos, valores e atitudes, impregnados de subjetividade. A pesquisa enquadra-se nessa perspectiva ao buscar compreender a relação estabelecida entre os professores e os materiais curriculares, quando analisam e selecionam tarefas ao planejar aulas de Química, bem como leem e interpretam a Química e a Matemática incorporada aos materiais.

A escolha pela pesquisa qualitativa nos coloca em acordo com Collopy (2003) e Remillard e Kim (2017) ao analisarmos a relação professor-materiais curriculares a partir da integração Matemática e Química, no sentido em que as autoras sustentam o argumento de que os materiais curriculares podem oportunizar novas abordagens conceituais e novas ideias a partir do momento em que os professores leem, interpretam e avaliam esses materiais, possibilitando a elaboração de tarefas ou abordagens diferenciadas de conceitos com o propósito de criar as condições para que os estudantes construam aprendizagens com sentido e significado.

Na pesquisa por nós realizada, do objetivo geral elegemos outros dois específicos. O primeiro, qual seja, *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*, direciona a uma análise documental; o segundo *discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza* — direciona para um estudo de caso.

A análise documental é uma técnica da pesquisa qualitativa que visa coletar e selecionar informações a partir de uma leitura sistemática de documentos, podendo ser livros, revistas, gravações, filmes, jornais, bibliografias, diários de classe, cadernos de estudantes. Para Lüdke e André (1986), a análise documental, entendida como uma série de operações, tem como propósito estudar e analisar um ou vários documentos na busca de identificar informações factuais; descobrir as circunstâncias sociais, econômicas e ecológicas com as quais podem estar relacionados, atentando-se sempre às questões de interesse. O documento analisado na pesquisa foi um livro didático indicado por duas professoras que ensinam Química no Ensino Médio, livro esse avaliado e distribuído no PNLD 2021, caracterizado como Projeto Integrador.

O estudo de caso, referente ao segundo objetivo, compreende a relação professor-materiais curriculares. Isto é, o caso remete-se a leitura, interpretação e avaliação que duas professoras fizeram da Matemática e Química incorporadas aos materiais curriculares. Para o

estudo de caso, foram realizados encontros de discussão, tendo origem na necessidade de compreender como as professoras se relacionavam com materiais curriculares integradores; bem como a Matemática e a Química incorporadas aos materiais eram lidas, interpretadas e avaliadas por elas.

Os encontros para discussão, com professores, podem ser compreendidos como estratégia que possibilita a coleta de informações por meio das interações ao se discutir um tópico especial sugerido. Compreendemos a importância desse tipo de encontro enquanto recurso para obtenção de informações pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa — que serão transformadas em dados. Os encontros foram realizados com a participação de duas professoras que ensinam Química no Ensino Médio em escolas da rede estadual de ensino de Minas Gerais, nas cidades de São João da Lagoa e Coração de Jesus.

Cabe destacar que essas duas cidades estão situadas na região norte de Minas Gerais e, devido ao número de habitantes, são as únicas escolas que ofertam Ensino Médio. Esse aspecto justificou o convite feito às profissionais que atuavam nessas escolas para participarem da pesquisa, sendo o convite aceito por duas. Outro aspecto é o fato de atuarmos como professora de Química nessas escolas, sendo as convidadas e as participantes nossas colegas de trabalho. As atividades desenvolvidas nos encontros do grupo focal dizem respeito à análise de um material curricular — obra do PNLD 2021, caracterizada como Projeto Integrador —, a discussões e entrevistas.

Apresentamos no Quadro 2 uma síntese da estrutura da dissertação, a qual indica a escolha de sua organização pelo formato *multipaper*, uma vez que cada objetivo específico encaminha a um artigo e todos os elementos necessários para a sua publicação.

Quadro 2: Organização da Dissertação

	Artigo 1	Artigo 2
Objetivo Geral	Analisar a relação professor- materiais curriculares integradores de Ciências da Natureza	
Objetivos Específicos	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	Discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza

Abordagem e Tipo de Pesquisa	Qualitativa e Análise Documental	Qualitativa e Estudo de Caso
Dados	Coleta em manual do professor de um material curricular integrador avaliado e distribuído no PNLD 2021	Produção a partir de entrevista e discussão coletiva com duas professoras que ensinam Química no Ensino Médio
Foco de Análise	Proposta de integração curricular e trabalho com projetos presentificados nos textos de apresentação do material e textos de orientações de ensino; conhecimento da Matemática e da Química incorporadas nas orientações de ensino e nas tarefas que compõem os projetos	Leitura e interpretação que as duas professoras fazem (i) da integração curricular e trabalho com projetos no material curricular e (ii) dos conhecimentos relativos à Matemática e à Química subjacentes nos textos de orientações de ensino e nas tarefas que compõem os projetos

Fonte: Elaboração própria (adaptado de Soares, 2020, p. 36)

No primeiro artigo, *Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas a materiais curriculares integradores*, utilizamos de uma pesquisa documental para realizar a análise do manual do professor de um material caracterizado como Projeto Integrador, da área de Ciências da Natureza, avaliado e distribuído pelo PNLD 2021, destinado ao Ensino Médio. Tomamos como base as quatro dimensões do modelo *Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo* (KCEMC) e analisamos como os conceitos de integração curricular e trabalho com projetos são abordados e concebidos no material.

No segundo artigo, intitulado *Leitura, interpretação e avaliação, por duas professoras, da Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores*, discutimos como duas profissionais que atuam na docência de Química no Ensino Médio leem, interpretam e avaliam a Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza. Em especial, considerou-se as narrativas das professoras sobre suas interações com o manual do professor, a partir de entrevistas feitas na perspectiva de grupo de discussão. Para a análise, tomamos como principal quadro teórico o modelo KCEMC.

Nas considerações finais, retomamos o objetivo geral do estudo e apresentamos os resultados obtidos. A partir das problematizações e justificativas relacionadas a cada objetivo específico, perseguimos o propósito de dialogar e examinar as interseções entre os desfechos de cada um dos dois artigos, com o intuito de responder a questões iniciais trazidas na pesquisa. Finalmente, destacamos as contribuições alcançadas para o campo de estudos da Educação Matemática e Educação Química, assim como para o conhecimento profissional docente.

Também sugerimos a continuidade de investigações que se alinhem a este trabalho.

Referências

AIRES, Joanez Aparecida. [Integração e Interdisciplinaridade: sinônimos?](#) *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 36, n. 1, p. 215-230, jan./abr. 2011.

ALONSO, Luísa. [Para uma teoria compreensiva sobre integração curricular: o contributo do Projeto PROCUR.](#) *Infância e Educação: investigação e práticas*, Porto, n. 5, p. 62-88, dez. 2002.

ANTUNES, Fabricio Mendes. [Avaliação de materiais curriculares por professores que ensinam Matemática em escolas da Educação do Campo.](#) 2022. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros.

BEANE, James Aires. [Integração curricular: a essência de uma escola democrática.](#) *Currículo sem Fronteiras*, v. 3, n. 2, p. 91-110, jul./dez. 2003.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Secretaria de Educação Básica. [Edital de Convocação n. 03/2019.](#) Edital de Convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático — PNLD 2021. Brasília: FNE/SEB, 2019.

BROWN, Matthew William. The Teacher-Tool Relationship: theorizing the design and use of curriculum materials. In: REMILLARD, Janine. T; HERBEL-EISENMANN, Beth A.; LLOYD, Gwendolyn Monica. (Ed.). *Mathematics teachers at work: connecting curriculum materials and classroom instruction.* New York: Taylor & Francis, 2009, p. 17-36.

COLLOPY, Rachel. [Curriculum materials as a professional development tool: how a Mathematics textbook affected two teachers' learning.](#) *The Elementary School Journal*, Chicago, v. 103, n. 3, p. 287-311, jan. 2003.

JANUARIO, Gilberto. [Agência, affordance e a relação professor-materiais curriculares em Educação Matemática.](#) *Ensino em Re-Vista.* Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 1055-1076, set./dez. 2020.

JANUARIO, Gilberto; LIMA, Katia. A relação professor-materiais curriculares como campo de pesquisa em Educação Matemática. In: CIRÍACO, Klinger Teodoro; AZEVEDO, Priscila Domingues de; CREMONEZE, Marcielli de Lemos. (Org.). [Pesquisa em Educação Matemática, cultura e formação docente: perspectivas contemporâneas.](#) São Carlos: Pedro & João Editores, 2021, p. 287-302.

JANUARIO, Gilberto; LIMA, Katia; PEROVANO, Ana Paula. [From linearity to rhizomatic network: content organisation in curriculum development in Mathematics.](#) *Acta Scientiae*, Canoas, v. 23, n. 8, p. 3-20, aug. 2021.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.* São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.

PENALVA, Maria Carmen; LLINARES, Salvador. Tareas matemáticas en la Educación Secundaria. In: GOÑI, Jesus María (Coord.). *Didáctica de las Matemáticas*. Barcelona: Graó, 2011. p. 27-51.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. [Knowledge of curriculum embedded mathematics: exploring a critical domain of teaching](#). *Educational Studies in Mathematics*, v. 96, p. 65-81, mar. 2017.

SACRISTÁN, Jose Gimeno. O que significa o currículo? In: Sacristán, Jose Gimeno (Org.). *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Tradução de Alexandra Salvaterra. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 16-35.

SOARES, Marilene Caitano Reis Almeida. [A relação professor-materiais curriculares de Matemática: análise na perspectiva dos conceitos de affordance e agência](#). 2020. 142f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros.

SOUTO, Lívia Suely. [Relação professor-materiais curriculares educativos: uma análise dos enlaces do ensinar entre a Educação Física e a Matemática](#). 2021. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros.

Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas a materiais curriculares integradores

Knowledge of Mathematics and Chemistry incorporated into integrations curriculum materials

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.

Abstract: The article is structured from the objective of getting to know Mathematics and Chemistry incorporated into curriculum materials that integrate the area of Natural Sciences evaluated and approved within the scope of PNLD 2021. It is documentary research for which the teacher's manual was selected of a material characterized as an Integrative Project. After reading the presentation texts, in the introductory part, and guidance for the development of two 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, both in the introductory part and in the development of the two projects analyzed, there is a lack of transparency in the conceptualization of curriculum integration, work with projects and organization of contents, which can restrict professional teaching knowledge and imply teaching practices that can deviate from the purposes of the curriculum material.

Keywords: Curriculum Materials. Curriculum Integration. Work with Projects.

1.1 Situando o estudo

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 contempla 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 STEAM⁸, 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 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

⁸ Abordagem metodológica que integra as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática.

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 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.

1.2 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.

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

organizem os espaços e trabalhem 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 de ensino, 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.

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.

1.3 Materiais curriculares e os conhecimentos incorporados a eles

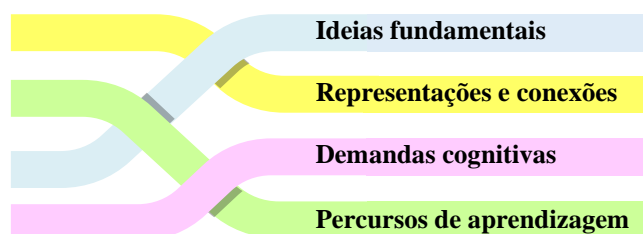
Autores como Collopy (2003), Remillard e Kim (2017) e Januario (2022) discutem que os objetivos, interesses, crenças, valores e expectativas dos professores em relação aos materiais curriculares podem influenciar seu uso, bem como o conhecimento profissional em relação à Matemática. Nosso entendimento 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 apresentado, 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.

Figura 1: Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas ao Currículo



Fonte: Autoria Própria (a partir de Remillard e Kim, 2017)

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 podem 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 outras. 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).

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 também 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 tarefas 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.

1.4 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 das práticas de ensino 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.

1.5 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 sugestões de práticas que podem ser adotadas durante o planejamento das aulas. Contém a reprodução das páginas do livro do estudante, 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, requerem 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.

1.5.1 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* tem 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, Januario (2022) alerta 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 de ensino, 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 atividades e suas 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. 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.

1.5.2 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 Hidrogeniônico*): 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 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.

1.5.3 Representações e conexões

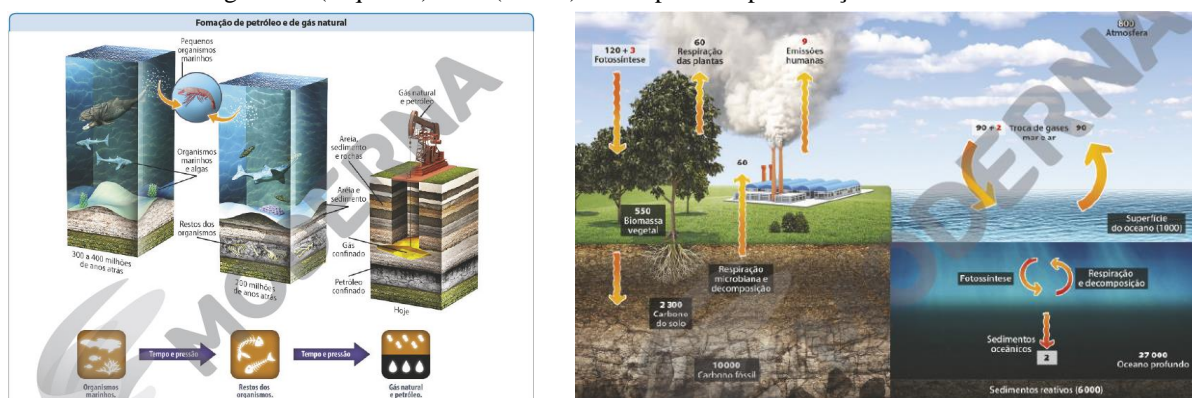
Essa dimensão concerne à forma como determinado conteúdo matemático e químico pode ser abordado e representado, e os tipos de instruções que são fornecidas aos estudantes para resolução das tarefas propostas. Tomando como base o modelo KCEMC, as instruções e representações projetadas nos materiais curriculares 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 2A (esquerda) e 2B (direita): Exemplo de representações e conexões



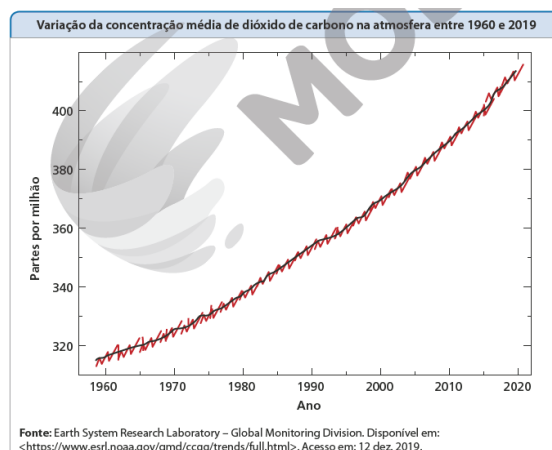
Fonte: Identidade em Ação (2020, p. 97-98)

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 CO₂ 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



Fonte: 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.

1.5.4 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 uma 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 atividades com 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*.

Analise 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 deste 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 de 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 contidas em atividades, 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 mobilizam. 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.

1.5.5 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.

1.6 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 atividades (e suas 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 retratada 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.

1.7 Referências

AIRES, Joanez Aparecida. [Integração e Interdisciplinaridade: sinônimos?](#) *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 36, n. 1, p. 215-230, jan./abr. 2011.

BALL, Deborah Loewenberg; THAMES, Mark Hoover; PHELPS, Geoffrey. [Content knowledge for teaching: what makes it special?](#) *Journal of Teacher Education*, v. 59, n. 5, p. 389-407, nov./dez. 2008.

BEANE, James Aires. [Integração curricular: a essência de uma escola democrática.](#) *Currículo sem Fronteiras*, v. 3, n. 2, p. 91-110, jul./dez. 2003.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette. [Les vertiges de la technoscience: façonner le monde atome par atome.](#) Paris: La Découverte, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

COLLOPY, Rachel. *Curriculum materials as a professional development tool: how a Mathematics textbook affected two teachers' learning*. *The Elementary School Journal*, Chicago, v. 103, n. 3, p. 287-311, jan. 2003.

DAVIS, Elizabeth; KRAJCIK, Joseph. *Designing educative curriculum materials to promote teacher learning*. *Educational Researcher*, v. 34, n. 3, p. 3-14, 2005.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados, 2006.

JANUARIO, Gilberto. *Desenvolvimento curricular em Matemática a partir de projetos integradores: estudo com professoras em formação inicial*. *Boletim online de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 10, n. 19, 2022.

MALDANER, Otavio Aloísio. A pós-graduação e formação do educador químico. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino. (Org.). *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomo, 2008, p. 269-288.

MARTINS, Jakline Estefane Alves; CARBO, Leandro; SOARES, Susel Taís Coelho. *Conhecimento Especializado de Professores de Química — CTSK: uma análise de prática docente no ensino de hidrocarbonetos*. *Revista Prática Docente*, Confresa, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2021.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 2-25.

PENALVA, María del Carmen; LLINARES, Salvador. Tareas matemáticas en la Educación Secundaria. In: GOÑI, Jesus María. (Coord). *Didáctica de las Matemáticas*. Barcelona: Graó, 2011, p. 27-51.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. *Knowledge of curriculum embedded mathematics: exploring a critical domain of teaching*. *Educational Studies in Mathematics*, v. 96, p. 65-81, mar. 2017.

SACRISTÁN, Jose Gimeno. O que significa o currículo? In: SACRISTÁN, Jose Gimeno (Org.). *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Tradução de Alexandra Salvaterra. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 16-35.

SANTOS, Maria. Luiza. Projetos didáticos: interdisciplinares e temáticos. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; ARAÚJO, Elaine Sandra Nicolini Nabuco. (Org.). *Introdução à didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 206-220.

STEIN, Mary Key; SMITH, Margaret Schwan. *Tarefas matemáticas como quadro para a reflexão: da investigação à prática*. *Educação e Matemática*, Lisboa, n. 105, p. 22-28, 2009.

ZABALA, Antoni. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Tradução de Ernani Ferreira da Fonseca Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Leitura, interpretação e avaliação, por duas professoras, da Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores

Reading, interpretation and evaluation, by teachers, of Mathematics and Chemistry incorporated into integrative curriculum materials

Resumo: O artigo se orienta pelo objetivo de discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza. O referencial teórico reporta-se a integração curricular e ao conhecimento profissional docente. Trata-se de um estudo de caso em que os dados foram produzidos por meio de entrevistas concedidas por duas professoras, realizadas em conjunto. A análise se deu a partir de duas categorias, das quais os principais resultados indicam que as professoras leem a integração curricular como interdisciplinaridade e a interpretam como flexibilidade. A ausência de clareza e explicitação de justificativas dos procedimentos químicos e matemáticos nos textos de orientação e na apresentação das respostas esperadas, nas informações referentes à variação no grau de complexidade das tarefas e na organização dos conteúdos, implica o comprometimento das aprendizagens das professoras em relação aos procedimentos que justificam as estratégias nas resoluções das tarefas, o que pode reverberar os processos de ensino e de aprendizagem em uma proposta com projetos integradores.

Palavras-chave: Relação Professor-Currículo. Materiais Curriculares Integradores. Conhecimento Profissional Docente.

Abstract: The paper is guided by the objective of discuss how Chemistry teachers read, interpret and evaluate integrative curriculum materials of the Natural Sciences area. The theoretical framework refers to curriculum integration and professional teaching knowledge. It is a case study in which data were produced through interviews given by two teachers, carried out together. The analysis of its from two categories, of which the main results indicate that the teachers read the curriculum integration as interdisciplinarity and interpret it as flexibility. The lack of clarity and explanation of justifications for chemical and mathematical procedures in the guidance texts and in the presentation of the expected answers, in the information regarding the variation in the degree of complexity of the activities and in the organization of the contents, implies the commitment of the teachers' learning in relation to the procedures that justify the strategies in the resolution of activities, which can reverberate the teaching and learning processes in a proposal with integrative projects.

Keywords: Teacher-Curriculum Relationship. Integrative Curriculum Materials. Teaching Professional Knowledge.

2.1 Diálogo inicial

Os estudos sobre materiais curriculares têm se mostrado um campo emergente, referenciado não apenas na literatura internacional com os estudos de Brown (2009), Remillard

(2012, 2018) e Remillard e Kim (2017, 2020), como também na literatura nacional com Januario (2017) e Lima (2017). Essa ascensão nos estudos sobre os materiais curriculares se deve, em parte, pela maior distribuição deles às redes públicas de ensino. Os materiais são importantes ferramentas de apoio e aprendizagem tanto para estudantes quanto para professores, configurando-se como instrumentos que (re)contextualizam as práticas pedagógicas, influenciando os modos de aprender e de ensinar (Januario, 2022).

Remillard e Kim (2017, 2020) sustentam o argumento de que esses materiais devem interagir, articular e guiar os professores em suas práticas pedagógicas, a partir de recursos que têm a capacidade de oportunizar conhecimento quando esses profissionais se relacionam com eles. Tais estudos apontam para a potencialidade desses materiais em favorecer a aprendizagem dos professores em relação às mudanças em suas práticas pedagógicas.

Collopy (2003) define essa aprendizagem como mudanças nas crenças dos professores em relação ao ensino e à aprendizagem da Matemática e em suas práticas educativas em relação àquelas promovidas pelos materiais curriculares, o que pode ser estendido também para a Química. Dessa maneira, assim como na Matemática, na Química os professores são solicitados a adotar abordagens que muitas vezes diferem de suas próprias experiências de ensino e que requerem um conhecimento mais aprofundado. Destarte, 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 e à Química.

Os processos de ensino e de aprendizagem tanto da Química quanto da Matemática, que permitem criar condições para que o conhecimento aconteça de maneira holística, envolvem recursos que vão além de questões sociais, dentre elas, a utilização que os professores fazem dos materiais curriculares, nesse caso, principalmente dos materiais curriculares integradores avaliados e distribuídos pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), advindos da proposta de reformulação do Ensino Médio, que tem como propósito a inovação curricular para além da organização disciplinar.

Diferente dos materiais curriculares convencionais, aqueles caracterizados como Projetos Integradores mostram-se inovadores uma vez que são livros didáticos, que contemplam uma dimensão integrada das áreas do conhecimento, trazendo uma nova proposta de ensino e de aprendizagem. Têm como objetivo consolidar o processo de aprendizagem dos estudantes, contribuindo para a contextualização dos conteúdos do currículo, estimulando a criatividade e o interesse deles a partir do trabalho com projetos que demandam conhecimentos

de diferentes áreas (disciplinas).

Ao considerarmos que essa inovação curricular implica a relação entre professores e materiais, o objetivo do estudo aqui retratado é *discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza*. O viés teórico volta-se para elementos dos materiais que promovem a ampliação/construção de aprendizagens dos professores em relação ao processo de educar pela Química, conforme passaremos a apresentar, considerando os conhecimentos da Matemática relevantes para esse processo.

2.2 Materiais curriculares integradores e o conhecimento profissional docente

A proposta didática imposta pela Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2018) e as mudanças ocasionadas têm como principal objetivo aproximar o currículo de experiências dos estudantes, seus desafios e interesses para aprender, produzir e transformar sua vida, visando à construção de um futuro promissor. Os materiais curriculares integradores, foco da pesquisa aqui retratada, fazem parte da remessa de materiais avaliados e distribuídos pela edição de 2021 do PNLD, e utilizados nas escolas de Ensino Médio.

Esses materiais possuem como característica a integração curricular, podendo ser considerada uma inovação curricular em relação aos livros didáticos convencionais organizados por disciplinas. Essa inovação apresenta um terreno fértil, mas pouco conhecido, de oportunidades de aprendizagens tanto para os estudantes quanto para os professores, uma vez que esses profissionais se relacionam diretamente com os materiais para planejar e realizar aulas.

Para Ciavatta (2012), integrar é retomar o sentido de completude, de compreensão das partes no seu todo ou da unidade no diverso, tratando a educação como uma totalidade social, ou seja, nas múltiplas mediações históricas que concretizam os processos educativos. Beane (2003) revela que integrar é a ação de incorporar diferentes conhecimentos de duas ou mais disciplinas em uma mesma situação de aprendizagem. Os estudos desses dois autores convergem para a integração num sentido de parte-totalidade; seria incorporar uma parte ao todo, tornar-se inteiro, íntegro, incorporar. Em comparação com o currículo disciplinar, integrar é unir aquilo que está fragmentado.

A integração curricular pressupõe um compromisso com o desenvolvimento de numerosas dimensões do ser humano, proporcionando uma atuação cidadã crítica. Divergente

do estudo de Aires (2011), que diferencia integração e interdisciplinaridade, Santomé (1998) caracteriza o currículo integrado como um currículo globalizado ou interdisciplinar em que promove maiores parcelas de interdisciplinaridade na sua construção.

Considerando as relações que os professores têm com os materiais integradores, estes se tornam peças-chave para compreendermos de que maneira se dão as aprendizagens que podem ser construídas ao ler e interpretar a apresentação do material, a abordagem da proposta de ensino subjacente e as orientações de ensino, bem como ao avaliar e selecionar tarefas para serem realizadas pelos estudantes. Nessa relação dinâmica, os professores se relacionam com os materiais curriculares integradores; esses, por sua vez, influenciam as práticas dos professores. Nesse sentido, Soares, Januario e Santos (2022) discutem que os professores, por meio de suas *affordances* — possibilidades de ação pedagógica — e ao fazerem uso dos materiais em suas práticas, esses profissionais influenciam e ao mesmo tempo são influenciados pelos materiais.

Os materiais curriculares integradores, em especial o manual do professor, contém informações e recursos que podem potencializar as aprendizagens dos professores, uma vez que esses profissionais ao mobilizar suas crenças, concepções e princípios, vão mobilizar conhecimentos para perceber e identificar essas informações. Remillard (2012, 2018) sinaliza que os materiais curriculares colocam muita ênfase nas orientações pedagógicas para o professor, resultando em manuais que fornecem novos tipos de informações e sugerem diferentes tipos de práticas de ensino para serem implementadas.

Essas oportunidades, criadas pelo material curricular integrador para a ação dos professores, implicam a ampliação de conhecimentos docentes, sendo esses conhecimentos também influenciados pelo uso de tais materiais.

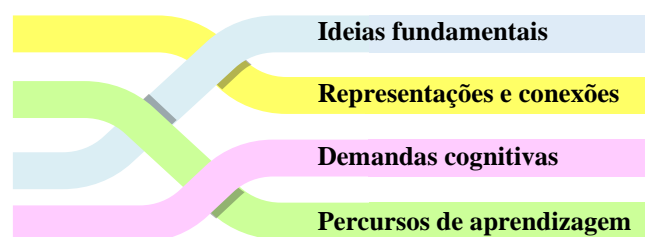
Entendemos que o uso do material curricular integrador por si só não assegura o sucesso da prática em sala de aula e não orienta sozinho o professor e os estudantes para suas aprendizagens. Para isso, é preciso que haja uma conexão entre professores, materiais curriculares integradores e estudantes, reverberando a maneira como cada um vai absorver, compreender e apreender essas informações para suas aprendizagens. É o que discutem Brown (2009), Januario (2017), Lima (2017), Januario, Lima e Perovano (2021) e Soares, Januario e Santos (2022) quando sinalizam existir diversos fatores que podem influenciar a forma como os professores se relacionam com esses materiais, e baseados nisso, desenham o currículo.

Os materiais curriculares caracterizados como integradores possuem elementos que

fornecem um contexto para a articulação de uma ou mais disciplinas, ou de uma ou mais áreas do conhecimento, permitindo fazer conexões entre as ideias, os conteúdos, estratégias didáticas e os conceitos. Também fazem conexões nas orientações de ensino, criando oportunidades para que professores e estudantes reconheçam a natureza integrada dos conteúdos. Os materiais curriculares integradores podem ser considerados como recursos de apoio e ferramentas importantes para os professores, no desenvolvimento de suas práticas, nas aprendizagens, bem como no conhecimento profissional. Sobre as relações que os professores desenvolvem com os recursos curriculares à medida que os utilizam, Remillard (2012) discute que os materiais possuem um modo formas de endereçamento multifacetadas e particulares que refletem e reforçam esse endereçamento. *A forma de endereçamento* de um recurso curricular refere-se às formas físicas, visuais e substantivas que ele assume, à natureza, apresentação de seus conteúdos e aos meios pelos quais se encaminha aos professores. Aquilo que os professores realmente veem, examinam e interagem ao usar o recurso curricular, elas denominam de *forma de tratamento*, a qual é classificada em cinco categorias inter-relacionadas: *estrutura, aparência, voz, mediação e gênero*.

Além de todo o conhecimento que precisam para desenvolver suas aulas, professores que ensinam Matemática e Química precisam mobilizar outros conhecimentos, como aqueles de áreas diferentes da sua formação e, também, de conhecimentos sobre currículo e integração curricular. Remillard e Kim (2017) propuseram o modelo Conhecimento da Matemática Incorporada ao Currículo (*Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics — KCEM*) para discutir os conhecimentos que são ativados por professores ao se relacionarem com os materiais curriculares. Esse modelo também inspira a discussão referente aos professores de Química, levando-nos a adaptar o KCEM para o *Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo (Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics and Chemistry — KCEMC)*, ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Conhecimento da Matemática e da Química incorporadas ao Currículo



Fonte: Elaboração própria (a partir de Remillard e Kim, 2017)

Ideias fundamentais referem-se às justificativas, propriedades e relações incorporadas à

apresentação de conteúdos matemáticos e químicos. Alguns desses procedimentos são apresentados aos estudantes como técnicas para resolver tarefas. A segunda dimensão, *representações e suas conexões*, diz respeito à variedade representações simbólicas, modelos ou formas de representar os conteúdos e conectá-los uns aos outros. Na Matemática, inclui expressões algébricas, linguagem, quadros, tabelas, diagramas e esquemas, enfatizando a transformação e representação do conhecimento para torná-lo acessível aos estudantes. Na Química são utilizadas diferentes representações como figuras, linguagem, quadros, tabelas, situações-problema, modelos teóricos e simulações computacionais. Essas múltiplas representações e suas conexões permitem abordagens diferenciadas de um mesmo conceito

Demandas cognitivas relacionam-se ao nível de complexidade das tarefas e aos diferentes raciocínios esperados dos estudantes ao resolvê-las. As tarefas propostas aos estudantes requerem a mobilização de conhecimentos previamente construídos em experiências de aula ou contextos externos à escola, o que exige diferentes níveis de cognição. Algumas tarefas demandam raciocínios mais simples, enquanto outras exigem raciocínios mais complexos, estabelecendo diferentes exigências cognitivas para o estudante. A quarta dimensão, *percursos de aprendizagem*, refere-se ao reconhecimento da sequência e fluência de aprendizagem em relação ao currículo. Isso envolve compreender como um conteúdo ou conceito se encaixa dentro de um conjunto maior de aprendizagens propostas pelos currículos de Matemática e Química, seja dentro de tarefas específicas, em um ano letivo ou ao longo de vários anos escolares. Essa dimensão implica o entendimento das inter-relações entre os conteúdos presentes no currículo da Educação Básica e seus objetivos para a formação dos conceitos que os estudantes devem formar.

Relacionar-se com materiais curriculares requer competência para conhecer o currículo e os materiais curriculares utilizados para a formação dos estudantes em Matemática e Química. Dessa forma, analisar a maneira como os professores leem, interpretam, avaliam e selecionam os materiais curriculares integradores, ou parte deles, é um vasto campo de estudo a ser explorado, pelas inúmeras possibilidades de conhecimentos que rodeiam essa relação e que potencialmente podem ser desenvolvidos.

2.3 Design metodológico

Considerando os propósitos da pesquisa aqui apresentada, a qual emergiu de reflexões e análises sobre o modo como os professores *leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza*, os encaminhamentos

metodológicos direcionam para uma pesquisa de abordagem qualitativa.

No âmbito dessa abordagem, a investigação de como se dá a relação de professores do Ensino Médio, que ensinam Química, com os materiais curriculares, direciona para o entendimento dos modos como ela ocorre; de como os professores interpretam as informações contidas no material; e quais influências dos seus entendimentos e dos conhecimentos mobilizados por eles durante o uso de materiais curriculares integradores.

Utilizamos o estudo de caso como estratégia de pesquisa e tomamos como colaboradoras da investigação duas professoras que ensinam Química no Ensino Médio em duas escolas, uma delas situada em Coração de Jesus e a outra em São João da Lagoa, ambos municípios da região norte de Minas Gerais. O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir seus conhecimentos amplos e detalhados, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados (Gil, 2002).

Para isso, realizamos três encontros remotos de, aproximadamente, uma hora e meia de duração cada um, nos quais se deram as discussões com as professoras. Para orientar as discussões, foi elaborado um roteiro organizado em seis eixos (Apêndice I), cada um deles com perguntas relacionadas ao manual do professor de um material curricular integrador. Os encontros foram gravados; as narrativas foram transcritas e textualizadas. As duas professoras tiveram acesso à textualização, sendo dado o prazo de dez dias para fazerem a leitura e intervenções que julgassem pertinentes. Porém, optaram por deixar o texto como apresentado.

O convite a essas duas professoras se justifica pelo fato de ambas serem agentes interativas no processo de aprendizagem, de possuírem contato direto com o material apresentado, constituindo-se importantes colaboradoras para contribuir com reflexões a despeito do material curricular integrador ofertado para o Ensino Médio. As entrevistas semiestruturadas, ocorridas na forma de discussão coletiva, serviram de gatilho para as profissionais expressar como leem, interpretaram e avaliam o conhecimento da Matemática e da Química incorporadas a tal material.

As questões apresentadas para as professoras continham perguntas sobre a avaliação feita do livro *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, publicado pela editora Moderna em 2020, avaliado e distribuído no âmbito do Programa Nacional do Livro e do Material Didático, na edição de 2021. Caracterizado como material curricular integrador, a

discussão com as professoras se deu em relação aos textos de apresentação e orientações de ensino na parte introdutória e nas tarefas e textos de orientações de ensino de dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência e Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*.

A escolha pelo referido material se deu a partir da indicação das professoras, sendo um livro da área de Ciências da Natureza, caracterizado como Projeto Integrador e composto de seis projetos que abordam conhecimentos de Química, Biologia, Física e de outras disciplinas, como a Matemática. As professoras estudaram antecipadamente o material e os dois projetos escolhidos antes de concederem a entrevista. Ambas possuíam licenciatura e pós-graduação em Química, lecionavam essa disciplina há mais de 15 anos, e estavam em uma faixa etária entre 45 a 48 anos. As duas professoras leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para preservar o anonimato, elas são identificadas como Bertha e Enedina⁹, em homenagem a duas importantes pesquisadoras brasileiras que contribuíram para a Ciência no Brasil.

Considerando a leitura e interpretação que as professoras fizeram do material curricular, passaremos à análise das narrativas considerando duas categorias: uma referente à integração curricular e ao trabalho com projetos, e a outra referente ao conhecimento da Matemática e da Química incorporadas ao material.

2.4 Integração curricular e projetos a partir da leitura e interpretação das professoras

Após leituras atentas e reflexões acerca da leitura e interpretação das professoras em relação à integração como organização curricular do material *Identidade em Ação*, nota-se que a professora Bertha percebe claramente as diferenças entre o livro didático convencional e o livro que traz como proposta curricular os projetos integradores.

O livro didático [convencional] é estruturado de forma que você fica presa a trabalhar aqueles conteúdos; a gente não consegue ir muito adiante com o aluno para contextualizar a Química do dia a dia e no cotidiano deles. Já o livro dos projetos integradores é organizado em volumes e por áreas, e traz o conteúdo muito contextualizando e valorizando muito conhecimento assistemático que o aluno já traz, as experiências de vida dele. E a gente saiu um pouco desse tradicionalismo de estar naquela aula maçante, cansativa. Esse livro nos dá muito essa possibilidade; é uma metodologia muito bacana.

⁹ Bertha Maria Júlia Lutz (1894-1976) foi uma ativista feminista, educadora, diplomata, política brasileira, bióloga, especializada em anfíbios. Em 1919 se tornou a segunda mulher a fazer parte do serviço público do Brasil. Defensora dos direitos das mulheres, integrou a delegação brasileira que participou da Conferência das Nações Unidas em São Francisco (EUA), em 1945, lutando para incluir menções sobre igualdade de gênero na Carta das Nações Unidas. Enedina Alves Marques (1913-1981) foi professora e pioneira engenheira brasileira, sendo a primeira mulher a se formar em Engenharia no estado do Paraná e a primeira engenheira negra do Brasil.

(Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Já a professora Enedina, inicialmente verbaliza que não encontrou muita diferença entre o livro convencional e o livro organizado na integração, como evidenciam os excertos “*eu estou acreditando que não tem muita diferença do outro*” e “*diferenças ali é pouca*”. No entanto, conforme vai respondendo as perguntas e tecendo considerações sobre o livro, ela apresenta elementos que contradizem essa percepção e expressa haver diferenças, como mostra o seguinte excerto: “*A gente já teve experiência com projetos na escola, mas como é a sequência que tem aqui no livro não*”.

Quando indagadas sobre o conhecimento que têm em relação à integração curricular e sobre interdisciplinaridade, observamos que as professoras interpretam a proposta de integração com acepção de interdisciplinaridade, diferentemente das concepções de Beane (2003). Esse autor discute que são conceitos distintos e que muitas vezes confundidos devido às suas similaridades. Dentre as diferenças discutidas por Aires (2011), a interdisciplinaridade está relacionada com a organização das disciplinas científicas, ou seja, campo do saber, como Educação, Psicologia, Currículo; a integração curricular está relacionada como o conhecimento se organiza em disciplinas escolares ou componente curricular. Percebemos claramente a ideia de interdisciplinaridade concebida pelas professoras a partir das seguintes narrativas:

[...] ele [o livro] vai me dar mais possibilidades de trabalhar a interdisciplinaridade. São temas bastante atuais, que procuram trabalhar a transversalidade, a interdisciplinaridade como uma forma de organizar o trabalho didático-pedagógico. [...] A integração curricular, como eu já disse, são os agrupamentos dos componentes curriculares por área. A interdisciplinaridade é quando eu consigo unir, juntar duas disciplinas ou mais ou até mesmo a área do conhecimento específico ou de Ciências da Natureza, ou outra área. [...] interdisciplinaridade é quando você tem os dois conteúdos, os dois componentes curriculares, claro que você pode ter uma área inteira de conhecimentos na área específica, mas desde que você consiga pegar um tema e trabalhar ele de forma interdisciplinar. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Então, tem que haver essa interdisciplinaridade. No próprio projeto, já tão fazendo isso. [...] o conteúdo está dependendo do outro conteúdo; a interdisciplinaridade é nesse sentido. A interdisciplinaridade é um conteúdo dependendo do outro, um ajudando o outro. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

A ideia de articulação entre conteúdos de diferentes disciplinas é o que está implícito no entendimento (conceituação) de interdisciplinaridade e integração curricular quando se elabora situações de aprendizagem para estudantes do Ensino Médio. Tal articulação considerando as disciplinas escolares é o cerne da definição apresentada por Beane (2003) e o que Aires (2011) utiliza para diferenciar ambos os conceitos.

A concepção da integração curricular das duas professoras pode ser traduzida no sentido

de flexibilização. Para elas, o material possibilita fazer intervenções e adaptações de acordo com a realidade de seus estudantes, o que também defende Santomé (1998), como narra Bertha: “temos autonomia de fazer as modificações e atender aos nossos alunos dentro da realidade deles”, diferentemente do livro didático convencional:

Só que ele [livro convencional], comparando com o livro dos projetos integradores, procura trabalhar de forma que você fica um pouco engessado; [...] voltado mais para o conteúdo. Enquanto os projetos integradores têm uma flexibilidade maior. Foi essa flexibilização, essa forma mais ampla de sair um pouquinho ali da sala de aula com os nossos alunos ali de sala de aula. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

As características que eu consigo enxergar nesse projeto é o formato, a estrutura, como ele é dividido. São projetos flexíveis que podem ser mudados. São projetos muito voltados à realidade de nossos alunos. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Santomé (1998) esclarece que o currículo organizado em disciplinas não considera satisfatoriamente as concepções prévias dos estudantes, as problemáticas dos seus meios sociocultural e ambiental, dentre outras. Em seu entendimento, o currículo disciplinar deveria valorizar os interesses dos estudantes e ser o ponto de partida na elaboração dos programas educacionais.

As professoras também compreendem a importância de se fazer um trabalho articulado com outros professores, do planejamento em equipe e do trabalho em parceria, ou seja, da integração também no desenvolvimento do currículo:

Então a articulação se dá nesse trabalho de equipe mesmo, entre os professores e cada um justamente levando a sua experiência. E acaba a gente entendendo um pouquinho do conteúdo. [...] é um trabalho colaborativo e a gente consegue fazer essa articulação. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Então tem que ter essa articulação; a gente vê que na questão da interdisciplinaridade é um sendo dependente do outro. Os projetos têm de ser trabalhados nessa forma, de estar sempre com essa articulação. Então tem que ter essa articulação para ajudar melhor o aluno. Tem que buscar com o colega: Você pode me ajudar dessa forma para eu conseguir trabalhar melhor esse conteúdo? (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Ao encontro das ideias de Beane (2003), Aires (2011) e Januario, Lima e Perovano (2021), a integração como proposta de organização do currículo requer que os professores trabalhem juntos ao planejar as aulas e as abordagens dos temas de estudo. Segundo as discussões desses autores, também entendida pelas professoras Bertha e Enedina, a integração não é apenas das disciplinas, mas aquela que ocorre das experiências, do contexto social, do conhecimento, que reverberam a integração como uma concepção curricular.

As duas professoras mostram a possibilidade de ampliação ou a construção de

conhecimentos sobre a integração curricular e sobre suas práticas pedagógicas a partir de elementos e características encontradas no material, como podemos perceber, respectivamente, nas narrativas de Enedina e Bertha: “*Eu não imaginava essa conciliação anteriormente. Com esse projeto aqui eu abri mais em relação a isso, achei bem interessante*”; “[...] *ganhamos muito quando utilizamos essa metodologia. Ela faz com que a gente troque experiências, conhecimento; que a gente consiga desenvolver um trabalho em equipe, um trabalho mais colaborativo*”.

As professoras também afirmam que a leitura do manual do professor oportuniza condições para construção de seus conhecimentos, mas ao mesmo tempo, demanda o conhecimento delas sobre determinados conteúdos que estão além do que já sabem enquanto professoras que ensinam Química, o que confirma as teorizações de Remillard e Kim (2017, 2020). Para essas autoras, os professores se apropriam dos recursos que o manual do professor contém, mas também fornecem informações para planejarem suas aulas, algo que exige habilidade no seu uso. Constatamos isso a partir da narrativa da professora Bertha:

Para mim demanda um aprofundamento maior dos conteúdos a serem trabalhados nos projetos integradores. Então, demanda você conhecer o planejamento, o plano de cada componente curricular [...] um trabalho em equipe para buscar e saber o que o seu colega está trabalhando, o que é devido trabalhar naquele componente curricular o mesmo assunto. Então demanda esse conhecimento. E esse conhecimento mais aprofundado do tema a ser trabalhado. [...] isso demanda realmente um conhecimento, demanda uma dedicação maior para estar se planejando [...]. Também estar atento ao manual do professor que é muito esclarecedor, nos dá os passos, nos ensina sim, nos dá um direcionamento muito bom. [...] o manual desse livro [...] ele é muito autoexplicativo. Se você tiver essa dedicação de estudar, ele é sim é uma ferramenta excelente, muito boa. Nos mostra os passos, nos direciona [...] porque você pode modificar, ele nos fornece ferramentas para possibilitar o desenvolvimento de nosso trabalho, sim.

Em relação à articulação entre os conteúdos no material caracterizado de projeto integrador, ambas as professoras perceberam claramente essa articulação, principalmente com as disciplinas de Linguagens, Biologia, Física e Matemática. E por se tratar de obras da área de Ciências da Natureza, é de se esperar que as disciplinas relacionadas com área apareçam com maior frequência:

Principalmente a Matemática. Além disso, também tem a parte não só Matemática, tem a parte de Biologia, a própria Física também; quando se trabalha físico-química, você tem que ter um conhecimento da Física também. Então tem que ter essa articulação. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Quanto à experiência e ao conhecimento sobre a metodologia de trabalhos com projetos, as duas professoras afirmam conhecer a metodologia, mas da maneira como se encontra

apresentada no livro elas ainda não a conheciam, revelando ser uma inovação curricular, como destacam Remillard (2018) e Januario (2022):

Eu falo que são metodologias ativas; elas orientam os processos de ensino e de aprendizagem. [...] A gente já trabalhou com projetos, mas não [...] da forma que segue o livro. A gente já teve experiência com projetos na escola, mas como é a sequência que tem aqui no livro não [...] no sentido da forma que ele apresenta o projeto. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Então, essa forma de projeto é um pouco diferente do que estávamos acostumadas a fazer. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Para as professoras a maneira como estão apresentados os projetos possibilita a elas a ampliar seus conhecimentos em relação à metodologia de trabalho com projetos e facilita o desenvolvimento do projeto e de suas práticas. Como inovação curricular e pedagógica incorporada ao material curricular, é enfatizada a flexibilidade dos projetos:

As características que eu consigo enxergar nesse projeto é o formato, a estrutura, como ele é dividido. [...] São projetos flexíveis que podem ser mudados. São projetos muito voltados à realidade de nossos alunos. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

E a gente acaba aprendendo com eles também. A característica do material que eu observei é a organização visual e a diversidade nas estratégias de trabalho. Ele nos dá os passos. [...] Ele nos dá a capacidade de direcionar para os trabalhos; de visualizar aquela organização e colocar em prática. Ali está o passo a passo. [...] é bem explicativo. Acho que facilita para eu trabalhar o projeto [...] facilita a gente realizar esse projeto. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Nota-se que as percepções das professoras, particularmente de Enedina, vão ao encontro das considerações de Remillard e Kim (2017) e de Januario, Lima e Perovano (2021), para quem os materiais curriculares colaboram, também, para as aprendizagens dos professores.

Apesar de o material não apresentar explicitamente nas orientações a concepção do que seria o trabalho com projetos — referentes ao desenvolvimento dos projetos propriamente ditos —, as professoras responderam que essas informações estão explícitas, talvez pelo fato de estarem bem detalhadas na parte introdutória do material. Consideramos que estas são informações importantes e que deveriam estar presentes tanto na parte introdutória quanto nas orientações para o desenvolvimento dos projetos. Essa presença colabora para não haver dúvidas em relação aos termos quanto às intencionalidades no desenvolvimento dos projetos. Quando perguntadas a respeito da explicitação nas orientações do desenvolvimento dos projetos, responderam que “*Ele deixa bem explícito*” (Bertha); “*Eu falo que sim [...] porque explícita, sim, de forma bem clara*” (Enedina), quando, na realidade não estão. A explicitação aparece somente na parte introdutória do material, inclusive com informações detalhadas de vários aspectos sobre essa metodologia, desde suas bases históricas, alguns referenciais

teóricos, sua relação com a BNCC e com os projetos da obra, dentre outros, como podemos observar em alguns trechos do material:

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. (Identidade em Ação, 2020, p. V)

São projetos que articulam vários pontos de vista, saberes e áreas do conhecimento, trazendo questões complexas do dia a dia e ajudando os estudantes a perceber as conexões entre as disciplinas e entre os conhecimentos escolares e o mundo real. (Identidade em Ação, 2020, p. XIII)

A proposta de trabalho com projetos integradores encontra ressonância com os resultados do relatório Educação: um tesouro a descobrir. (Identidade em Ação, 2020, p. XVI)

No entanto, não há explicitação, nas orientações do desenvolvimento dos projetos, do papel da metodologia de trabalho com projetos para o processo de aprendizagem dos estudantes. Nosso entendimento é que o que levou as professoras a responderem positivamente é que, talvez pelo fato de terem feito uma leitura ampla da obra e por terem encontrado algumas informações sobre essa metodologia na parte introdutória do material, elas entendem como intenção, mesmo não estando explícito. Em vários momentos das entrevistas as professoras tecem elogios para o material, aspecto que fortalece esse nosso entendimento e que evidencia que gostaram do material:

Eu, particularmente, li ele todo e gostei muito. Então foi isso que eu achei interessante no livro. E acho que ele veio agregar muito, muito mesmo (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

É um livro muito bacana. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Questionadas sobre a explicitação do papel dos conteúdos e dos conceitos da Química, da Matemática e de outras disciplinas integradas na parte introdutória do livro, nos textos de apresentação, orientação e no desenvolvimento dos dois projetos e para os objetivos implícitos nos projetos, elas também responderam que estão explícitos, apesar de não estarem tão claras essas informações nos textos. Numa análise feita do manual do professor, percebemos que esse aspecto não está explícito e as professoras revelam um entendimento que está, possivelmente pelo fato dos conteúdos e dos conceitos, principalmente de Química, aparecerem com maior frequência na obra.

2.5 Conhecimento da Matemática e da Química a partir da leitura e interpretação das professoras

A partir do KCEMC, por nós adaptado do KCEM para compreender o conhecimento da

Matemática e da Química incorporadas ao material curricular integrador, passaremos a analisar a leitura e interpretação das duas professoras. A primeira delas está relacionada às *ideias fundamentais* da Matemática e da Química, sobre as quais as duas professoras foram questionadas como percebiam no material analisado o conhecimento — conteúdos, conceitos e ideias — tanto da Matemática quanto da Química, quanto de outras disciplinas.

As professoras percebem essas ideias e conceitos dos conteúdos principalmente da Química e da Matemática presentes no material. Os excertos que confirmam essa afirmativa podem ser vistos nas respostas da professora Enedina: “*Sim, principalmente da Química, da Matemática*”, e da professora Bertha: “*Eu consigo identificar a Matemática para identificar nos gráficos a quantidade de gás carbônico no ar atmosférico. A gente consegue, sim, identificar e saber do que se trata cada tema, contido lá no projeto*”. Ainda sobre esse aspecto a professora Enedina reitera: “*A parte de Química [...] por exemplo, eles colocam lá sobre os monumentos, a corrosão daqueles monumentos, então, devido à ação da poluição feita pelos óxidos, ocorrem aquelas reações que provocam a corrosão*”. Em relação às outras disciplinas, Enedina cita a área de Linguagens: “*parte de Linguagem, charges*”, e Bertha percebe a articulação com Física e Matemática: “*O que é da parte de Química, o que é da parte de Física, o que é da parte de Matemática, e qual outro conteúdo que não é da área específica, que podemos também trazer para agregar*”. Como podemos notar, as duas professoras percebem claramente a articulação dos conteúdos, não apenas daquelas da área de Ciências da Natureza, mas também os de Matemática e Linguagens, o que evidencia a ideia da integração curricular, defendida por Beane (2003).

Ao serem questionadas quanto à explicitação das características ou propriedades químicas ou matemáticas que justificam os procedimentos (estratégias), que podem ser mobilizados pelos estudantes na resolução das tarefas, estarem presentes ou não nos textos de apresentação e orientação da parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos, as professoras responderam que essas informações estão explícitas. No entanto, elas aparecem implícitas apenas nos textos de orientação e desenvolvimento dos projetos e, mesmo assim, os procedimentos apresentados não permitem às professoras conhecer as justificativas químicas e matemáticas, as diversas formas de resolução das tarefas ou procedimentos popularmente chamados de regras:

[...] o que é um metal, o que é um ametal, é aí que eles ficam assim... Aí a gente parte para aquele conteúdo das ligações químicas, porque um perde e o outro ganha, na outra ligação ele vai compartilhar. [...] quando a gente fala assim: o elemento metal tem um, dois, três elétrons; e a tendência dele é de

perder, porque ele tem poucos, é mais fácil perder. Você leva para o dia a dia dele: olha, o metal é um pobre, pobre sempre perde, rico sempre ganha. A gente vai criando essas regras, porque eles têm um entendimento. Por que um perde, por que um ganha? Por que quem perde é positivo e quem ganha é negativo? (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

As professoras percebem as ideias fundamentais, mesmo que implicitamente, nos textos:

Da química de combustíveis fósseis; vou falar sobre os gases poluentes, sobre as reações que acontecem na atmosfera, e sobre as consequências que vão trazer para o meio ambiente toda essa ação de queima de combustíveis fósseis, de carvoarias, de todas essas ações do homem no meio ambiente que prejudicam o meio ambiente. Então, eu trabalho em Química, trabalho as fórmulas desses ácidos, as reações químicas que estão ocorrendo ali, com a precipitação da chuva, dissolvendo aqueles gases, a formação. Vou trabalhar a nomenclatura, as fórmulas, onde são encontrados, quais as consequências em relação aos impactos nos rios. [...] as corrosões de metais de monumentos. As doenças que podem ser causadas a partir desse ar poluído. A gente enxerga claramente, sim. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Porém, dentre as narrativas, elas não esclarecem a respeito da possibilidade de mobilização dos conhecimentos sobre essas justificativas tanto para elas quanto para os estudantes. Quanto às características (propriedades) químicas ou matemáticas que justificam os procedimentos adotados ao apresentarem as respostas, ou mesmo as estratégias de resolução esperadas pelos estudantes para as tarefas dos dois projetos, as professoras reconhecem que o manual do professor do material *Identidade em Ação* as orienta muito bem em relação a esse aspecto:

Ele nos orienta com essas possíveis colocações dos nossos alunos, o que a gente pode explorar, o que justifica aquela resposta. Então, abre muito os nossos olhos para outras possibilidades que até então não tínhamos pensado. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

É bem explícito mesmo. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

No entanto, pela análise feita do material, percebemos a ausência das justificativas dos procedimentos químicos e matemáticos tanto na parte introdutória quanto nas orientações para o desenvolvimento dos dois projetos. Nesse quesito, ambas as professoras admitem encontrar no material unicamente as respostas das tarefas, como expressa a narrativa da professora Bertha: “*Está a resposta das atividades*”, e da professora Enedina: “*Identifico só a resposta também*”.

Podemos perceber que a falta de clareza e explicitação de justificativas dos procedimentos químicos e matemáticos nos textos de orientação e na apresentação das respostas esperadas pode ter gerado uma confusão no entendimento, na leitura e na interpretação das professoras, comprometendo suas aprendizagens em relação aos procedimentos que justificam as estratégias nas resoluções das tarefas e, portanto, podendo implicar o planejamento de suas

aulas e as possíveis intervenções a serem feitas a fim de contribuir com as aprendizagens dos estudantes.

Em se tratando das *representações e conexões* dos conteúdos, ou seja, das várias formas como imagens, diagramas, tabelas, gráficos, textos, equações, os conceitos químicos e matemáticos estão presentes nos dois projetos, as professoras fugiram um pouco da temática e responderam em relação à apresentação do material, das informações gerais presentes nas orientações do desenvolvimento dos projetos, e novamente mencionam a questão da flexibilidade dos projetos:

[...] a representação deles vem de forma bem clara. É assim, como você falou, na representação ela vem em tópicos. No “começo de conversa” e “para pensar” eu percebi que é uma forma bem explícita também. [...] essa representação eu achei bem interessante, nesse início da representação, da introdução do projeto. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

[...] são feitas várias inferências dos temas abordados dentro dos projetos, e que esses temas tendem a contemplar os conceitos específicos do conteúdo atrelado à disciplina curricular do aluno com os projetos integradores. Então, percebo que os recursos são bastante flexíveis, [...] e pela flexibilidade ele consegue contemplar os conceitos ali que devem ser trabalhados. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

No entanto, conforme avançamos com a entrevista, percebemos em outras respostas que elas mostram entender sobre as representações e suas conexões entre os conceitos:

Quando se menciona que a cada sete brasileiros acreditam em informações falsas sobre vacinação, aí entra a parte de informar a porcentagem de pessoas que concordam. Isso é uma conexão que tem no projeto. E eu falo assim, porque isso tem a ver com essa conexão. [...] já vem fazendo a parte matemática com dados em questão da porcentagem. Outro exemplo: falando sobre o carbono acumulado na atmosfera, tem essa conexão com a Matemática ao fazer menção à variação de concentração de dióxido de carbono, por exemplo. Então, essa é a conexão, sim, do conteúdo do projeto. [...] E a partir desse conhecimento científico dá uma sequência didática do conteúdo integrando a Matemática; quando fala dos gráficos sobre a vacinação, sobre a porcentagem, então, a forma de conexão dessas disciplinas [...] é o caso aqui do gráfico das porcentagens, que são conceitos matemáticos, com os conhecimentos científicos e de pesquisas sobre os tipos de vacinação. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Inclusive, a professora Bertha enfatiza a questão da integração das disciplinas em suas narrativas:

[...] essa integração ocorre quando a conexão é feita em mais de uma disciplina. Então, ocorre a integração das disciplinas, ou por áreas do conhecimento, ou por componentes curriculares. [...] E entre essas disciplinas, a gente percebe que esses temas trabalhados buscam abordar os componentes curriculares separadamente; [...] eu percebo essa conexão dessa forma quando ocorre a integração das disciplinas. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

A flexibilização considerada pela professora Bertha reflete a percepção de *affordance* ao desenvolver os projetos com seus estudantes, ou seja, a possibilidade de adaptação em

conformidade com a realidade e demandas da turma, diferentemente dos materiais que abordam os conteúdos pela lógica disciplinar, o que muitas vezes limita os professores a fazer quaisquer adaptações ou ajustes.

Em contrapartida, segundo a análise feita por nós, os textos de apresentação e orientação da parte introdutória e do desenvolvimento dos dois projetos não apresentam informações sobre a opção feita pelas representações e conexões dos conteúdos e conceitos apresentados. Mesmo assim, as duas professoras responderam que encontraram essas informações explícitas nos textos, talvez pelo fato de os projetos apresentarem nas orientações para seu desenvolvimento as informações sobre as possíveis respostas dos estudantes. Isso pode ter levado as professoras, a partir de suas leituras, a uma interpretação equivocada sobre a explicitude dessas informações, mesmo ausentes no manual do professor.

Então, ele explicita, sim. Sim, é bem explícita também nos textos para o professor. Tem aqui na página 88 do projeto Aquecimento Global. [...] Eu acredito que isso aqui está explicitando essas conexões de todos os conteúdos dessa página. Explicita mesmo essa conexão dos conteúdos na base do conhecimento científico. (Narrativas da Profa. Enedina, 2023)

Então, é bastante explícito e coerente os textos com os temas abordados. [...] a orientação é bem explícita, sim. (Narrativas da Profa. Bertha, 2023)

Sobre esse aspecto, Remillard (2012) considera que quando os professores percebem os recursos curriculares projetados nos materiais, mesmo quando não são explicitamente declarados, eles se posicionam melhor para usá-los para planejar o ensino. Perguntadas sobre em que medida as representações colaboram para ampliar ou restringir as possibilidades de aprendizagens dos estudantes, a professora Enedina respondeu que “*facilitam o entendimento*” e a professora Bertha respondeu que “*não restringem, apenas ampliam os conhecimentos*”:

Para mim, as conexões colaboram, porque facilitam o entendimento e os conteúdos ao mesmo tempo. E faz com que os estudantes tenham uma visão mais ampla. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

Colaboram, sim [...] instigando o aluno a buscar o que não está explícito. Quando trata dessas representações, eu descartaria essa possibilidade de restringir. Acho que ela veio mesmo para ampliar, para colaborar. [...] Então, eu acho que não restringe, mas que colabora e proporciona a capacidade desse aluno de argumentos e de dúvida também. E para mim, enquanto professora, é reconstruir novas percepções dos conteúdos. Vão ser trabalhadas, abrindo um leque de novas ideias e de possibilidades”. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Em relação às *demandas cognitivas*, as professoras captaram a variação no grau de complexidade e nos níveis de raciocínios exigidos dos estudantes nas atividades (e suas tarefas) dos dois projetos, como identificamos nas narrativas:

Mesmo tendo o grau de complexidade, que sempre os estudos vão ter, às vezes a interpretação é mais difícil em alguma parte. (Narrativas da Profa. Enedina, 2023).

A complexidade, nesse caso desse projeto específico, ela não é crescente. [...] Mas o grau de complexidade tende a não aumentar, não é crescente nas atividades. O livro apresenta os graus diversificados. [...] Então não tem essa complexidade crescente. Então, assim, é bastante flexível e que pode sofrer intervenções à medida que for desenvolvendo essas atividades com esse aluno, justamente para oportunizar para esse aluno alguns temas que para ele são difíceis, e ele não tem ainda essa capacidade de desenvolver aquela atividade, [...] mas assim que perceber que é uma atividade que busca um pouquinho mais de raciocínio e [...] que esteja de acordo com o seu nível de aprendizagem. (Narrativas da Profa. Bertha, 2023)

Analisando as tarefas dos dois projetos mencionados, reparamos que elas possuem níveis variados de complexidade e, portanto, demandam graus distintos de cognição e tipos de raciocínios diferentes dos estudantes. No entanto, as professoras responderam equivocadamente que as informações referentes à variação no grau de complexidade nas tarefas estão explícitas nos textos de apresentação, na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos. Possivelmente por terem feito uma leitura mais ampla e pelas suas extensas experiências na docência, encontraram nas tarefas essas variações de demandas cognitivas, no entanto elas não estão presentes explicitamente nos textos. Notamos o equívoco na narrativa da professora Bertha quando percebe essa variação dos níveis de demandas cognitivas nas tarefas, porém eles não aparecem nos textos de apresentação e orientação, como foi questionado:

Conforme disse anteriormente, não é um grau de complexidade que os nossos alunos não consigam alcançar, não consigam obter êxito, mas eles são pontuais devido aos conceitos que, em alguns conteúdos, ainda têm dificuldade de habilidades que ainda não foram alcançadas. (Narrativas da Profa. Bertha, 2023)

Na leitura das professoras, a variação no grau de complexidade (níveis de raciocínios) nas tarefas colabora para ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, bem como suas aprendizagens, na busca por mais recursos e mais informações para sanar as dificuldades encontradas, indo mais além do que propõe o projeto. Isso pode ser observado na narrativa da professora Enedina: *“Vai colaborar na forma da gente tentar buscar mais recursos, entendendo dessa forma. Para a gente pesquisar mais, para tentar sanar essa complexidade; ajuda a ir além, para possibilitar mesmo a aprendizagem; vai forçar a gente a estudar mais, no caso”*. Também na narrativa da professora Bertha: *“[...] então tudo o que propomos a fazer pode ter um grau de dificuldade mais complexo, mas eles têm muitos recursos e o próprio projeto nos instiga e nos estimula a pesquisar e a procurar avançar nessas aprendizagens, [...] te dá uma base bem consistente e coerente para você ir além do que está no projeto”*.

Trataremos agora da análise referente à última dimensão do KCEMC — Conhecimento

da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo —, que são os *percursos de aprendizagem* por nós definidos como as sequências de aprendizagens tanto dos conteúdos químicos quanto matemáticos dentro de um conjunto de tarefas de um determinado ano letivo ou em diferentes anos da trajetória escolar dos estudantes. Chamados de caminhos de aprendizagem por Remillard e Kim (2017), esses percursos favorecem a aprendizagem dos estudantes. Reparamos por meio das respostas que as professoras identificam a presença dos conteúdos (conceitos) químicos e matemáticos, dentre outros abordados no material, ao longo do ano letivo, bem como ao longo da trajetória escolar dos estudantes no sentido de articulação tanto com outras disciplinas quanto com os planejamentos delas.

Eu compreendo assim, como um aprendizado compartilhado, [...] ele tem o trabalho colaborativo, tem a integração das disciplinas. (Narrativa da Profa. Enedina, 2023)

[...] os projetos integradores estão bem articulados com os nossos planejamentos. Com objetivos claros, e para o professor, também, a apresentação desses projetos possibilita relacionar o nosso conteúdo aos projetos que estão sendo desenvolvidos, com os conceitos. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023).

Porém, essa organização dos conteúdos não aparece explicitamente nos textos de apresentação e orientações, na parte introdutória ou mesmo no desenvolvimento dos dois projetos. Essas informações estão implícitas ao longo dos dois projetos analisados — *O diálogo entre Arte e Ciência e Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*. Nota-se que os conteúdos de Química, Física, Biologia e Matemática presentes no livro não apresentam uma sequência determinada, até porque o tipo de material foi proposto para ser trabalhado ao longo dos três anos do Ensino Médio e, por isso, os conteúdos estão distribuídos de acordo com as demandas das tarefas propostas ao longo dos projetos.

Na interpretação da professora Bertha, que defende a ideia de “*flexibilidade*” presente nos projetos, a possibilidade de fazer possíveis alterações durante o desenvolvimento desses projetos dá autonomia ao professor de trabalhar com a realidade mais próxima do estudante e de articular o conteúdo de Química com outras disciplinas. Os fragmentos de sua narrativa evidenciam tal constatação:

Eu não sei se é uma divergência, porque nós, professoras, temos essa autonomia de modificar, acrescentar ou retirar dos planejamentos que são prontos e apresentados pela Secretaria de Educação, [...] então a possibilidade e a autonomia que, de acordo com a realidade do meu aluno, eu possa retirar esse conteúdo substituindo por outro. Porque ele depende de conhecimentos matemáticos, tem muito cálculo e nosso aluno tem muita dificuldade em Matemática, então eu posso retirar. Então, ao analisar o livro didático, como é o planejamento, ele tem uma sequenciação que é bem similar, bem parecida com os projetos. [...] nos dá a possibilidade de investigação, de procurar acrescentar ou pesquisar, ou adquirir conhecimentos e outras informações além daquilo que está previsto ali. [...] os projetos, eles nos dão as bases, as informações, e a partir dali nos dá a base para procurar, para investigar e trazer

outros tipos de informações dentro do mesmo tema. [...] e vai de o professor desempenhar esse papel de relacionar, de articular, de atrelar o seu conteúdo ao que é disponibilizado ali nos projetos integradores”. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Para essa professora, a autonomia que os projetos oferecem colabora com a aprendizagem dos estudantes, uma vez que tratam de temas atuais e contemporâneos e ainda podem ser adaptados para a realidade onde a escola está inserida. Colabora, também, para a aprendizagem dos professores, trazendo maior segurança para eles; possibilitando a investigação, a pesquisa e a construção de conhecimentos de outras informações além daquilo que está proposto nos projetos:

[...] porque por muitas vezes nós, professoras, aprendemos muito nesses projetos, informações que até então nós não tínhamos, e além de tudo, aprendemos muito da realidade dos nossos alunos quando eles se apresentam nesses processos. [...] E não só aquele aprendizado tradicional que a gente já estava acostumado, aquele aprendizado sistematizado em que o professor era somente o mediador desse conhecimento. [...] posso buscar outras fontes, outras pesquisas relacionadas àquele tema ali, para enriquecer o meu conteúdo. Ele dá uma abertura muito grande para você não ficar só naqueles temas, só naqueles assuntos abordados, porque são temas muito atuais; eles trazem os temas mais atuais, com metodologias diferenciadas, diversificadas, com inovações, com a tecnologia, as mídias presentes nessas pesquisas, nessas metodologias. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Novamente a professora Bertha cita a possibilidade de articulação com outros conteúdos além dos que são apresentados pelos projetos, e enfatiza a questão da “flexibilidade” que os projetos proporcionam:

[...] vai de o professor desempenhar esse papel de relacionar, de articular, de atrelar o seu conteúdo ao que é disponibilizado ali nos projetos integradores. Os projetos estão ao encontro, sim, com esse planejamento que já vem da BNCC. E como eu falei, ele é flexível; nós podemos mudar ele de acordo com a realidade dos nossos alunos. [...] nos dá a possibilidade de investigação, de procurar acrescentar ou pesquisar, ou adquirir conhecimentos e outras informações além daquilo que está previsto ali. [...] Eles nos dão as bases, as informações, e a partir dali nos dá a base para procurar, para investigar e trazer outros tipos de informações dentro do mesmo tema. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

E com esse entendimento ela interpreta que o material apresenta as justificativas para a sequenciação em relação aos conteúdos. Afirma que essas informações estão explícitas nos textos de apresentação e orientação, na parte introdutória e nos dois projetos, quando na realidade percebemos que o material apresenta essas informações implicitamente:

Então, os projetos nos orientam sim, e tem uma sequenciação bem coerente, bastante adequada para a nossa realidade, e o tempo todo ele é flexível, porque ele nos apresenta os passos que devemos seguir. [...] ele não diz tudo aquilo que tem que dizer, que tem que falar, todas as informações sobre aquele tema abordado, mas nos possibilita, nos dá essa base para irmos além, para avançarmos, para procurarmos informações inerentes àquele tema e que ainda não estão explícitos ali naquele texto. (Narrativa da Profa. Bertha, 2023)

Em seus estudos, Choppin (2011) revelou que as sequências de aprendizagens são elementos críticos de muitos recursos curriculares que nem sempre são visíveis para os professores. Remillard (2012, 2018) defende que o sequenciamento é um aspecto subestimado do design *curricular* e do conhecimento curricular. Ela trata o manual do professor como um gênero de comunicação dentro de uma classe maior de comunicação escrita e visual que é projetado para oferecer informações, orientações e sugestões que ajudarão no desenvolvimento do currículo e orientar a ação e a tomada de decisões dos professores. Em consonância com esse entendimento está a leitura e interpretação da professora Bertha:

Também estar atento ao manual do professor que é muito esclarecedor, nos dá os passos, nos ensina sim, nos dá um direcionamento muito bom”. “[...] o manual desse livro [...] é muito autoexplicativo. Se você tiver essa dedicação de estudar, ele é sim é uma ferramenta excelente, muito boa. Nos mostra os passos, nos direciona. [...] porque você pode modificar, mas ele nos fornece ferramentas para possibilitar o desenvolvimento de nosso trabalho, sim.

A professora Enedina também revela que o manual do professor do material *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias* contém informações que orientam os professores em suas práticas de ensino e evidencia ter apreciado bastante o material:

Ele nos dá os passos, a estrutura dele é bem completa e nos dá os passos. [...] Ele nos dá a capacidade de direcionar para os trabalhos; de visualizar aquela organização e colocar em prática. Ali está o passo a passo, [...] vêm todos os passos para que você possa ter a estrutura do projeto. É bem bacana.

A professora Bertha também manifesta apreciação pela obra tecendo elogios em vários trechos de sua narrativa:

Eu, particularmente, li ele todo e gostei muito. Então foi isso que eu achei interessante no livro. E acho que ele veio agregar muito, muito mesmo.

O que podemos observar pelas narrativas das professoras em relação à explicitação nos textos de apresentação e orientação, na parte introdutória e no desenvolvimento dos projetos, associada a algumas características do KCEMC — por exemplo, de informações relativas à variação de níveis de demandas cognitivas e da organização e sequenciação dos conteúdos — é que as menções são sempre positivas em relação à explicitação das informações, ou seja, elas afirmam que tais informações estão presentes explicitamente nos textos, enquanto não estão. A resposta positiva das professoras em relação a esses e outros aspectos, mesmo estando ausentes no material, sugere uma falta de conhecimento para que possam identificar essa ausência nos textos. Outra hipótese é o fato de as professoras se identificarem com a obra, considerarem o

livro interessante e fazerem comentários frequentemente positivos sobre o material, pode tê-las levado a ficarem com receio de falar que não estavam explícitas e, assim, no entendimento delas, estarem depreciando o material. Notamos que quase não aparecem críticas das professoras sobre o material.

Remillard (2012) considera que o processo de construção e reconstrução de recursos leva a mudanças substanciais nas abordagens dos professores. Podemos contemplar essa asserção a partir da narrativa da professora Bertha: *“Eu acho que, na verdade a gente está num momento de construção e desconstrução de muitos conceitos. Essa desconstrução dos conceitos de que cada um teria que ficar com o seu conteúdo isoladamente. [...] Então a gente está nesse processo, eu acredito que nesse processo de desconstrução e construção de novos conceitos”*.

2.6 Considerações

Nesse artigo, discutimos como duas professoras leem, interpretam e avaliam a Matemática e Química incorporadas a materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza, particularmente, o manual do professor. Descortinamos um pouco a incógnita na relação e nos modos de envolvimento de professores com materiais curriculares integradores. Para isso, municiamos de referenciais teóricos baseados na integração curricular e no modelo *Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo (Knowledge of Curriculum Embedded Mathematics and Chemistry — KCEMC)*, que trata dos conhecimentos da Química e da Matemática que são ativados pelos professores quando se relacionam com os materiais curriculares dessas disciplinas. O *corpus* textual foi obtido das respostas das entrevistas — entendidas por nós como narrativas —, as quais foram realizadas em conjunto, em encontros virtuais, gravadas, transcritas e textualizadas.

Observamos que as professoras leem a integração curricular no sentido de interdisciplinaridade, conforme o material *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias* também apresenta. Nota-se que apesar do material intitular-se como sendo integrador, o termo *integração* aparece poucas vezes nos textos, sendo a sua menção relacionada à ideia de interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, multidisciplinaridade, porém sem qualquer explicitação conceitual desses termos.

As duas professoras colaboradoras da pesquisa percebem essas ideias e conceitos dos conteúdos principalmente da Química e da Matemática presentes no material, ainda que

apareçam implicitamente e que não permitam aos professores conhecer sobre as justificativas químicas e matemáticas, as várias formas de resolução das tarefas ou procedimentos popularmente chamados de regras. A falta de clareza e explicitação de justificativas dos procedimentos químicos e matemáticos nos textos de orientação e na apresentação das respostas esperadas pode gerar uma confusão no entendimento, na leitura e na interpretação das professoras, comprometendo suas aprendizagens em relação aos procedimentos que justificam as estratégias nas resoluções das tarefas e, portanto, podendo implicar o planejamento de suas aulas e as intervenções a serem feitas a fim de contribuir com as aprendizagens dos estudantes.

A interpretação de integração curricular, que as duas professoras apresentam, é no sentido de flexibilização, termo frequentemente citado por elas. Como flexibilização, a integração imprime autonomia para fazer adaptações, modificações e intervenções no material e nas tarefas por ele apresentadas, de acordo com a necessidade e a realidade dos estudantes.

As professoras também conhecem a metodologia baseada em projetos apresentada no material e compreendem a importância de um trabalho articulado com outros professores, do planejamento em equipe e do trabalho em parceria, isto é, da integração também no desenvolvimento do currículo. Revelam também a possibilidade de ampliação ou construção de conhecimentos sobre a integração curricular e sobre suas práticas pedagógicas a partir de elementos e características encontradas no material. Acreditam que a leitura do manual do professor oportuniza condições para construção de seus conhecimentos, ao mesmo tempo que demanda o conhecimento delas sobre determinados conteúdos que estão além do que já sabem enquanto professoras que ensinam Química.

Quanto às narrativas constantemente positivas em relação às informações pertinentes à explicitude de alguns termos, pode indicar que as professoras façam comentários elogiosos pelo fato de terem apreciado bastante o material e acreditem que estariam depreciando o livro caso respondessem negativamente. A análise dos textos de apresentação e orientações de ensino na parte introdutória e dos textos de orientações para o desenvolvimento dos dois projetos indicados pelas professoras, revela a ausência de transparência das opções didáticas e metodológicas subjacentes, em detrimento de prescrições orientativas das práticas de ensino.

O material curricular aqui discutido apresenta recursos que auxiliam as professoras em suas práticas de ensino, em virtude da forma inovadora de abordar os conteúdos, seja pela integração dos conteúdos, seja pelo trabalho com projetos que consideram temas de relevância social. Para isso, as professoras também precisam mobilizar seus conhecimentos a fim de

percebê-los, lê-los e interpretá-los.

Ao investigarmos a relação das duas professoras com o material curricular integrador da área de Ciências da Natureza, percebemos haver potencial possibilidade de mudanças tanto referentes ao conhecimento profissional docente quanto em suas práticas educativas e em seus recursos. Mudanças de postura em relação à leitura e interpretação das orientações no manual do professor; nas perspectivas sobre alguns conceitos antes desconhecidos; e no planejamento de suas aulas. Para tanto, o acompanhamento às duas profissionais nos momentos de planejamento, de desenvolvimento de um conjunto de aulas, e de reflexão sobre o trabalho realizado, certamente contribuiria com dados relevantes que poderiam ser analisados à luz do referencial teórico aqui optado e potencializar os achados que a presente pesquisa oportunizou.

2.7 Referências

AIRES, Joanez Aparecida. [Integração e Interdisciplinaridade: sinônimos?](#) *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 36, n. 1, p. 215-230, jan./abr. 2011.

BEANE, James Aires. [Integração curricular: a essência de uma escola democrática.](#) *Currículo sem Fronteiras*, v. 3, n. 2, p. 91-110, jul./dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. [Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio.](#) Brasília: MEC/SEB, 2018.

BROWN, Matthew William. The Teacher-Tool Relationship: theorizing the design and use of curriculum materials. In: REMILLARD, Janine. T; HERBEL-EISENMANN, Beth A.; LLOYD, Gwendolyn Monica. (Ed.). *Mathematics teachers at work: connecting curriculum materials and classroom instruction.* New York: Taylor & Francis, 2009, p. 17-36.

CHOPPIN, Jeffrey. [Learned adaptations: teachers' understanding and use of curriculum resources.](#) *Journal of Mathematics Teacher Education*, v. 14, n. 5, p. 331-353, 2011.

CIAVATTA, Maria. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e identidade. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. (Org). *Ensino Médio Integrado: concepções e contradições.* 3. ed. São Paulo: Cortez, 2012, p. 83-106.

COLLOPY, Rachel. [Curriculum materials as a professional development tool: how a Mathematics textbook affected two teachers' learning.](#) *The Elementary School Journal*, Chicago, v. 103, n. 3, p. 287-311, jan. 2003.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JANUARIO, Gilberto. [Desenvolvimento curricular em Matemática a partir de projetos integradores: estudo com professoras em formação inicial.](#) *Boletim online de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 10, n. 19, 2022.

JANUARIO, Gilberto. [Marco conceitual para estudar a relação entre materiais curriculares e professores de Matemática.](#) 2017. 194f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) —

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.

JANUARIO, Gilberto; LIMA, Katia; PEROVANO, Ana Paula. [From linearity to rhizomatic network: content organisation in curriculum development in Mathematics](#). *Acta Scientiae*, Canoas, v. 23, n. 8, p. 3-20, aug. 2021.

LIMA, Katia. [Relação professor-materiais curriculares em Educação Matemática: uma análise a partir de elementos dos recursos do currículo e dos recursos dos professores](#). 2017. 163f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.

REMILLARD, Janine T. [Examining teachers' interactions with curriculum resource to uncover pedagogical design capacity](#). In: GUEUDET, Ghislaine; In: FAN, Lianghuo; TROUCHE, Luc; QI, Chunxia; REZAT; Sebastian; VISNOYSKA, Jana. (Ed.). *Recent advances in research on Mathematics teachers' textbooks and resources*. New York: Springer, 2018, p. 69-88.

REMILLARD, Janine T. [Modes of engagement: understanding teachers' transactions with Mathematics curriculum resources](#). In: GUEUDET, Ghislaine; PEPIN, Birgit; TROUCHE, Luc. (Ed.). *From text to lived' resources: Mathematics curriculum materials and teacher development*. New York: Springer, 2012, p. 105-122.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. [Elementary Mathematics curriculum materials: designs for student learning and teacher enactment](#). Cham [Suíça]: Springer, 2020.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. [Knowledge of curriculum embedded mathematics: exploring a critical domain of teaching](#). *Educational Studies in Mathematics*, v. 96, p. 65-81, mar. 2017.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Tradução de Cláudia Schilling e Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SOARES, Marilene Caitano Reis Almeida; JANUARIO, Gilberto; SANTOS, Francely Aparecida. [Professores de Matemática e materiais curriculares: os sentidos apreendidos na relação na perspectiva de affordance e agência](#). *Currículo sem Fronteiras*, v. 22, p. 1-28, 2022.

CONSIDERAÇÕES

O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim, terás o que colher.
Cora Coralina¹⁰

Considerando as implicações da relação dos professores com os materiais curriculares integradores, tanto para as aprendizagens dos estudantes quanto para o conhecimento profissional docente, entendemos que se faz necessária maior atenção tais relações e, também, ao estudo dos materiais. E assim, com a intenção de trazer à tona o resultado de nossas reflexões, passamos a apresentar as considerações.

Retomamos as análises, discussões e ponderações resultantes da pesquisa conduzida. Relembramos nossa escolha pelo formato *multipaper*, que une uma introdução contextualizando nossa trajetória, o problema de pesquisa e a justificativa para a realização do estudo. Com o propósito de abordar o objetivo geral, revisamos o problema de pesquisa, suas justificativas, bem como cada um dos objetivos específicos e os resultados obtidos. A convergência desses elementos contribui para responder ao primeiro objetivo. Na sequência, discutimos as implicações deste estudo para os professores que ensinam Química e para o campo da Educação Matemática e Educação Química, especialmente no que diz respeito à relação entre professores e materiais curriculares integradores. Por fim, delineamos sugestões para investigações futuras e abordamos as limitações inerentes a este estudo.

Da justificativa e problema

Considerando o cenário da reforma do Ensino Médio e a proposta de integração curricular para materiais curriculares, a serem avaliados e distribuídos às escolas dos sistemas públicas de ensino no âmbito do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), a partir da edição de 2021, voltamos nosso olhar para os materiais da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

No contexto educacional brasileiro, não diferente de outros países, as práticas de ensinar e de aprender são mediadas por materiais curriculares de diferentes disciplinas. No cotidiano

¹⁰ Trecho do poema Meu Melhor Livro de Leitura. In: *Vintém de cobre: Meias confissões de Aninha*. São Paulo: Global Editora, 1997.

escolar, professores e estudantes se relacionam com tais materiais e, por intermédio do que eles apresentam, ampliam o que sabem e constroem conhecimentos. Os materiais ocupam um lugar de destaque nas práticas docentes e nas práticas estudantis; são importantes ferramentas que auxiliam não apenas os estudantes, sobretudo colaboram para os professores melhor compreenderem as proposições curriculares, o que lhes confere lugar privilegiado no desenvolvimento do currículo.

Como ferramentas que se incorporam às práticas de formação inicial ou continuada — não substituindo essas, mas ampliando as oportunidades criadas nelas — os materiais curriculares apresentam recursos que colaboram para professores (re)significarem seus conhecimentos e construir outros à medida que leem e interpretam orientações de ensino e avaliam e selecionam tarefas ao planejar e realizar aulas. Nesse sentido, é natural que a integração, como inovação curricular presente em materiais curriculares do Ensino Médio, se mostre como incógnita e seja recebida por professores com o sentimento de incerteza diante ao desafio de se romper com práticas assentadas na lógica disciplinar de organizar o currículo.

É desse cenário que emergiu a pesquisa retratada nessa dissertação, particularmente considerando os materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com foco tanto nos materiais quanto na relação que professores de Química estabelecem com eles.

Dos objetivos e resultados

Organizada em *multipaper*, o primeiro artigo orientou-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 2021*. Considerando a análise documental como procedimento de pesquisa, foi analisado o manual do professor do material *Identidade em Ação: Ciências da Natureza e suas Tecnologias* e dois projetos que o compõem: *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*.

A análise documental oportunizou o conhecimento desse material curricular no que se refere à sua organização baseada na integração curricular e sua abordagem metodológica baseada no trabalho com projetos. Para isso, a análise considerou os textos de apresentação e de orientações de ensino na parte introdutória do material, bem como as tarefas que compõem os dois projetos e os respectivos textos de orientações para seu desenvolvimento em contexto

de aula.

O segundo artigo orientou-se pelo objetivo de *discutir como professores de Química leem, interpretam e avaliam materiais curriculares integradores da área de Ciências da Natureza*, caracterizado como estudo de caso. Para isso, foram realizadas três seções de entrevistas com duas professoras de Química, ocorridas em conjunto, as quais aceitaram o convite para participarem da pesquisa. A partir de roteiros elaborados previamente, as entrevistas versaram sobre a relação delas com a parte introdutória do material curricular integrador e com os dois projetos por elas indicados — mesmo material e projetos analisados no artigo 1.

Em ambos os estudos relatados nos dois artigos, as análises foram orientadas pelas discussões referentes à integração curricular e trabalhos com projetos (Beane, 2003; Aires, 2011), e pelo modelo Conhecimento da Matemática Incorporada ao Currículo — KCEM (Remillard e Kim, 2017), a partir da adaptação por nós feita para o Conhecimento da Matemática e da Química Incorporadas ao Currículo (KCEMC).

Em relação à análise do material *Identidade em Ação*, identificamos a ausência de transparência para os professores em relação aos termos sobre integração curricular. Faz-se uma maior menção à interdisciplinaridade; porém, não há abordagem sobre o seu significado na organização do material e suas implicações nas práticas de ensinar e de aprender. Também não são explícitas informações sobre os níveis de demandas cognitivas das tarefas; sobre as ideias fundamentais; e sobre os percursos de aprendizagem. Apesar da Matemática ser uma disciplina que possibilita a compreensão e resolução das tarefas tanto de Química, quanto de Física e Biologia, ela é pouco evidenciada no material analisado, talvez pelo fato de ser uma obra da área de Ciências da Natureza, contemplada por essas três disciplinas. A falta de transparência evidenciada no material analisado pode comprometer o planejamento do desenvolvimento dos projetos, as intervenções a serem feitas e, conseqüentemente, reverberar nas aprendizagens dos estudantes.

Quanto à leitura, interpretação e avaliação da Química incorporada ao material curricular integrador, feita pelas duas professoras participantes, tomamos como referências as discussões de Remillard e Kim (2017, 2020), para quem os materiais curriculares devem interagir, articular e guiar os professores em suas práticas pedagógicas, a partir de recursos que têm a capacidade de oportunizar conhecimento quando esses profissionais se relacionam com eles e que potencialmente podem favorecer a aprendizagem docente em relação às mudanças

em suas práticas pedagógicas. Para Collopy (2003), as aprendizagens dos professores ocorrem quando há mudanças em suas crenças em relação ao ensino e à aprendizagem, bem como a suas práticas educativas em relação àquelas promovidas pelos materiais curriculares.

A partir das narrativas das duas professoras, percebemos que, ao se relacionarem com o material *Identidade em Ação*, ao lerem as orientações do manual do professor, houve aprendizagens significativas, principalmente relativas à mudança de postura em relação ao manual do professor e às informações contidas na parte introdutória dele e de cada projeto, bem como às estratégias metodológicas mobilizadas, como podemos perceber pelas narrativas da professora Bertha: “*E para mim, enquanto professora, é reconstruir novas percepções dos conteúdos. Vão ser trabalhadas, abrindo um leque de novas ideias e de possibilidades*”; “[...] *porque por muitas vezes nós, professoras, aprendemos muito nesses projetos, informações que até então nós não tínhamos [...]*”. A professora Bertha ainda destacou a potencial possibilidade de aprendizagem com a leitura das informações presentes no manual do professor. Percebemos que as professoras interpretaram a proposta do material analisado como ideia de flexibilidade, de adaptação, antes tolhida e engessada nos materiais convencionais.

A análise das narrativas das professoras nos levou a compreender que a ausência dos termos observados no artigo 1 também levam à interpretação equivocada das professoras, o que nos faz pensar sobre a importância da explicitação dos termos para que elas consigam compreender e desenvolver os projetos de acordo com as intencionalidades desse tipo de organização curricular.

As professoras perceberam a integração dos conteúdos, porém, no sentido de interdisciplinaridade, conforme o material também apresenta. Os resultados apontam para uma maior mobilização por parte das professoras de conhecimentos além dos exigidos para sua formação, ou seja, além dos conhecimentos de Química. Elas precisam mobilizar conhecimentos de outras áreas, além daquela de sua formação inicial, incluindo conhecimentos sobre currículo e integração curricular para o desenvolvimento dos projetos.

Diante do exposto, podemos assegurar 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.

Os resultados obtidos corroboram a hipótese inicial de que tanto os recursos dos professores quanto os materiais curriculares integradores exercem influência sobre os modos

de ensinar e aprender nas aulas de Ciências da Natureza. Evidências disso foram encontradas em trechos das entrevistas, em que as professoras afirmaram que a leitura do manual do professor contribuiu para suas aprendizagens, sendo essa leitura de importância para o desenvolvimento dos projetos, refletindo diretamente as práticas das professoras em sala de aula. Reforçamos, aqui, que em nenhum momento da entrevista os questionamentos colocados foram tendenciosos, o que pode ser evidenciado nas ponderações e intervenções feitas durante as entrevistas.

Essa análise, embasada nos quadros teóricos de Remillard e Kim (2017), Beane (2003) e Collopy (2003), trouxe à tona os sentidos e significados presentes nos textos das entrevistas, revelando uma íntima relação entre os materiais curriculares integradores e os professores, pela qual cada um exerce sua influência sobre o outro. Essa compreensão é fundamental para aprimorar a relação entre os recursos educacionais e os professores, visando uma educação mais efetiva e com maior sentido e significado para os estudantes. No entanto, é importante ressaltar que novas pesquisas podem fornecer um panorama ainda mais completo sobre o tema.

Uma questão que ficou evidente é que as professoras gostaram das mudanças ocorridas em relação aos materiais por elas antes utilizados; elas teceram vários elogios durante as seções de entrevista, o que indica que apreciaram o material. Também notamos que não houve críticas ou desabonos em relação ao material, talvez por acharem que caso fizessem críticas, pudessem estar depreciando o material curricular integrador *Identidade em Ação*.

Outra questão que emergiu como resultado foi a percepção acerca da falta de transparência de termos importantes, como *integração curricular*, e fundamentais para um material que se diz integrador, o que gerou um desacordo de ideias das professoras em relação ao seu significado. Isso foi nitidamente percebido quando as professoras revelaram suas interpretações sobre integração curricular como *flexibilização*.

O sentido dessa flexibilização, interpretada por elas, está na agência docente como competência para fazer adaptações, ajustes e intervenções no material, que antes não poderiam ser feitos pela maneira engessada como são organizados os componentes curriculares (disciplinas). Dessa forma, a ausência de melhor explicação desses termos gerou uma interpretação equivocada que pode refletir na maneira como as professoras irão planejar suas aulas e desenvolver os projetos em sala de aula, e isso pode comprometer também a aprendizagens dos estudantes.

Outro ponto importante a ser observado é a discreta atenção que é dada à Matemática,

especialmente, nos projetos. Apesar de a obra fazer parte de uma área de Ciências da Natureza, entendemos que a Matemática é de fundamental importância para a resolução de problemas relativos à Química, à Física e à Biologia, portanto, deveria ser melhor explorada e estar mais relacionada aos projetos. Como professora de Química, que utilizará os materiais integradores para planejar e desenvolver as aulas entendo que os conhecimentos da Matemática poderiam aparecer mais integrados aos conteúdos dessas disciplinas, devido à sua importância na compreensão de tarefas dos três componentes citados.

Destacamos, também, a importância de os termos estarem explicitados de maneira nítida tanto na parte introdutória do manual do professor, quanto na parte do desenvolvimento dos projetos para que se possam direcionar melhor as ações em relação ao desenvolvimento dos projetos com os estudantes, de forma que as intencionalidades subjacentes nos materiais, com esse tipo de organização curricular, não sejam afetadas pela interpretação equivocada provocada pela ausência da explicação dos termos nos textos. Apesar de ser um material integrador, o termo pouco aparece nos textos, levando as professoras a buscar outras fontes e recursos e, ainda, a mobilizarem outros conhecimentos relativos para identificá-lo e interpretá-lo.

O fato de esse material apresentar um número maior de tarefas de baixa demanda cognitiva pode fazer com que aqueles estudantes que detêm capacidades para além dessas atividades de baixa cognição se restrinjam a apenas aquilo que é demandado nessas tarefas; isso pode levar os estudantes a não avançar para níveis mais elevados. Em relação aos professores, este também pode ficar acomodado com aquelas tarefas de baixa cognição e, também, não buscar e nem exigir dos seus estudantes raciocínios mais avançados.

Entendemos que o Programa Nacional do Livro e do Material Didático, enquanto política pública educacional cujo objetivo é prover gratuitamente materiais didáticos e pedagógicos para as escolas das redes públicas de Educação Básica e que auxiliem os professores em suas práticas pedagógicas, avançou consideravelmente no quesito materiais curriculares, trazendo inovações com a proposta integradora, a qual cabe, agora, adaptações e melhorias para que atenda às necessidades e às demandas escolares, podendo contribuir para processos de ensino e de aprendizagem com sentidos e significados para professores e estudantes.

Das considerações e implicações

Nossas análises são valiosas, porém, em relação às limitações reconhecemos que mais pesquisas são necessárias para aprofundar o entendimento dos usos que os professores de Química fazem de materiais curriculares integradores. Essa compreensão pode impulsionar a proposição de ações de formação e a promoção de encontros que resultem em aprendizagens significativas para o desenvolvimento profissional dos professores. Além disso, os aspectos identificados nessa relação entre professores e materiais podem ser considerados pelas comissões especializadas de elaboração e de avaliação de materiais curriculares para atender melhor às demandas do ensino.

Entendemos que os resultados da pesquisa aqui relatada podem ser ampliados, uma vez que foi limitada a duas professoras e que estas não foram acompanhadas em sala de aula durante os planejamentos e as práticas. Ao mesmo tempo, fizemos a análise de dois projetos de um único material dentre treze aprovados e disponibilizados para distribuição às escolas. Uma análise mais ampla, do material completo ou de mais de um material curricular, poderia oportunizar a obtenção de resultados, pois seria possível fazer comparações, ampliando os resultados. Compreendemos a relevância de conduzir pesquisas adicionais abordando essa temática em diversos contextos e ao enfrentarmos resultados divergentes, tais estudos podem conceder novas proposições e sugestões para preencher as lacunas identificadas.

Tomando o objetivo geral da pesquisa, qual seja, *analisar a relação professor- materiais curriculares integradores de Ciências da Natureza*, a realização da pesquisa nos conduziu para a análise na perspectiva de como os professores leem, interpretam, avaliam, selecionam e dão indícios da prática das propostas de ensino e de aprendizagem presentes nos materiais curriculares.

Os materiais curriculares integradores, particularmente os livros caracterizados como Projeto Integrador, ao apresentarem inovações curricular e pedagógica, impõem muitos desafios aos professores, ou seja, não se trata de desafios optados pelos professores, mas impostos às suas práticas de ensino por meio desse tipo de material.

As implicações dessa relação foram observadas e refletidas quando analisadas as entrevistas com as professoras. Por meio de suas narrativas, pudemos perceber mudanças significativas de suas crenças em relação ao manual do professor, em suas maneiras de explorar conceber um material curricular integrador, seja para a escolha desse material, seja para o planejamento de suas aulas com ele.

A Educação Matemática é um campo interdisciplinar que incorpora teorias de várias disciplinas, como Sociologia, Psicologia e Filosofia. Não se limita a ensinar como os estudantes podem adquirir conhecimentos matemáticos pré-estabelecidos, mas questiona e reflete sobre a própria natureza da Matemática, possibilitando promover o desenvolvimento integral das habilidades e capacidades dos estudantes. Nosso estudo não apenas incorpora a Educação Matemática, mas também tem implicações em outras áreas, como Química, Física e Biologia, uma vez que o conhecimento matemático desempenha um papel fundamental em todas essas disciplinas, facilitando a compreensão dos estudantes em todas essas áreas de ensino e ainda o aprendizado tanto deles quanto dos professores.

Como professora que ensina Química, por meio da pesquisa, pude ampliar meus horizontes em relação aos materiais curriculares e despertar o meu olhar para detalhes que antes eram despercebidos durante a leitura de um material. Tenho certeza de que esse modo de olhar para os materiais curriculares, particularmente os integradores, mudará significativamente os planejamentos, as intervenções e as práticas em sala de aula, e por isso, as aulas de Química já não serão as mesmas daqui por diante.

Como disse Heráclito de Éfeso: “*Nenhum homem pode banhar-se duas vezes no mesmo rio... pois na segunda vez o rio já não é o mesmo, nem tão pouco o homem!*”¹¹. Traduzindo perfeitamente as mudanças de decisão, de opinião, de postura, dentre várias, ocorridas na minha vida pessoal e profissional.

Voltarei para o meu ambiente de trabalho, a sala de aula, cheia de novos conhecimentos, com meu senso crítico e minhas opiniões mais amadurecidas e com uma capacidade analítica e de interpretação de dados para tomadas de decisão ampliada e melhorada; com a certeza de ter adquirido experiências que se juntaram ao meu constante ciclo de aprendizado.

Referências

AIRES, Joanez Aparecida. [Integração e Interdisciplinaridade: sinônimos?](#) *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 36, n. 1, p. 215-230, jan./abr. 2011. Remillard e Kim, 2017, 2020

BEANE, James Aires. [Integração curricular: a essência de uma escola democrática.](#) *Currículo sem Fronteiras*, v. 3, n. 2, p. 91-110, jul./dez. 2003.

COLLOPY, Rachel. [Curriculum materials as a professional development tool: how a Mathematics textbook affected two teachers' learning.](#) *The Elementary School Journal*,

¹¹ In: BAIRD, Forrest E. *Philosophic Classics: Ancient Philosophy*. Routledge, 2010.

Chicago, v. 103, n. 3, p. 287-311, jan. 2003.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. *Elementary Mathematics curriculum materials: designs for student learning and teacher enactment*. Cham [Suiça]: Springer, 2020.

REMILLARD, Janine T.; KIM, Ok-Kyeong. *Knowledge of curriculum embedded mathematics: exploring a critical domain of teaching*. *Educational Studies in Mathematics*, v. 96, p. 65-81, mar. 2017.

APÊNDICE

Roteiro de Discussão para Produção de Dados do Artigo 2

Estimada Professora

Este é o roteiro de discussão para a produção de dados da pesquisa realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros, para elaboração de uma dissertação de mestrado.

*As perguntas deste roteiro buscam conhecer a **avaliação feita do livro Identidade em Ação**, caracterizado como material curricular integrador, e seus dois projetos — O diálogo entre Arte e Ciência e Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam.*

*Na discussão a ser feita, orientada por esse roteiro, toda e qualquer menção feita a **materiais curriculares** refere-se ao livro **Identidade em Ação** e aos dois projetos indicados para leitura prévia.*

Suas respostas são muito importantes para a pesquisa. Por isso, ao responder as perguntas, pedimos que procure explicitar o máximo que possível os aspectos que são solicitados.

Eixo 1 — Proposta de integração curricular

- 1.1 A partir da avaliação (leitura) que você fez do livro *Identidade em Ação*, você nota diferenças do livro comumente utilizado em seus planejamentos e aulas? Quais são elas?
- 1.2 Ao avaliar o livro *Identidade em Ação* (manual do professor) — caracterizado como material curricular integrador — para planejar e realizar as aulas de Química, que características desse material influenciam as suas decisões em relação a sua ação docente? Em que medida o que você pensa sobre a *Química e Matemática*, sobre *seu ensino* e sobre *o processo formativo de seus estudantes* está presente/incorporado nesse material?
- 1.3 O que você conhece sobre Integração Curricular? E sobre Interdisciplinaridade?
- 1.4 Que características do material *Identidade em Ação* (manual do professor) despertou sua atenção e que você identificou que possibilitam você a ampliar o que sabe ou a construir novos conhecimentos sobre Integração Curricular?
- 1.5 Com base na proposta das obras caracterizadas como Projetos Integradores, como você identifica no material *Identidade em Ação* (manual do professor) a articulação entre os conteúdos (conceitos) da Química com conteúdos (conceitos) da Matemática e outras disciplinas?
- 1.6 O que esse material — livro *Identidade em Ação* (manual do professor) — demanda em termos de conhecimento dos professores para utilizá-lo em seu planejamento e em suas aulas? O material apresenta elementos (características) que oportunizam construir esse conhecimento?

Eixo 2 — Trabalho com Projetos Integradores

- 2.1 O que você conhece sobre a metodologia de trabalho com projetos? Já tinha experiência com essa metodologia anteriormente? Comente.
- 2.2 Que características do material *Identidade em Ação* (manual do professor) possibilitam você a ampliar o que sabe ou a construir novos conhecimentos sobre a metodologia de trabalho com projetos?
- 2.3 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam o papel da metodologia de trabalho com projetos para o processo de aprendizagem dos estudantes?
- 2.4 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam o papel dos conteúdos (conceitos) da Química, da Matemática e de outras disciplinas integradas, no desenvolvimento dos projetos e para os objetivos implícitos?

Eixo 3 — Ideias fundamentais

- 3.1 Como você percebe o conhecimento (conteúdos, conceitos, ideias) da Matemática e da Química incorporadas ao material *Identidade em Ação* (manual do professor)? E o conhecimento das outras disciplinas?
- 3.2 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam características ou propriedades químicas ou matemáticas que justificam os procedimentos (estratégias) que podem ser mobilizados pelos estudantes na resolução das atividades?
- 3.3 Ao apresentar as respostas ou estratégias de resolução esperadas para as atividades dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — você percebe a exploração de características ou propriedades químicas ou matemáticas que justificam os procedimentos (estratégias) adotados?

Eixo 4 — Representações e suas conexões

- 4.1 Como você percebe as representações dos conteúdos (conceitos) nos projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*?
- 4.2 Como você percebe as conexões entre os conteúdos (conceitos) nos projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam*?
- 4.3 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam a opção feita pelas representações e conexões dos conteúdos (conceitos)?
- 4.4 Em seu entendimento, em que medida as representações e conexões colaboram para ampliar ou restringir as possibilidades de aprendizagem dos estudantes? E para as suas

aprendizagens?

Eixo 5 — Demandas cognitivas

- 5.1 Em seu entendimento, há variação no grau de complexidade (níveis de raciocínios) nas atividades de cada um dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam?* Como você avalia essa variação?
- 5.2 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam se há variação no grau de complexidade (níveis de raciocínios) nas atividades?
- 5.3 Em seu entendimento, em que medida a variação no grau de complexidade (níveis de raciocínios) nas atividades colabora para ampliar ou para restringir as possibilidades de aprendizagem dos estudantes? E para as suas aprendizagens?

Eixo 6 — Percursos de aprendizagem

- 6.1 Como você compreende a presença dos conteúdos (conceitos) abordados no material *Identidade em Ação* (manual do professor) ao longo do ano letivo e ao longo da trajetória escolar dos estudantes?
- 6.2 Você percebe alguma sequenciação em relação à organização dos conteúdos (conceitos) abordados no material *Identidade em Ação* (manual do professor)? Se sim, o que justifica essa sequenciação?
- 6.3 Em seu entendimento, como a presença e sequenciação dos conteúdos (conceitos) abordados no material *Identidade em Ação* (manual do professor) colabora para a aprendizagem dos estudantes? E para a sua aprendizagem?
- 6.4 Os textos de apresentação e orientação na parte introdutória e no desenvolvimento dos dois projetos — *O diálogo entre Arte e Ciência* e *Saúde e Aquecimento Global: como mídias informam ou desinformam* — explicitam sobre a presença e sequenciação dos conteúdos (conceitos) abordados ao longo do Ensino Médio?