



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA (IME)
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL (PROFMAT)



LINDOMAR BATISTA DA SILVA

A Modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores

GOIÂNIA

2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Lindomar Batista da Silva

3. Título do trabalho

A modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Antonio Dos Santos, Professor do Magistério Superior**, em 22/04/2026, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lindomar Batista Da Silva, Discente**, em 22/04/2026, às 23:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6084995** e o código CRC **2DFD9D00**.

LINDOMAR BATISTA DA SILVA

A Modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, do Instituto de Matemática e Estatística(IME), da Universidade Federal de Goiás(UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Área de concentração: Matemática do Ensino Básico.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Antônio dos Santos

GOIÂNIA
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Lindomar Batista da
A Modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores [manuscrito] / Lindomar Batista da Silva. - 2026.
121 f.: 2026

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Antonio dos Santos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Matemática e Estatística (IME), PROFMAT - Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira de Matemática (RG), Goiânia, 2026.
Apêndice.

1. Modelagem Matemática. 2. Interdisciplinaridade. 3. Integração Curricular. 4. Ensino de Ciências..

I. Santos, Ronaldo Antonio dos, orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 03 da sessão de Defesa de Dissertação de **Lindomar Batista da Silva**, que confere o título de Mestre em, na área de concentração em **Matemática do Ensino Básico**.

Aos dezessete dias do mês de abril de dois mil e vinte e seis, a partir das 17h, no Auditório do IME/UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**O poder da modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Ronaldo Antonio dos Santos (IME/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora a Professora Doutora Elisabeth Cristina de Faria (IME/UFG), membro titular interno o Professor Doutor Eudes Antonio da Costa (UFT), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Ronaldo Antonio dos Santos, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos dezessete dias do mês de abril de dois mil e vinte e seis.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

A Modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Antonio Dos Santos, Professor do Magistério Superior**, em 20/04/2026, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Cristina De Faria, Professora do Magistério Superior**, em 20/04/2026, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **EUDES ANTONIO DA COSTA, Usuário Externo**, em 22/04/2026, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6084760** e o código CRC **4E6FC793**.

Referência: Processo nº 23070.015655/2026-00

SEI nº 6084760

À memória de meu pai, cuja presença vive em cada conquista minha.

Agradecimentos

Concluir esta etapa é mais do que encerrar um ciclo acadêmico; é celebrar uma caminhada repleta de desafios, aprendizados e conquistas que só se tornaram possíveis graças ao apoio de pessoas especiais.

Agradeço, antes de tudo, a Deus, pela luz, força e inspiração que me sustentaram em cada etapa desta jornada.

Ao meu orientador Ronaldo Antonio dos Santos, pela orientação atenta, paciente e constante. Sua confiança no meu trabalho foi fundamental para que eu pudesse superar inseguranças e alcançar este resultado.

Aos professores e colegas do programa, pelo ambiente de colaboração que tanto contribuiu para o meu crescimento acadêmico.

À minha família, por todo amor, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos, especialmente nos dias de ausência e cansaço — vocês foram meu porto seguro, minha motivação e minha maior fonte de força; à minha esposa, por ter vivido integralmente comigo esta jornada, abrindo mão de seus sonhos para construirmos juntos o nosso sonho; e aos meus filhos, por darem sentido a todas as minhas conquistas.

A verdadeira coragem está em enfrentar o perigo quando você está com medo.

L. Frank Baum,
O Mágico de Oz.

Resumo

Esta pesquisa examina as dificuldades e possibilidades da articulação entre Matemática, Biologia e Química por meio da Modelagem Matemática no ensino médio. O percurso investigativo, de caráter híbrido, associou a aplicação de formulários a 39 docentes da rede pública ao acompanhamento sistemático e de uma experiência didática integrada sobre "Nutrição e Saúde", registrado em um diário de campo. Os resultados indicam que, embora a maioria dos educadores reconheça as vantagens da abordagem conjunta, sua materialização esbarra em obstáculos entrelaçados: ausência de momentos institucionalizados para planejamento compartilhado; rigidez de currículos pressionados por avaliações fragmentadas; formação inicial circunscrita ao domínio exclusivo de uma área; cultura escolar historicamente estratificada no trabalho solitário; e escassez de suportes materiais apropriados. Observa-se por meio desta pesquisa, que poucos professores de Química, Biologia e Matemática utilizam a parceria colaborativa para realização e execução de planejamentos. Não obstante, a vivência e aplicação de um diário de campo demonstrou o vigor transformador da Modelagem quando asseguradas condições elementares de cooperação: a escolha de tema transversal como eixo condutor gerou elevado envolvimento de professores e estudantes. A conjugação dos dados evidencia que a principal barreira não reside na fragilidade da proposta, mas no entrelaçamento de fatores estruturais, simbólicos e formativos que se reforçam-se mutuamente. A ruptura desse círculo exige intervenções multidimensionais: revisão curricular nas licenciaturas com incorporação obrigatória de experiências interdisciplinares, transdisciplinares e multidisciplinares; reorganização das rotinas escolares assegurando horários para trabalho integrado e colaborativo; oferta de desenvolvimento profissional em Modelagem Matemática aplicada às Ciências; e elaboração de acervos de sequências didáticas validadas. Conclui-se que a integração via Modelagem Matemática constitui trajetória pedagógica consistente e afinada com as exigências contemporâneas de aprendizado significativo, cuja viabilização reclama esforço sistêmico capaz de converter a interdisciplinaridade de gesto isolado em rotina institucionalizada.

Palavras-chave

Modelagem Matemática. Interdisciplinaridade. Integração curricular. Ensino de Ciências.

Abstract

This research examines the difficulties and possibilities of articulating Mathematics, Biology, and Chemistry through Mathematical Modeling in high school. The investigative path, of a hybrid nature, combined the application of questionnaires to 39 public school teachers with the systematic monitoring of an integrated didactic experience on "Nutrition and Health," recorded in a field diary. The results indicate that, although most educators recognize the advantages of the joint approach, its materialization encounters intertwined obstacles: the absence of institutionalized moments for shared planning; the rigidity of curricula pressured by fragmented assessments; initial training limited to the exclusive domain of a single area; a school culture historically based on solitary work; and a scarcity of appropriate material support. The research observes that few Chemistry, Biology, and Mathematics teachers utilize collaborative partnerships to carry out and execute planning. Nevertheless, the experience and application of a field diary demonstrated the transformative power of Modeling when elementary conditions for cooperation are ensured: the choice of a cross-cutting theme as a guiding axis generated high engagement from both teachers and students. The combination of data reveals that the main barrier does not lie in the weakness of the proposal, but in the intertwining of structural, symbolic, and formative factors that reinforce each other. Breaking this cycle requires multidimensional interventions: curricular review in undergraduate programs with the mandatory incorporation of interdisciplinary experiences; reorganization of school routines to ensure time for integrated and collaborative work; offering professional development in Mathematical Modeling applied to the Sciences; and the development of collections of validated didactic sequences. It is concluded that integration via Mathematical Modeling constitutes a pedagogically consistent path, aligned with the contemporary demands of meaningful learning, whose feasibility demands a systemic effort capable of converting interdisciplinarity from an isolated gesture into an institutionalized routine.

Keywords

Mathematical Modeling. Interdisciplinarity. Curriculum Integration. Teacher Training. Science Teaching.

Sumário

Introdução	13
1 A Pesquisa sobre a Sequência Didática Interdisciplinar/Transdisciplinar: Um Estudo de Caso Qualitativo	16
2 A MODELAGEM MATEMÁTICA AO LONGO DA HISTÓRIA E O SURTI-MENTO DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL	21
2.1 Linha do tempo	25
2.2 Uma breve biografia dos teóricos da Modelagem Matemática	28
2.3 Concepções de modelagem matemática	30
2.4 Alinhamento com o Currículo (BNCC e DC-GOEM)	32
2.5 A modelagem matemática como uma área relevante e ativa de pesquisa e prática pedagógica no ensino médio	33
3 Análise das Dificuldades e Percepções dos Professores Quanto à Integração Interdisciplinar e ao Trabalho com a Matemática	36
4 A modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores	45
4.1 A interconexão das ciências	45
4.2 Caminhos possíveis para a superação dos obstáculos visíveis e invisíveis no ambiente escolar	51
5 A Modelagem Matemática como Estratégia Interdisciplinar no Ensino de Ciências da Natureza: Uma Proposta de Planejamento Integrado em Conformidade com o DC-GOEM	54
5.1 Planejamento Integrado em Ação: Estratégias para Conciliação Curricular	58
5.2 Habilidades e objetivos que conectam matemática, química e biologia	60
5.2.1 Planejamento integrado em ação	71
5.3 Sequência Didática e Instrumentos de Avaliação	76
5.3.1 Matemática e suas Tecnologias	76
5.3.2 Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia e Química)	77
6 A Modelagem Matemática como Estratégia de Integração Curricular: Fundamentos, Obstáculos e Caminhos para a Educação Básica	99
A PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	117

Introdução

A educação básica contemporânea confronta-se com a necessidade de superar a fragmentação do saber, herança de um modelo disciplinar que, a despeito de seu papel no avanço científico, revela-se insuficiente para formar cidadãos aptos a decifrar e atuar em uma realidade multifacetada e dinamicamente interconectada. Nesse contexto, a transdisciplinaridade deixa de figurar como simples tendência pedagógica para assumir o status de imperativo epistemológico e social, formalmente reconhecida pelas diretrizes curriculares como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza a formação integral e a articulação orgânica entre os diferentes campos do saber.

É nesse cenário que a Modelagem Matemática desponta como abordagem de elevado potencial. Mais do que um recurso instrucional, ela constitui um ambiente de aprendizagem investigativo que aproxima teoria e prática, elegendo problemas do cotidiano ou de outras ciências como ponto de partida para a matematização. Ao fazê-lo, confere significado ao conhecimento matemático, transformando-o de repertório abstrato em ferramenta para interpretar e intervir sobre a realidade. Sua articulação com as Ciências da Natureza – Biologia e Química – mostra-se especialmente promissora, uma vez que esses componentes curriculares que recorrem constantemente a modelos, variáveis e relações funcionais para descrever fenômenos.

Todavia, a despeito de sua consistência teórica e das orientações curriculares vigentes, a implementação efetiva de práticas interdisciplinares envolvendo a Modelagem no cotidiano escolar permanece rara. Esta investigação nasce desse incômodo: por que uma proposta pedagogicamente tão sólida e alinhada às demandas contemporâneas encontra tamanha resistência para se consolidar? Por que o trabalho articulado entre professores de Matemática, Biologia e Química em torno de projetos comuns ainda constitui prática esporádica e, não raro, dependente do esforço isolado de docentes?

Buscando respostas, esta investigação define como objetivo geral examinar os obstáculos e as potencialidades da integração curricular entre Matemática, Biologia e Química por meio da Modelagem na educação básica, bem como analisar as condições necessárias à sua concretização como prática pedagógica sustentável.

Como objetivos específicos, delineiam-se: (i) identificar, a partir da percepção docente, os principais desafios ao planejamento conjunto; (ii) descrever e analisar, mediante diário de campo, os desdobramentos de uma experiência prática de intervenção interdisciplinar; e (iii) propor caminhos que possam fomentar a colaboração no ambiente escolar.

Para adequada compreensão do escopo deste trabalho, faz-se necessário distinguir três conceitos fundamentais. Integração curricular refere-se a uma estratégia de organização do plano de ensino que busca superar a fragmentação típica do modelo disciplinar tradicional, fazendo com que disciplinas, conteúdos e experiências de aprendizagem se relacionem dentro do currículo escolar. Essa integração pode ocorrer em diferentes níveis, desde a simples justaposição de disciplinas (multidisciplinaridade) até a cooperação mais articulada. Por sua vez, a interdisciplinaridade constitui uma abordagem metodológica de pesquisa ou ensino que implica efetiva cooperação e troca entre disciplinas. Quando duas ou mais disciplinas interagem para abordar um problema, tema ou objeto comum, cada qual contribui com seu método, linguagem e conceitos, havendo um objetivo compartilhado e uma síntese que ultrapassa a mera soma das partes. A interdisciplinaridade respeita a identidade de cada disciplina, mas exige que elas dialoguem e se ajustem mutuamente. Em um patamar distinto, a transdisciplinaridade corresponde a uma postura epistemológica que busca a unidade do saber indo além das próprias disciplinas. Ela propõe que a realidade e o conhecimento constituem um contínuo complexo, no qual a divisão disciplinar é uma convenção útil, porém artificial, e busca compreender a realidade a partir de valores, intuições, saberes populares e conhecimentos que transcendem os limites disciplinares.

Este trabalho situa-se prioritariamente no âmbito da interdisciplinaridade, por dialogar com a articulação coordenada entre Matemática, Biologia e Química mediante a Modelagem, sem perder de vista que práticas consistentes de integração curricular podem, em estágios mais avançados, aproximar-se de princípios transdisciplinares.

Para tanto, adotou-se uma abordagem metodológica qualitativa. A primeira etapa consistiu na aplicação de questionários a 39 professores que atuam nas áreas de (matemática, química e biologia) na rede pública estadual de Goiás, visando captar suas percepções sobre trabalho colaborativo, formação recebida e dificuldades enfrentadas. A segunda etapa envolveu a implementação de sequência didática integrada sobre "Nutrição e Saúde", cujo processo foi sistematicamente registrado em diário de campo, permitindo confrontar o discurso docente com a prática observada.

Os resultados, a serem expostos nos capítulos seguintes, revelaram cenário

complexo. Se, por um lado, evidenciaram-se inúmeras barreiras à integração – desde questões estruturais, como falta de tempo institucionalizado e lógica conteudista do currículo, até aspectos formativos e culturais, como insegurança epistemológica e cultura escolar assentada no isolamento –, por outro lado, a experiência prática demonstrou o imenso potencial transformador da Modelagem quando condições mínimas de colaboração são estabelecidas. Os relatos de engajamento e a percepção de sentido pelos estudantes, sintetizados na fala "Agora tudo faz sentido", oferecem uma justificativa empírica de que a superação dos obstáculos é não apenas desejável, mas possível e necessária.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, incluindo esta Introdução. O Capítulo 1 apresenta o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, discutindo os conceitos de transdisciplinaridade e interdisciplinaridade, currículo, formação docente e, centralmente, a Modelagem Matemática como estratégia de integração. O Capítulo 2 detalha a metodologia da pesquisa, descrevendo o contexto, os sujeitos, os instrumentos de coleta e os procedimentos de análise dos dados. O Capítulo 3 é dedicado à apresentação e análise dos dados obtidos por meio dos questionários, traçando um panorama das percepções docentes sobre as barreiras e possibilidades para a integração. O Capítulo 4, por sua vez, analisa a experiência prática registrada no diário de campo, confrontando-a com o diagnóstico teórico e as percepções iniciais. Por fim, o Capítulo 5 tece as considerações finais, sintetizando as principais conclusões do estudo, reafirmando suas contribuições e apontando caminhos para que a integração curricular via Modelagem Matemática possa, enfim, deixar de ser uma exceção heroica para se tornar uma prática possível e valorizada nas escolas brasileiras, o Capítulo 6 aborda a integração curricular por meio da Modelagem Matemática entre Matemática, Biologia e Química, destacando experiências bem-sucedidas que promovem o engajamento estudantil e a contextualização dos conceitos. Este capítulo, analisa as barreiras estruturais e formativas que dificultam essa prática e propõe ações sistêmicas para torná-la sustentável, defendendo que a superação exige compromisso coletivo.

A Pesquisa sobre a Sequência Didática Interdisciplinar/Transdisciplinar: Um Estudo de Caso Qualitativo

A aplicação da Sequência Didática (SD) integrada sobre “Nutrição e Saúde – Uma Abordagem Interdisciplinar a partir da Modelagem Matemática”, conforme descrita em detalhes, não foi apenas uma intervenção pedagógica, mas configurou-se como um rigoroso processo de pesquisa em educação. Para compreender a fundo seus impactos, desafios e potencialidades, a investigação adotou uma abordagem metodológica qualitativa, combinando estratégias quantitativas e qualitativas de forma complementar e integrada. Essa escolha não foi aleatória; alinha-se à compreensão contemporânea de que a complexidade dos fenômenos educacionais exige uma pluralidade de olhares para ser adequadamente apreendida.

Como argumenta [Günther \(2006\)](#), a busca pela produção de conhecimento por meio da pesquisa demanda "formas complementares e não isoladas de aplicação". Assim, defende que, para evitar análises fragmentadas e obter resultados mais abrangentes e consistentes, o pesquisador deve combinar diferentes formas de investigação. A pesquisa sobre a Sequência Didática em questão seguiu precisamente esse princípio. Não bastava apenas mensurar estatisticamente a aquisição de conhecimentos (abordagem quantitativa), nem apenas interpretar as percepções e experiências subjetivas (abordagem qualitativa). Era necessário construir uma compreensão holística que integrasse a mensuração objetiva de resultados com a riqueza interpretativa dos processos de ensino e aprendizagem. A convergência dos métodos, conforme destacada por [Flick \(2008\)](#), proporciona maior credibilidade e legitimidade aos resultados encontrados. Ao utilizar apenas uma abordagem, o pesquisador corre o risco do reducionismo, captando apenas uma faceta do fenômeno. A combinação, no entanto, permite uma triangulação de dados, em que os achados de uma perspectiva corroboram, complementam ou aprofundam os da outra. Neste caso, os dados quantitativos (como os escores das avaliações e as pontuações do teste de hábitos alimentares)

ganham significado e contexto quando interpretados à luz dos dados qualitativos (como as falas dos estudantes registradas no diário de campo e as análises textuais das respostas às perguntas norteadoras). Essa integração cria uma análise mais robusta e matizada. Esta perspectiva é reforçada por Creswell (2010), que destaca a necessidade de superar a dicotomia tradicional entre pesquisas qualitativas e quantitativas. Ambas as abordagens oferecem contribuições valiosas e substanciais para o desenvolvimento dos estudos. Tratar as metodologias como opostos excludentes é limitante. A pesquisa sobre a "Sequência Didática" reconheceu o valor complementar de cada uma, utilizando-as não em paralelo, mas de forma entrelaçada, onde cada etapa de coleta de dados informava e dava sentido à outra. A seguir, detalha-se como os elementos qualitativos que foram operacionalizados na pesquisa sobre a aplicação da Sequência Didática.

1. A Dimensão Quantitativa da Pesquisa A pesquisa quantitativa buscou coletar dados numéricos que permitissem uma análise estatística descritiva, oferecendo uma visão objetiva e generalizável sobre aspectos específicos da intervenção.

(a) Instrumentos e Coleta de Dados:

- Avaliações Formais (Aulas 2, 4 e 6): As atividades avaliativas desenvolvidas após cada ciclo de aulas foram instrumentos primários de coleta de dados quantitativos. Elas geraram:
 - Notas e Escores: Cada tarefa (cálculos de proporção, preenchimento de tabelas, construção de gráficos, respostas objetivas) foi avaliada com base em rubricas ou critérios pré-definidos, gerando notas numéricas. Essas notas permitiram mensurar o desempenho individual e coletivo na aplicação de conceitos matemáticos (cálculos, gráficos), na identificação de informações químicas (composição molecular) e na compreensão de princípios biológicos (metabolismo, nutrição).
 - Dados Comparativos: As tabelas preenchidas pelos estudantes, com valores de calorias, gramas de nutrientes e porcentagens, constituíram um corpus de dados brutos quantificáveis. A comparação entre alimentos (ex.: carne vs. lentilha) gerou dados concretos sobre custo-benefício (R\$/g de proteína) e impacto ambiental (L de água/g de proteína, kg de CO_2 eq/g de proteína), passíveis de análise estatística.
- Teste de Hábitos Alimentares (Aula 6 – Questionário do Ministério da Saúde): Este instrumento, com 18 questões de múltipla escolha, gerou uma pontuação total para cada estudante (de 0 visível má-

ximo possível). Esse escore foi um indicador quantitativo do perfil alimentar autorrelatado pelos alunos antes e (implicitamente) como reflexo após a intervenção. A categorização dos resultados (“Até 28 pontos”, “29 a 42”, “43 ou mais”) permitiu uma análise da distribuição da turma em diferentes perfis de cuidado com a alimentação.

- **Análise e Objetivos Quantitativos: Mensurar a Aprendizagem Específica:** Verificar, por meio das médias aritméticas das notas nas avaliações, se os objetivos de aprendizagem específicos (ex.: “usar matemática para modelar dados nutricionais”) foram alcançados pelo grupo. **Identificar Padrões de Desempenho:** Analisar se houve correlação entre o desempenho em tarefas matemáticas (ex.: cálculo de porcentagem) e a precisão na análise biológico-química subsequente. **Quantificar Mudanças de Percepção (Indiretamente):** Embora subjetiva, a pontuação no teste de hábitos alimentares oferece um proxy quantitativo para a consciência nutricional. Uma análise comparativa (pré e pós-intervenção) idealmente mostraria mudanças nos escores, indicando uma possível influência do projeto. **Gerar Dados para Visualização:** Os dados numéricos foram a referência para a construção de gráficos de barras pelos próprios estudantes (como o exemplo do cardápio de 2000 kcal) e, posteriormente, para gráficos de análise do pesquisador (ex.: gráfico de distribuição de notas, gráfico de dispersão entre domínio matemático e qualidade da análise interdisciplinar).

2. A Dimensão Qualitativa da Pesquisa: "A pesquisa qualitativa quis entender o lado humano e subjetivo das atividades — coisas como sentimentos, significados e influências do ambiente — que não podem ser reduzidas a dinheiro ou a números simples."

(a) Instrumentos e Coleta de Dados:

- **Diário de Campo do Pesquisador:** Este foi o instrumento qualitativo central. Os registros detalhados das seis aulas (como os transcritos para 11, 18 e 25 de novembro de 2025) constituem um rico material etnográfico. Eles documentam:
 - **Interações e Dinâmicas:** A descrição do “encantamento” da turma, o “alvorço completo” durante debates, e a interação entre professores e alunos.
 - **Falas e Discursos dos Estudantes:** As transcrições literais das falas dos alunos (ex.: “Agora tudo faz sentido”, “Nunca pensei que para saber o que vou comer... é importante entender matemática”) são

-
- dados qualitativos primários de valor inestimável. Elas revelam a construção de significado, a superação de concepções prévias e o impacto emocional e cognitivo da abordagem interdisciplinar.
- Processo de Ensino: As descrições de como os professores conduziram as aulas, os desafios que surgiram (ex.: dúvidas sobre a escolha das refeições) e as estratégias de mediação utilizadas.
 - Respostas às Perguntas Norteadoras: As redações dos alunos nas avaliações (Aulas 2, 4 e 6), onde eles sintetizavam seu aprendizado em texto, são documentos qualitativos. A análise de conteúdo dessas respostas permitiu identificar:
 - Níveis de Compreensão: Se os alunos apenas reproduziam informações ou se faziam relações críticas e aplicadas.
 - Apropriação da Linguagem Interdisciplinar: O uso correto e integrado de termos como “molécula”, “porcentagem”, “metabolismo”, “balanço energético”.
 - Percepção sobre a Modelagem: Como os alunos descreviam o uso de tabelas e gráficos – como ferramentas mecânicas ou como instrumentos de tomada de decisão.
 - Observação dos Participante: A presença do pesquisador e dos professores atuando em conjunto permitiu uma observação imersiva do fenômeno, captando nuances não registradas em testes.

(b) Análise e Objetivos Qualitativos:

- Compreendendo o Processo de Aprendizagem: A investigação de como os estudantes construíram o conhecimento integrado, fez com que o diário de campo mostrasse o processo passo a passo, desde a curiosidade inicial até a síntese final.
- Avaliando a Efetividade da Integração: Por meio das falas e das respostas textuais, foi possível avaliar os estudantes se realmente perceberam as conexões entre as disciplinas ou as viram de forma justaposta.
- Identificando Significados e Impactos Subjetivos: Como estávamos em três professores durante as aulas, atuando de maneira integrada, foi possível captar as reações de cada estudante e perceber o significado de cada posicionamento ou forma de interpretação da situação apresentada. Frases como “a escola deveria fazer sempre assim” vão muito além de uma nota, revelando uma crítica ao modelo tradicional e uma valorização da abordagem integrada.

- Analisando a Colaboração Docente: O diário de campo também documenta o processo de planejamento e execução conjunta, permitindo uma análise qualitativa dos desafios e das estratégias de colaboração entre os professores de Matemática, Química e Biologia.
3. A Integração dos Métodos: (A Sinergia na Prática). A força da pesquisa reside na integração dialética entre essas duas dimensões. Elas não operaram em compartimentos estanques:
- Os dados quantitativos deram contexto e verificabilidade aos qualitativos: Quando um estudante diz “entendi o balanceamento químico”, essa fala (qualitativa) ganha solidez ao ser cruzada com sua nota correta nos cálculos estequiométricos da avaliação (quantitativa).
 - Os dados qualitativos deram significado e profundidade aos quantitativos: Uma pontuação média alta nas avaliações é um dado positivo, mas é o diário de campo que explica por que isso aconteceu: devido ao engajamento gerado pela aula conjunta, à contextualização prática, e à modelagem que fez sentido para o aluno.
 - Triangulação: A conclusão de que “a modelagem matemática facilitou a compreensão de conceitos complexos” é suportada por: (1) Dados Qualitativos: falas dos alunos expressando essa compreensão; (2) Dados Quantitativos: bom desempenho em questões que exigiam aplicação desses conceitos; (3) Observação Qualitativa: descrição do momento em que a compreensão ocorreu na dinâmica da aula.

A aplicação da Sequência Didática sobre Nutrição e Saúde, portanto, foi uma pesquisa de método qualitativo por excelência. Ela respondeu ao chamado de [Günther \(2006\)](#) pela complementaridade, materializou a convergência apontada por [Flick \(2008\)](#) para maior robustez e superou a dicotomia criticada por [Della Porta \(2019\)](#). Ao fazê-lo, produziu um retrato multidimensional e profundamente informativo sobre os potenciais e os caminhos para uma educação científica verdadeiramente integrada, na qual a Matemática, por meio da modelagem, deixa de ser uma barreira para tornar-se a linguagem unificadora que desvenda a Biologia e a Química do cotidiano. A pesquisa não apenas avaliou uma intervenção, mas demonstrou, na prática, a potência metodológica de olhar para os fenômenos educacionais em toda a sua complexidade.

A MODELAGEM MATEMÁTICA AO LONGO DA HISTÓRIA E O SURGIMENTO DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL

A modelagem matemática não é algo novo, ela se confunde com a própria matemática, pois a necessidade de resolver problemas do dia a dia leva, naturalmente, à elaboração de modelos para o seu estudo, surgindo a partir da necessidade humana em criar modelos para resolver problemas e situações do dia a dia. Não diferente de qualquer ciência, a matemática esteve presente ao longo da história fornecendo modelos próprios para a solução de diversos problemas, podemos perceber isso através de diversos exemplos. Os registros são muitos e nos restringimos a registrar alguns, como: Tales de Mileto (639 - 568 a.C) utilizando a semelhança de triângulos como modelo para calcular a altura das pirâmides, Arquimedes (287 - 212 a. C) apresentando modelos ou fórmulas que explicam o princípio do funcionamento de uma balança de pratos ou o princípio do funcionamento de uma alavanca, Eupalinos de Megara (século VI a. C.), utilizou noções de triangulação e recursos da geometria para construção do Aqueduto de Eupalinos, conhecido como túnel de Eupalinos, René Descartes (1569 – 1650 d.C) apresentando modelos que reconhecem as relações entre equações algébricas e os lugares geométricos, contribuindo significativamente na sistematização da relação da álgebra e geometria. Estes exemplos ilustram quão presente a modelagem está no desenvolvimento da matemática, dentre uma infinidade de exemplos, não seria exagero afirmar que o processo de modelagem matemática foi praticado, desde o início da utilização de modelos ou recursos que facilitavam o entendimento, dos mais simples aos mais complexos, ou seja, desde o início da própria matemática, conforme relato por Carl B. Boyer em "A História da Matemática". (Boyer; Merzbach, 1991). A história da matemática é marcada por casos paradigmáticos em que problemas aparentemente específicos, investigados com profundidade teórica, geraram tecnologias transformadoras. Um exemplo notável é

o estudo da onda solitária, observada inicialmente como um fenômeno hidrodinâmico no século XIX e modelada matematicamente pela equação de Korteweg-de Vries (KdV). Seu desenvolvimento teórico, especialmente com o método do espalhamento inverso nas décadas de 1960-70, revelou propriedades de propagação estável não linear que foram transpostas para a óptica. Essa transferência de conhecimento permitiu a concepção dos solitons ópticos, essenciais para superar a dispersão em fibras ópticas e assim viabilizar comunicações de alta capacidade e longa distância, formando a espinha dorsal da internet global.

Outro caso emblemático é o da criptografia, cujas origens remontam a necessidades militares de comunicação segura. Sua evolução, da cifra de César à máquina Enigma, sempre esteve ligada a desafios matemáticos. A virada decisiva ocorreu com a abstração teórica que levou à criptografia de chave pública (Diffie-Hellman, 1976) e ao algoritmo (Rivest-Shamir-Adleman) RSA (1977), que tinha como base, problemas de teoria dos números, como a fatoração de inteiros grandes. Transferida do domínio bélico para o civil, essa estrutura matemática tornou-se a base infraestrutural da segurança digital moderna, sustentando desde transações financeiras e comunicações privadas até assinaturas digitais e criptomoedas. Ambos os casos ilustram como a modelagem matemática atua como uma linguagem universal, capaz de conectar fenômenos diversos e gerar inovações que redefinem a sociedade.

Reportando a Biembengut e Hein, afirmam que “a modelagem é tão antiga quanto a própria matemática, surgindo de aplicações na rotina diária dos povos antigos” (Biembengut; Hein, 2003, p. 08). A modelagem matemática é um campo intimamente ligado à Matemática Aplicada e, portanto, à vida cotidiana das pessoas. Por vezes, menos preocupadas com a teorização e mais com a busca pela solução de um problema do dia a dia que se origina na matemática aplicada na vida cotidiana das pessoas que não se preocupavam com a teorização científica, mas que só tinham a intenção de resolver os problemas ou situações do seu dia a dia. De acordo com Bassanezi (2006), um dos pioneiros em pesquisas sobre modelagem matemática no ensino aqui no Brasil, “modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (Bassanezi, 2006, p. 16).

Poderíamos listar inúmeros outros exemplos em que a modelagem matemática foi aplicada de forma consciente para resolver problemas em outras ciências. Mais do que um catálogo de casos, contudo, o que se evidencia é que essa modelagem caminha lado a lado com a própria História da Matemática. A construção do conhecimento matemático, desde a Antiguidade, frequentemente emergiu da necessidade de descrever, prever e intervir em fenômenos do mundo natural e social. Embora o termo “modelagem matemática” seja relativamente recente, a prática de

representar a realidade por meio de estruturas matemáticas é uma constante que atravessa séculos e fundamenta o diálogo da matemática com outras áreas do saber, a modelagem matemática serviu e serve com principal ferramenta utilizadas para resolver seus próprios problemas e os problemas de outras ciências. De acordo com Burak, a modelagem matemática é uma prática antiga, que remonta à Pré história, o autor diz que, “desde a Pré-História o homem vive na busca contínua para conhecer e compreender o seu ambiente [...] e à medida que procura esses conhecimentos, o homem começou a criar e desenvolver sua ciência” (Burak, 1992, p. 61). A modelagem matemática sempre foi uma ferramenta poderosa para resolver problemas nos mais variados campos das ciências. No contexto educacional, essencialmente no ensino médio, é cada vez mais perceptível a presença da modelagem matemática, na química, na física, na biologia, na geografia, ou mesmo na própria matemática. No entanto, apesar da contextualização histórica feita, o reconhecimento da utilização da modelagem matemática voltada ao ensino, não é tão antigo. Trata-se de uma conexão tardia, tendo em vista os avanços. Apesar de termos vivenciados nos dois últimos séculos um avanço a passos cada vez mais acelerados. “Ontem” falávamos de tabela periódica e penicilina, “hoje” falamos em bio ou natotecnologia, quarks de planck que ilustra como a matemática é usada para mapear as fronteiras do conhecimento físico, demonstrando a continuidade histórica entre a antiga prática de modelar o mundo e os esforços modernos para unificar as leis fundamentais do universo. E “amanhã”, do que trataremos? Quais serão as abordagens mais adequadas para o que está por vir? Tratar o conhecimento de forma compartimentada, seria o melhor caminho para desenvolver em nossos estudantes as habilidades necessárias para esse enfrentamento? Nos documentos oficiais (Brasil. Ministério da Educação, 2018) encontramos essa compartimentação, mas também orientações para o trabalho conjunto.

O tratamento compartimentado tem seu valor pedagógico, mas pode dar uma ideia falsa do desenvolvimento histórico, pois as descobertas matemáticas não obedecem a uma sequência lógica e, frequentemente, os ramos se intercomunicam. (Boyer; Merzbach, 1991).

A compreensão de que a matemática como linguagem universal permeia todas as áreas de conhecimento, ora de forma sutil e indireta, ora de forma direta e quase sempre em forma de modelos que universalizam as informações, é compreender que, mesmo quando o currículo não indica que, a escola e os professores das diversas áreas de conhecimento necessitam caminhar de maneira integrada, um planejamento interdisciplinar com um mínimo de integração entre algumas situações desenvolvidas em sala ainda é extremamente necessário. Pensar planejamento, de forma integrada é trabalhar pelo desenvolvimento da educação, do sistema educacional e estar disposto

a enfrentar diversos desafios e romper as barreiras tradicionais que segregam o conhecimento.

Não podemos aprisionar o conhecimento em uma proposta que engessa o currículo em conteúdos fragmentados, ignorando a natureza curiosa e questionadora do estudante. A escola não pode ser apenas a antessala dos laboratórios; ela deve ser, ela mesma, um espaço de investigação. É na educação básica que se planta a semente da ciência, regando-a com interdisciplinaridade e permitindo que os 'ramos se intercomuniquem' desde cedo.

Como mencionado, a história da modelagem de matemática na educação é recente. De fato, na década de 1960, iniciaram os primeiros debates sobre o tema, com o surgimento do movimento “utilitarista”. Segundo [Biembengut \(2009\)](#), o uso da modelagem surge nos campos das Engenharias e das Ciências Econômicas e os primeiros trabalhos sobre modelagem matemática foram publicados em 1976 na PUC- RJ sob a orientação de Aristides C. Barreto, Ubiratan D’Ambrósio e Rodney Carlos Bassanezi. ([Biembengut, 2009](#)).

A modelagem matemática, conforme [Biembengut \(2009\)](#) e [Bassanezi \(2006\)](#), é uma metodologia que utiliza a matemática para resolver problemas do cotidiano, das ciências e da tecnologia, envolvendo etapas como identificação do problema, formulação de hipóteses, desenvolvimento do modelo matemático e validação. Tem caráter interdisciplinar e visa aproximar o ensino da matemática de situações reais, tornando a aprendizagem mais significativa. Por essa razão modelagem matemática e a etnomatemática são duas abordagens que ganharam relevância no cenário educacional brasileiro, especialmente a partir da segunda metade do século XX. Enquanto a modelagem matemática, conforme discutida por [Biembengut e Bassanezi 2006](#), enfatiza a aplicação de modelos matemáticos para resolver problemas reais, a etnomatemática, proposta por Ubiratan D’Ambrósio, busca valorizar os saberes matemáticos presentes em diferentes culturas. Em ambas as abordagens, existe a preocupação de promover a resolução de problemas contextualizados, estimulando o pensamento crítico e a criatividade. A etnomatemática estuda as práticas matemáticas desenvolvidas por diferentes grupos culturais, reconhecendo que a matemática não é universal, mas sim construída socialmente. A modelagem conecta a matemática com outras ciências; a etnomatemática integra conhecimentos culturais e sociais. Ambas valorizam a relação entre matemática e realidade, rejeitando um ensino puramente abstrato.

Como nosso foco não é questionar a natureza do que é considerado “matemático” e sim de contextualizar problemas e situações de outras disciplinas que utilizam a matemática como recurso de resolução, a partir do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e aplicações práticas da matemática, forta-

lecendo a relação entre matemática e a realidade concreta, tornando o ensino de matemática mais relevante e inclusivo, iremos nos ater ao processo histórico da modelagem matemática e seus aspectos de elevada importância na realidade brasileira. Desse modo, faremos uma breve linha do tempo sobre a modelagem matemática na educação brasileira, especialmente para compreendermos sua influência no ensino médio.

2.1 Linha do tempo

Década de 1980:

Início da Modelagem Matemática no campo educacional no Brasil, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), por um grupo de professores, com destaque para Bassanezi.

Década de 1990:

1992: Burak defende sua tese de doutorado definindo Modelagem Matemática como um conjunto de procedimentos para explicar fenômenos cotidianos matematicamente.

1996: Promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/96, que estabelece uma base nacional comum para os currículos, representando uma mudança de paradigma.

Valorização da Contextualização: propondo uma base nacional comum, implicitamente a lei abriu espaço para que os conteúdos fossem trabalhados de forma contextualizada, considerando as realidades locais e sociais dos estudantes. Esse é o princípio fundamental da modelagem matemática, que busca partir de situações da realidade para construir conhecimento matemático .

Estimulando a Autonomia Escolar e Docente: A LDB concedeu maior autonomia às escolas e aos professores para organizarem seus currículos e propostas pedagógicas. Essa autonomia é essencial para a adoção de metodologias ativas e inovadoras, como a modelagem matemática, que não se baseiam em roteiros rígidos ou livros didáticos fechados.

Focando no Desenvolvimento de Competências: A lei direcionou o ensino para o "aprender a aprender" e para o desenvolvimento de competências, em vez da simples memorização de informações. A modelagem matemática, que envolve investigação, formulação de hipóteses e resolução de problemas, alinha-se perfeitamente a essa perspectiva

1997: Lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Fundamental e Médio, com o objetivo de auxiliar na organização curricular,

promoveu a possibilidade de fazer com que a matemática pudesse ser compreendida como:

Conceitos que deixaram de ser apresentados como verdades prontas e passaram a ser construídos a partir de situações-problema do cotidiano do aluno.

Forma primeira de "aprender" e depois "aplicar" em problemas, o problema se torna o ponto de partida da atividade matemática. O aluno é incentivado a investigar, levantar hipóteses e buscar soluções.

De enfatizar o "Tratamento da Informação", os PCNs abriram as portas da sala de aula para temas do cotidiano, outras ciências e questões sociais, criando um terreno fértil para metodologias ativas como a modelagem matemática, que busca justamente entender a realidade por meio da matemática.

1998: Burak publica trabalho em que não considera a criação de um modelo matemático como uma necessidade no processo de Modelagem Matemática, mas não exclui essa possibilidade.

Início dos anos 2000:

2001: Barbosa descreve a Modelagem Matemática como um "ambiente de aprendizagem" no qual os alunos investigam situações da realidade através da matemática, enfatizando a reflexão crítica.

2002: Bassanezi define a Modelagem Matemática como um processo dinâmico para obter e validar modelos matemáticos, e modelo matemático como um conjunto de símbolos e relações que representam o objeto estudado.

2003: Criação do Comitê Interamericano de Educação Matemática (CI-AEM), com Biembengut como presidente (até 2007).

Meados dos anos 2000:

2004: Burak detalha as etapas da Modelagem Matemática em sala de aula, enfatizando a escolha do tema pelos alunos.

2008: Klüber e Burak destacam a evolução da concepção de Modelagem Matemática de Burak para uma perspectiva mais contextualizada e de construção do conhecimento.

Década de 2010:

2010: Barbosa passa a liderar o Grupo de Pesquisa Observatório da Educação Matemática (OEM) na UFBA. A relevância da matemática no período em que Barbosa lidera o OEM está profundamente ligada à investigação sobre a formação e a prática dos professores que ensinam matemática. As pesquisas do grupo buscam compreender os processos de aprendizagem docente e como os professores mobilizam saberes para inovar em sala de aula. Um dos conceitos centrais explorados é o de "paradigma do exercício" – a abordagem tradicional com base na reprodução de procedimentos – e os desafios enfrentados pelos professores para superá-lo. Estudos do

grupo investigam como os docentes da Educação Básica conseguem compatibilizar práticas inovadoras com as exigências e limitações do contexto escolar, assumindo uma "postura de experimentação" que lhes permite transformar adversidades em oportunidades para um ensino mais significativo.

2014: Publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, que complementam a LDB, traduzindo de forma implícita ou explícita, Fundamento para Abordagens Contextualizadas, onde as DCNs reforçaram princípios que já estavam presentes nos PCNs, como a necessidade de um currículo integrado, contextualizado e que faça sentido para o aluno. Esses princípios são a base sobre a qual a modelagem matemática se sustenta, pois ela parte justamente de situações da realidade para construir conhecimento matemático e a consolidação de Tendências de 2010 em diante, momento em que a modelagem matemática ganha maior espaço como objeto de pesquisa acadêmica no Brasil. Um exemplo é o crescimento do Grupo de Pesquisa Observatório da Educação Matemática (OEM) na UFBA, sob liderança de Jonei Barbosa, que investiga justamente a prática da modelagem em sala de aula e a formação de professores para essa abordagem .

2014: Publicação da Lei nº 13.005, que regulamenta o Plano Nacional de Educação (PNE), com metas para a melhoria da qualidade da educação básica, incluindo a BNCC que apresentou:

Um mandato legal para a qualidade, a Meta 7, que trata do IDEB, pressiona sistemas e escolas a buscarem métodos eficazes. A modelagem, por comprovadamente engajar alunos e desenvolver competências, se torna uma alternativa relevante para atingir essa meta, as Metas 15 e 16 que criaram a demanda e o respaldo para que professores buscarem especializações em Educação Matemática, incluindo linhas de pesquisa como a modelagem, o PNE foi o motor que impulsionou a elaboração da Base Nacional Comum Curricular . É na BNCC, e não no PNE, que a modelagem encontra seu espaço pedagógico, nas competências relacionadas à investigação, resolução de problemas e contextualização sociocultural.

2015: Blum propõe uma investigação e sistematização sobre o que caracteriza um ensino de qualidade em modelagem matemática, a partir de uma discussão internacional sobre práticas eficazes para desenvolver competências de modelagem nos alunos (Blum, 2015).

2016: Biembengut detalha sua concepção de Modelagem Matemática como método de ensino e pesquisa, com passos como diagnóstico e variação do tempo dedicado aos tópicos curriculares (Biembengut, 2016).

2017: Veeda e Burak enfatizam o papel da Modelagem Matemática na formação de indivíduos capazes de tomar decisões (Veeda; Burak, 2017).

2018: Homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é

a referência para a elaboração dos currículos em todo o país, incluindo a área de Matemática e suas Tecnologias. A BNCC propõe a construção de uma visão integrada da Matemática aplicada à realidade ([Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018](#)).

Início dos anos 2020:

2021: Publicação do Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM), que alinha o currículo goiano à BNCC, considerando as especificidades regionais e reforçando a importância da aplicação da matemática em contextos reais e interdisciplinares. [Fortes \(2021\)](#) integra a Educação Ambiental à Modelagem Matemática em sua dissertação.

"O arcabouço teórico construído por diversos estudiosos, em sintonia com as proposições dos documentos curriculares nacionais, tem suscitado um conjunto expressivo de pesquisas e experiências didáticas relacionadas à Modelagem Matemática. Nesse contexto, merecem destaque:"

2022: Andrei Braga Da Silva (orientado por Elisabeth Cristina de Faria na UFG) defende dissertação sobre a Modelagem Matemática e a interdisciplinaridade na construção de um projeto de hortas em escolas rurais do Distrito Federal ([Silva, 2022](#)).

Genilson Andrade dos Santos (orientado por Nestor Felipe Castañeda Centurión na UESC) defende dissertação propondo a Modelagem Matemática para o ensino de funções polinomiais, utilizando o tema da Coleta Seletiva do Lixo ([Santos, G. A. d., 2022](#)).

[Munhoz \(2022\)](#) desenvolve atividades de Modelagem Matemática para o ensino de funções trigonométricas, com foco na resolução de problemas.

2024: Lidiane Rodrigues da Mata Santos que apresentou um trabalho sobre a modelagem matemática e o documento curricular para Goiás etapa Ensino Médio (DC - GOEM) proporcionou uma reflexão sobre a forma engessada (bimestralizada) do documento curricular, propondo a integração de assuntos e uma flexibilização dos conteúdos nos bimestres ([Santos, L. R. d. M., 2024](#)).

2.2 Uma breve biografia dos teóricos da Modelagem Matemática

Burak, Dilea Mafalda: Possui vasta experiência em Educação Matemática e Modelagem Matemática desde 1986. É pedagoga, mestre em Educação Matemática, doutora em Engenharia de Produção e Sistemas, e pós-doutora em Educação. Atuou na FURB e na PUCRS, além de ser professora visitante em diversas universidades

internacionais. Foi presidente da SBEM e do CIAEM. É idealizadora e fundadora do CREMM. Sua concepção de Modelagem Matemática evoluiu para uma abordagem mais aberta, contextualizada e de construção do conhecimento.

Barbosa, Jonei Cerqueira: Possui doutorado em Educação Matemática e pós-doutorados. Atua como professor associado na Universidade Federal da Bahia (UFBA) e em programas de pós-graduação. Lidera o Grupo de Pesquisa Observatório da Educação Matemática (OEM). Sua visão da Modelagem Matemática enfatiza a investigação de situações da realidade através da matemática e a reflexão crítica sobre seu uso na sociedade.

Bassanezi, Rodney Carlos: Matemático com especialização na UNICAMP e vasta experiência em Modelagem Matemática. Sua abordagem define a Modelagem como um processo dinâmico de obtenção e validação de modelos matemáticos. Ele destaca a importância da aplicação da matemática em contextos do mundo real.

Biembengut, Maria Salett é uma renomada pesquisadora brasileira na área de Educação Matemática, com uma carreira dedicada principalmente ao estudo e à disseminação da Modelagem Matemática no ensino. Tornou-se Mestre em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) em 1990, sob a orientação do professor Rodney Carlos Bassanezi, com uma dissertação intitulada "Modelagem Matemática como Método de Ensino Aprendizagem de Matemática em cursos de 1^o e 2^o graus".

De todos os trabalhos mencionados acima, vimos que para o estado de Goiás, a dissertação de Lidiane Rodrigues da Mata Santos (2024) contribui para que o uso da modelagem matemática seja comum nas escolas públicas do Estado de Goiás, pois busca identificar argumentos que justifiquem, facilitem e contribuam para a implementação de uma modelagem alinhada ao Documento Curricular para Goiás etapa Ensino Médios (DC – GOEM) "Dessa forma, Lidiane realizou esta pesquisa, tendo como objetivo geral contribuir para que o uso da Modelagem Matemática seja comum nas escolas públicas do Estado de Goiás." A pesquisa utilizou uma metodologia bibliográfica e exploratória, analisando trabalhos já realizados sobre Modelagem Matemática no Ensino Médio e avaliando suas contribuições para o cumprimento do DC-GOEM. A dissertação aborda as concepções de Modelagem Matemática de diferentes autores (Biembengut, Barbosa e Burak), o currículo de matemática (Marcos Legais, BNCC e DC-GOEM), e a análise de outras dissertações que aplicaram a Modelagem Matemática no ensino médio.

2.3 Concepções de modelagem matemática

Ao longo do tempo, diferentes concepções de modelagem matemática foram apresentadas e defendidas por autores como: Bassanezi, Biembegut, Burak entre outros. Em (Santos, L. R. d. M., 2024), Lidiane Rodrigues da Mata Santos estuda diferentes concepções apresentadas e faz um levantamento bibliográficos com a classificação de trabalhos sobre o tema, Modelagem Matemática e o Documento Curricular para Goiás Etapa Ensino Médio (DC-GOEM). O trabalho explora a utilização da Modelagem Matemática no ensino médio, com foco no alinhamento com o DC-GOEM, e suas contribuições para o ensino da matemática. A dissertação visita diferentes concepções de Modelagem Matemática apresentadas por autores como Bassanezi, Biembegut, Barbosa e Burak, oferecendo uma base teórica para a compreensão da metodologia. Vejamos as definições de cada pensador teórico explorado por Lidiane: Bassanezi Define a Modelagem Matemática como a “[...] arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.” (Bassanezi, 2002). Nesta perspectiva Bassanezi entende que sempre se faz necessária a formulação de um Modelo Matemático, seguindo as ideias da Ciência, apresentadas por Descartes, em seu "Discurso do Método"(cujo título completo é "Discurso do Método para Bem Conduzir a Própria Razão e Procurar a Verdade nas Ciências (Descartes, 1637, . p-18). A modelagem no Ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural. (Bassanezi, 2002, p. 38) (SIC). Biembegut: Enfatiza a necessidade de contextualizar o ensino da matemática, distanciando-o da mera explanação de conteúdos curriculares na ordem dos livros didáticos, e de conectar o aprendizado com a realidade dos alunos. A autora propõe etapas para a Modelação, incluindo diagnóstico, planejamento, desenvolvimento e avaliação. "Nosso ensino, em particular, caracteriza-se por explicar os conteúdos curriculares, em geral, na orientação e na ordem dos livros didáticos... Sem essa clareza, em geral, damos a mesma ênfase a cada tópico do programa."(Biembegut, 2016, p. 174-175) "A modelação matemática norteia-se por desenvolver o conteúdo programático a partir de um tema ou modelo matemático e orientar o aluno na realização de seu próprio modelo-modelagem."(Biembegut; Hein, 2014, p. 18). Barbosa: Define a Modelagem Matemática como um "ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas

da realidade" (Barbosa, 2001, p. 06). Ele destaca a importância da investigação e da liberdade dos alunos na escolha de abordagens para resolver problemas. Barbosa não considera a construção de um modelo matemático como imprescindível em todos os casos. "Para (Barbosa, 2001, p. 06). Modelagem Matemática é "um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade". "A Modelagem, neste aspecto, "estimula os alunos a investigarem situações de outras áreas que não a matemática por meio da matemática". Burak: Apresenta a Modelagem Matemática como um "conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões" (Burak, 1992, p. 62). Ele propõe etapas como a escolha do tema, pesquisa exploratória, tratamento dos dados, elaboração do modelo e análise crítica da solução. Burak também expande o conceito de modelo, não se restringindo apenas aos modelos matemáticos. Em sua Tese de doutorado, Burak diz que a Modelagem Matemática "constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões" (Burak, 1992, p. 62). É importante ressaltarmos, no entanto, que para Barbosa (2001) essa explicação matemática não precisa ser restrita aos modelos formais. Como argumenta o autor, "o conceito de modelo amplia-se, não se restringindo, apenas, aos modelos matemáticos". Assim, os modelos desenvolvidos pelos alunos em atividades de Modelagem — ainda que simplificados — são legítimos e essenciais para a aprendizagem.

Autores como Barbosa argumentam que, em sala de aula, os alunos produzem modelos que podem ser pré-científicos ou simplificados, mas que são fundamentais para a aprendizagem. Para a autora, o modelo não precisa ser inédito ou complexo, mas sim significativo para o aluno. Essa perspectiva alinha-se à ideia de que "o conceito de modelo amplia-se, não se restringindo, apenas, aos modelos matemáticos" (Schumacher, 2013, p. 18). Assim, esses modelos simplificados desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes, justamente por partirem de suas interpretações iniciais sobre a realidade.

Um aspecto importante na dissertação de Lidiane Rodrigues da Mata Santos é a análise que ela oferece de outras dissertações de mestrado que aplicam a Modelagem Matemática no ensino médio. Dentre elas, são analisadas (Munhoz, 2022) sobre o ensino de funções trigonométricas, (Silva, 2022) sobre projeto interdisciplinar de hortas escolares, (Silva, 2022) sobre o ensino de funções polinomiais utilizando a coleta seletiva de lixo, de (Nogueira Viana Narcizo, 2016) sobre o ensino de funções exponenciais e de (Fortes, 2021) sobre o ensino de sistema lineares integrado

à educação ambiental. Essa análise permite identificar diferentes formas de aplicação da modelagem matemática, as concepções teóricas subjacentes, as dificuldades e possibilidades encontradas pelos pesquisadores, e a relação com os objetivos de aprendizagem do DC – GOEM e as habilidades da BNCC.

2.4 Alinhamento com o Currículo (BNCC e DC-GOEM)

A dissertação de Lidiane Santos busca analisar a Modelagem Matemática em relação à Base Nacional Comum Curricular ([Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018](#)) e, principalmente, ao Documento Curricular para Goiás etapa Ensino Médio ([Secretaria de Estado da Educação de Goiás \(SEDUC\), 2021](#)). A BNCC é regulamentada como um documento que define as aprendizagens essenciais para todos os estudantes brasileiros, servindo de base para a elaboração dos currículos regionais. A Modelagem Matemática é vista como alinhada à proposta da BNCC de integrar a matemática ao cotidiano dos estudantes. "Mais uma vez percebemos que a Modelagem Matemática está de acordo com a proposta da BNCC, pois com essa metodologia de ensino o objetivo é que os estudantes consigam ver a Matemática de forma integrada ao seu dia a dia...A BNCC na área de Matemática destaca, ainda, a importância de os estudantes adquirirem habilidades específicas para alcançar determinados objetivos em uma área não especificada."O DC-GOEM é mencionado como a adaptação da BNCC à realidade do estado de Goiás, considerando suas particularidades culturais, econômicas e sociais. O DC-GOEM também enfatiza a importância de conectar a matemática com o cotidiano e com outras áreas do conhecimento. Um Objetivo de Aprendizagem (OA) do DC-GOEM é citado como exemplo de alinhamento com a concepção de Modelagem Matemática de Burak. "Assim como a BNCC o DC-GOEM adota os princípios de educação integral...Nesse sentido, é fundamental que, nas aulas de Matemática do Ensino Médio, os aspectos sociais, culturais e locais sejam abordados com a intenção de levar o/a estudante a compreender a construção lógico-histórico-formal dos conhecimentos matemáticos. Aplicá-los em diversos contextos e/ou resolver problemas que transitam nesses aspectos, criando modelos e/ou propondo soluções com base nos conhecimentos, saberes e capacidades matemáticas desenvolvidas pelos objetivos de aprendizagem desse documento (Goiás, 2021, p. 325, grifo nosso)."

"A concepção de Burak está presente neste OA, que diz que a Modelagem Matemática "constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no

cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62)."

A análise da BNCC e do DC-GOEM na área de Matemática e suas Tecnologias permite posicionar a Modelagem Matemática como uma abordagem relevante dentro de suas propostas, com habilidades e objetivos de aprendizagem relacionados à identificação de situações cotidianas e à resolução de problemas contextualizados. A dissertação de Lidiane Santos também apresenta uma análise de outras dissertações de Goiás ou do Brasil que utilizaram a Modelagem Matemática em sala de aula no PROFMAT (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Essas análises visam criar um banco de dados de Objetivos de Aprendizagem e Habilidades que podem ser desenvolvidos através de atividades de Modelagem Matemática, auxiliando professores no planejamento de suas aulas. Esse contexto, nos permite propor uma modelagem matemática que possa contribuir para a interconexão da matemática com a biologia e a química e como tal, servir como um recurso pedagógico, poderoso e capaz de integrar conceitos e proporcionar uma visão mais holística e compreensiva da química e da biologia.

2.5 A modelagem matemática como uma área relevante e ativa de pesquisa e prática pedagógica no ensino médio

Esta dissertação tem como objetivo investigar como a modelagem matemática pode ser efetivamente incorporada no ensino de química e biologia, identificando os principais desafios enfrentados pelos professores e propondo estratégias viáveis para a integração curricular e colaboração docente, e os caminhos para o planejamento e desenvolvimento das aulas de maneira interdisciplinar, pois é sabido que, ao planejarem e desenvolverem atividades conjuntamente, os educadores podem criar um ambiente de aprendizado sinérgico, onde a matemática não é apenas uma disciplina de suporte, mas um elemento integrador que confere sentido prático às leis da química e aos processos biológicos.

Aplicar a modelagem matemática em sala de aula significa compreendê-la para além da mera aplicação de fórmulas e cálculos. Ela se constitui, essencialmente, como uma linguagem capaz de descrever e explicar fenômenos do mundo físico e biológico, tornando-se fundamental tanto no ensino de Química quanto no de Biologia. Por meio da construção e análise de modelos matemáticos, estudantes do ensino médio podem visualizar e manipular variáveis que descrevem, por exemplo, a cinética de reações químicas, a decomposição de materiais, o crescimento e as dinâ-

micas populacionais, a redução de poluentes, ou ainda a representação de estruturas moleculares. Essa abordagem enriquece a compreensão dos conceitos teóricos e, ao mesmo tempo, facilita a sua aplicação prática, promovendo uma aprendizagem mais significativa e integrada. A riqueza de temas conduz, naturalmente, a um trabalho colaborativo entre os professores dessas disciplinas. Contudo, precisamos entender que essa integração pressupõe certa proximidade entre profissionais (professores das referidas áreas), integração curricular proposto pelos sistemas de educação, planejamento conjunto de forma interdisciplinar e execução compartilhada de aula. Em cada um desses pontos, diferentes desafios surgem, por exemplo: a incompatibilidade de horários, a carga horária excessiva de cada professor e a dificuldade de planejamento integrado, são desafios e entraves que dificultam a cultura da utilização da modelagem matemática nas aulas de matemática, química e biologia. Além disso, temos as barreiras curriculares, a formação limitada dos professores em áreas fora de sua especialidade, a falta de materiais didáticos adequados e a resistência a mudanças metodológicas, como obstáculos que precisam ser enfrentados. É necessário que haja uma colaboração estreita entre professores de diferentes disciplinas, especialmente de matemática, química e biologia, o que exige uma mudança de cultura nas instituições de ensino e na formação dos professores. Um professor proficientemente versado na integração de modelos matemáticos pode oferecer uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente, no entanto, esse mesmo professor se limita a trabalhar os modelos matemáticos somente nas aulas de matemática, quase sempre desconectado dos professores de química e biologia.

De fato, a própria natureza da ciência é coletiva, os conhecimentos não surgem isoladamente. O processo de separação se deu por necessidades pedagógicas que, facilitam alguns aspectos do processo de ensino-aprendizagem e dificultam outros. Como retomar e fortalecer essas conexões? Inicialmente, podemos questionar: como a matemática pode ajudar a desvendar os mistérios da biologia e da química? A resposta certamente estará acompanhada dos sentimentos e das experiências que cada docente carrega ao apresentar e defender seus pontos de vista sobre a disciplina. Uma discussão tão rica que em si já valeria o esforço e energia despendidos. Neste momento, o professor de matemática em sua explanação, demonstra que a modelagem matemática representa uma ferramenta pedagógica de imenso valor para o ensino de ciências, especialmente nas disciplinas de química e biologia. Nesse sentido, a modelagem matemática não pode ser considerada uma única forma de abordagem pedagógica, pois ela é uma ponte que conecta o universo abstrato dos números com a realidade tangível das ciências biológicas e químicas. Ela permite que estudantes e professores visualizem, entendam e prevejam fenômenos complexos de forma clara e eficiente. Por compreender que a linguagem matemática é uma

linguagem universal, podemos assumir que esta linguagem é capaz de unir professores de biologia, de química e de matemática de forma interdisciplinar. Cada situação problema apresentada pela química ou pela biologia, pode ser desvendada pela matemática a partir de uma modelagem clara e eficiente. Com isso, preservamos os padrões biológicos, otimizamos reações químicas e construímos um entendimento profundo e integrado do mundo ao nosso redor. Essa intersecção não só enriquece o aprendizado, mas também abre portas para inovações tecnológicas e científicas, dentro e fora da sala de aula. A educação científica enfrenta o desafio constante de tornar conceitos abstratos e complexos em algo acessível e compreensível para os alunos. A modelagem matemática surge como uma resposta eficaz a esse desafio, permitindo a representação e simulação de processos biológicos e reações químicas de maneira quantitativa e visual. Este método não só facilita a aprendizagem, mas também desenvolve habilidades analíticas e críticas nos estudantes, essenciais para a resolução de problemas no mundo real.

Na biologia, a modelagem matemática ajuda a simular o crescimento de populações, a disseminação de doenças e até mesmo o funcionamento de ecossistemas inteiros. Com essa ferramenta poderosa, alunos não apenas memorizam fatos, mas compreendem dinâmicas e interações vitais para a preservação da vida.

Na química, a matemática é essencial para calcular concentrações, prever resultados de reações, entender a termodinâmica, aplicar na prática a decomposição de materiais através do cálculo da meia vida, entender o significado das prescrições de antibióticos e de anti-inflamatórios. Isso significa que, ao dominar a modelagem matemática, os estudantes estão equipados para inovar processos industriais, desenvolver novos materiais e até mesmo contribuir para a descoberta de medicamentos.

Todas essas vantagens evidenciam a necessidade de superar as dificuldades e desenvolver estratégias que promovam a colaboração entre professores e estudantes, especialmente nas disciplinas de Matemática, Química e Biologia.

Análise das Dificuldades e Percepções dos Professores Quanto à Integração Interdisciplinar e ao Trabalho com a Matemática

A integração entre professores de diferentes disciplinas é um grande desafio e, portanto, pressupõe ações voltadas a facilitar esse processo. Nesse contexto, conhecer o perfil dos profissionais envolvidos torna-se fundamental. Assim, a presente análise, baseada em uma pesquisa realizada com 39 professores, tem como objetivo investigar as percepções, dificuldades e práticas relacionadas à integração da modelagem matemática nas disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia, bem como compreender como se dá o planejamento interdisciplinar entre elas. O perfil dos professores que responderam ao questionário é diversificado. Em relação às disciplinas que ministram, Figura 3.1 os dados revelam que os professores da amostra — nosso foco, composto por docentes de Matemática, Física, Química e Biologia — não atuam exclusivamente em suas respectivas áreas de formação. A inspeção visual do diagrama de Venn indica que professores de Matemática em muitas escolas também são professores de Ciências da Natureza (química, física e biologia), e que há uma intersecção também entre professores de Ciências da Natureza, o que é crucial para a análise, pois permite contrastar as visões de quem ensina a matemática como fim em si mesma, com as de quem a utiliza como ferramenta em outras áreas do conhecimento. Em uma análise mais detalhada, é possível perceber que professores de matemática são também professores de química e física e, em apenas um caso, encontramos um professor atuando nas quatro disciplinas.

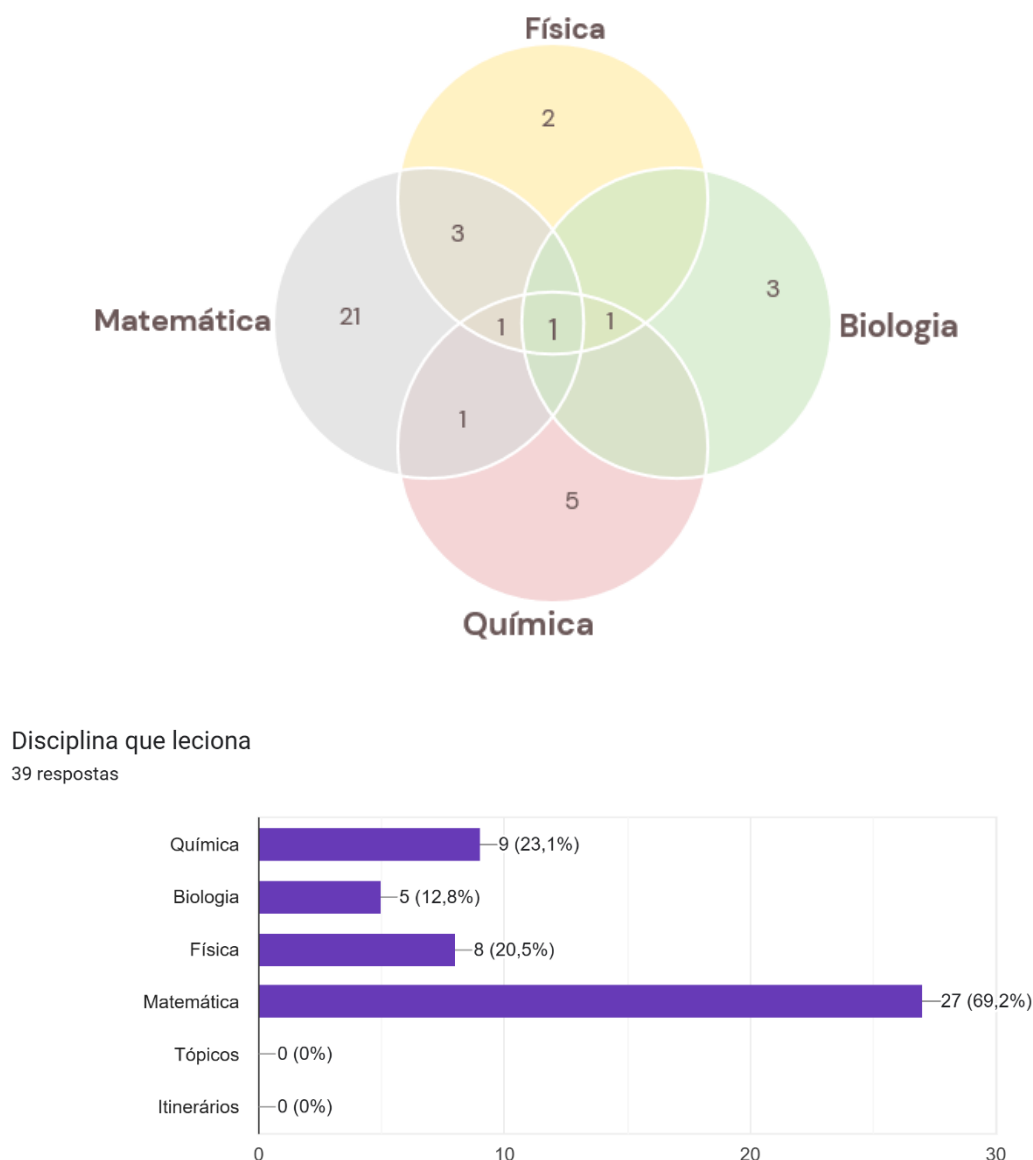


Figura 3.1: Distribuição dos professores por disciplina
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

A especialização, independente da área de atuação do professor, também se destaca. A maioria dos professores possuem especialização, seja *stricto senso* ou *lato senso*. Isso é revelado, quando se pergunta sobre a área de formação e sobretudo a participação em cursos específicos de matemática, revelando uma nuance importante. Acima de 80% dos respondentes – Figura 3.2 - afirmaram ter participado de alguma formação específica em matemática. Como temos apenas 69,2% conforme Figura 3.1 que atuam como professores de matemática, esse dado aponta para um cenário de uma possível integração no desenvolvimento das atividades de matemática com as atividades de ciências da natureza.

Você já participou de algum curso ou formação específica em matemática?
39 respostas

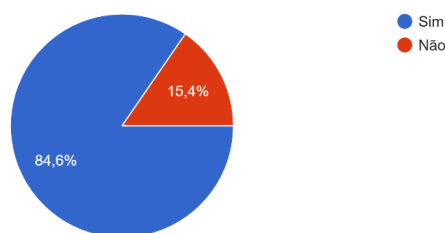


Figura 3.2: Especialidades
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

A experiência docente, apresentada na Figura 3.3, nos permite considerar que a trajetória docente, percebida pela maioria dos que responderam a pesquisa, mesmo diante de dificuldades pontuais com expressões ou conteúdos matemáticos mais complexos, demonstram autonomia para superá-las. Essa capacidade, revelada pela análise do tempo de atuação e do envolvimento com a disciplina que ministram, aponta para a construção de saberes experienciais que dispensam, nesses casos, suporte externo.

Quantos anos de experiência você tem como professor(a)?
39 respostas

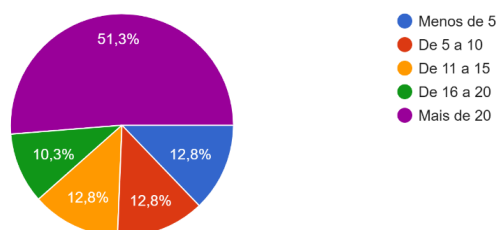


Figura 3.3: Experiência docente
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Não necessitar de ajuda para desenvolver atividades como expressões, fórmulas, funções ou conteúdos matemáticos que se apresentam em sua disciplina, conforme o Gráfico 3.4, não significa não querer que aconteça a integração entre as disciplinas, especialmente quando se trata de questões que se apresentam nas disciplinas de ciências da natureza (química, física e biologia) e que o professor necessita revisar outros conteúdos para que haja uma melhor compreensão do fenômeno estudado por parte do estudante. Essa preocupação surge quando os professores respondem que os estudantes apresentam dificuldades na compreensão

das fórmulas matemáticas ou expressões presentes nos conteúdos de suas disciplinas, conforme mostrado no Gráfico 3.5.

Quando aparecem questões que envolve algum tipo de cálculo como: expressões, funções exponenciais nas suas aulas, você necessita de ajuda para desenvolvê-las?

39 respostas

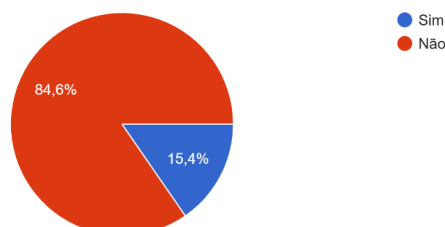


Figura 3.4: Necessidade de ajuda
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Os estudantes compreendem com facilidade as fórmulas de matemática e expressões que estão relacionadas e presentes nos conteúdos de sua disciplina?

39 respostas

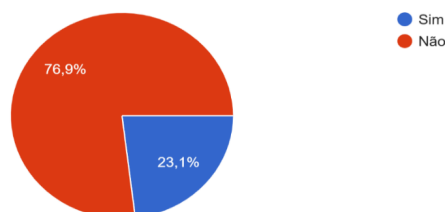


Figura 3.5: Compreensão das fórmulas pelos estudantes
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Uma observação importante, o percentual elevado de professores que responderam não terem necessidade de ajuda para o desenvolvimento de fórmulas e expressões matemáticas presentes em sua disciplina. Esse percentual certamente está relacionada ao nível de conforto ao ensinar tais fórmulas ou expressões. Avaliamos o nível de conforto dos professores quando solicitamos classificar de 1 a 5, sendo 1 é muito desconfortável e 5 muito confortável, seu nível conforto ao ensinar tais conceitos matemáticos - Gráfico 3.6 -, as respostas se concentram nos níveis 4 e 5 (confortável e muito confortável - 92,3% somados), mas com uma parcela significativa (53,8%) que se classifica no nível máximo 5 (muito confortável). Embora tenhamos, entre os pesquisados, um número expressivo de professores de matemática, nenhum professor se avaliou no nível 1 ou 2 (muito desconfortável ou desconfortável) e apenas 7,7% no nível 3 (pouco confortável), sugerindo uma percepção do domínio

das competências básicas da matemática por parte de quase todos os respondentes da pesquisa.

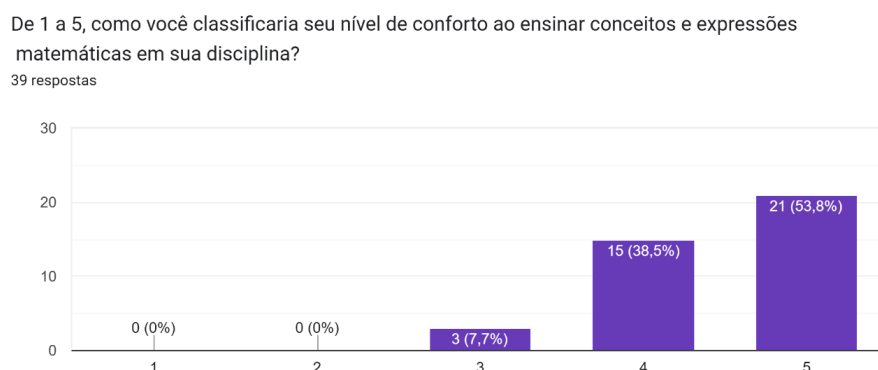


Figura 3.6: Conforto ao ensinar fórmulas matemáticas
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Com base nesse cenário de autoeficácia matemática, fica evidente que a questão central para a integração não reside em uma lacuna de conhecimento técnico, mas na transposição didática desse conhecimento para um contexto interdisciplinar aplicado. A segurança demonstrada pelos professores não é, portanto, um ponto de chegada, mas um ponto de partida sólido e promissor para uma evolução na prática pedagógica.

Isso nos impele a analisar a pesquisa sob a ótica de que a modelagem matemática e a integração curricular representam, não uma obrigação, mas uma opção estratégica qualificada para o desenvolvimento profissional docente. Trata-se de um caminho voluntário e enriquecedor que parte do domínio individual dos conteúdos para alcançar uma práxis colaborativa e contextualizada. O foco, portanto, desloca-se da superação de deficiências para a potencialização de competências já existentes, canalizando-as para a construção coletiva de planejamentos integrados, sequências didáticas conjuntas e avaliações continuadas que verdadeiramente conectem a matemática à química, à física e à biologia. A integração, nesta perspectiva, deixa de ser um desafio a ser temido e se converte em uma ferramenta de aperfeiçoamento e ressignificação do próprio ato de ensinar.

A análise das respostas às questões abertas indica que o maior desafio percebido pelos professores não está ligado a sua própria dificuldade ou formação, entendem que a dificuldade reside na falta de base matemática e o desinteresse dos alunos. Respostas do tipo “grande parte dos alunos que chegam no ensino médio veem com grande dificuldade em conceitos básicos de matemática”, reforçam a dificuldade

de se trabalhar conteúdos mais elaborados de matemática. Não entende, que seguiu por sugestões que ajudariam a superar essas dificuldades.

Quando questionados sobre como a matemática poderia ser melhor integrada ao currículo de suas disciplinas, os professores apresentaram um amplo espectro de sugestões, revelando não apenas um reconhecimento da importância dessa integração, mas também um repertório diversificado de possibilidades construído a partir de suas práticas. As propostas variaram desde a estruturação de um planejamento pedagógico integrado entre áreas — o que aponta para a necessidade de romper com o isolamento disciplinar — até a criação de projetos práticos voltados para a resolução de problemas do cotidiano dos estudantes, sugerindo uma aproximação com perspectivas pedagógicas que valorizam a contextualização e a interdisciplinaridade.

Essa diversidade de ideias reflete o que autores como Japiassu (1976) e Fazenda (2011) denominam como o movimento em direção à superação da fragmentação do conhecimento. Ao propor ações que articulam disciplinas e conectam a escola à vida, os docentes demonstram uma sensibilidade para com as demandas contemporâneas da educação, que não se limita à transmissão de conteúdos estanques, mas busca formar sujeitos capazes de compreender a complexidade do mundo.

Para ilustrar essa percepção de forma mais vívida, destacamos a seguir algumas das respostas às questões abertas, que sintetiza o espírito das proposições coletadas:

Acredito que a matemática pode facilitar a compreensão mais aprofundada de temas de outras disciplinas que utilizam conceitos matemáticos. Isso pode ser feito desenvolvendo sequências de aulas interligando as disciplinas e buscando compreensão do contexto, dos objetos de estudo e investigação.

Penso que a linguagem matemática é a forma mais clara para entender a outras disciplinas.

Quando ensinamos matemática, estamos ensinando a criança a tomar decisões e estas decisões podem ser tomadas em qualquer matéria.

Nem sempre o ensino da matemática está associado a uma situação real da criança, então quanto a gente faz a ligação com uma disciplina como a química ou a biologia e o outro professor consegue aproveitar essa ligação, os conteúdos passam fazer algum sentido para ele.

A fala professor é particularmente significativa por dois motivos. Primeiro, ela desloca a matemática de um lugar de ferramenta meramente instrumental para o de linguagem facilitadora da compreensão — ou seja, ela não é apenas aplicada, mas ajuda a dar sentido a fenômenos estudados em outras áreas. Segundo, ao mencionar a necessidade de "compreensão do contexto, dos objetos de estudo e investigação",

o docente evoca uma postura investigativa que aproxima o ensino da lógica da pesquisa, sugerindo que a interdisciplinaridade não é apenas um arranjo curricular, mas uma postura epistemológica diante do conhecimento.

Essas percepções reforçam a ideia de que os professores não são meros executores de diretrizes, mas protagonistas na construção de propostas curriculares inovadoras. Suas vozes, aqui representadas, apontam caminhos concretos para que a integração da matemática às demais disciplinas deixe o plano da intenção e se materialize em práticas pedagógicas significativas, tanto para docentes quanto para estudantes.

Ao serem instados a propor mecanismos para uma maior integração da matemática aos currículos de suas respectivas disciplinas, os docentes pesquisados elencaram um repertório diversificado de sugestões. O espectro das proposições abrange desde intervenções de ordem macroestrutural – como a institucionalização de um planejamento pedagógico articulado entre diferentes áreas do conhecimento – até iniciativas de ordem prática – concretizadas na elaboração de projetos didáticos que utilizem a matemática como ferramenta para abordar problemáticas do cotidiano discente.

O instrumento de pesquisa também buscou identificar os motivos que levaram a escolha profissional dos docentes. Essa abordagem visa mapear as relações de afinidade e domínio prévio com os conteúdos, considerando tais fatores como elementos potencialmente influentes nas facilidades ou dificuldades experienciadas no desenvolvimento do trabalho pedagógico. Ao responderem a pergunta: "Como foi a sua escolha para trabalhar com a disciplina que você atua hoje?", a palavra-chave que emerge é "Afinidade". Expressões como "Devido a facilidade e o gosto pela disciplina", "Sempre gostei da matemática", "A afinidade e facilidade com os conteúdos de Química" e "Simplesmente escolhi trabalhar com o que eu tinha mais facilidade" dominam o quadro. Esse é o primeiro e mais poderoso caminho possível: partir do que motiva e dá expertise natural ao professor. Um planejamento integrado que ignore as afinidades pessoais dos docentes envolvidos, pode enfrentar dificuldades. O sucesso da integração deve ressoar com a história de identificação profissional desses docentes.

Contudo, para que esse potencial de identificação seja efetivamente canalizado em práticas pedagógicas inovadoras, é necessário superar desafios concretos. A pesquisa evidencia que, apesar de reconhecerem os benefícios da integração entre as disciplinas (listados nas respostas abertas como "melhor compreensão", "contextualização", "relação com a realidade"), os professores enfrentam barreiras estruturais que dificultam a implementação sistemática de um planejamento integrado.

A primeira barreira, e talvez a mais citada em toda a pesquisa, é a falta

de tempo. Nas respostas abertas sobre os "principais desafios na implementação de um planejamento integrado e interdisciplinar", o tempo é o índice de citações. Frases como "O tempo disponível que envolve os professores agirem em conjunto", "Falta de tempo, deveria haver no calendário uma parada mensal somente para isso", "O tempo para que esses professores possam discutir e planejar", e "Falta de tempo para os professores planejarem de forma coletiva" aparecem repetidamente. Este não é um tempo informal, mas tempo institucional, planejado e remunerado, que não existe na estrutura escolar atual. O professor está sobrecarregado com aulas, correções, planejamentos individuais e reuniões administrativas, restando-lhe pouca ou nenhuma margem para o diálogo horizontal com colegas de outras áreas.

A segunda barreira é a falta de formação específica e a falta de suporte pedagógico. O Gráfico 3.7 mostra que (74,4%) dos professores nunca participaram de formações sobre interdisciplinaridade ou modelagem matemática. Esse fato reflete na dificuldade encontrada para um trabalho integrado com outras disciplinas, que tenha a modelagem como recurso pedagógico.

Quando perguntados se no seu local de trabalho, ou na região onde atua, existe algum programa de formação continuada para professores com suporte pedagógico permanente acompanhando essa formação, as respostas nos levam a entender que, apesar de existirem diversos programas de formação, falta orientação para que tais formações sejam canalizadas para a necessidade do professor. Um professor foi categórico em sua resposta: "Não diria formações adicionais... Não se adquire uma competência nessa área com alguns cursos curta duração... É um estudo para uma especialização", indicando a percepção de que a integração exige uma mudança profunda na formação, não apenas capacitações pontuais.

Você participa de algum grupo de estudo ou formação continuada que aborda a interdisciplinaridade e a modelagem matemática?
39 respostas

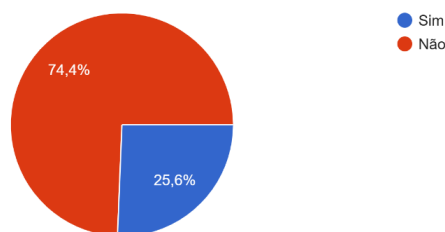


Figura 3.7: Formação interdisciplinar.
Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Em síntese, a análise dos dados da pesquisa converge para uma conclusão central: revela um corpo docente consciente da importância da matemática, do en-

tendimento e compreensão do que é como trabalhar a modelagem matemática e do como se apropriar das nuances de um planejamento verdadeiramente integrado, mesmo que seja entre a matemática e qualquer uma das disciplinas de ciências da natureza, mas asfixiado por uma estrutura escolar que não oferece um programa apropriado para apoiar a integração. Os dados desta pesquisa sugerem que a resistência à integração da matemática com outras disciplinas, quando identificada, não deve ser interpretada como uma recusa ao novo ou como comodismo. Revela-se, antes, como sintoma de um contexto mais complexo. O professor não é resistente à integração; ele está sobrecarregado por múltiplas jornadas e exigências burocráticas, sente-se despreparado para articular conteúdos que historicamente foram ensinados de forma estanque e, cotidianamente, enfrenta o enorme desafio de ensinar a alunos cujo distanciamento dos conceitos fundamentais da matemática básica se mede em anos, não em aulas. Essa defasagem, fruto de trajetórias educacionais marcadas por descontinuidades, exige do docente um esforço constante de remediação que consome tempo e energia, frequentemente inviabilizando investimentos em propostas integradoras. Reconhecer essa realidade não significa naturalizá-la, mas sim apontar que qualquer estratégia de integração curricular precisará, necessariamente, contemplar ações de apoio ao professor e de enfrentamento das defasagens de aprendizagem dos estudantes. De fato, os dados apresentados evidenciam dificuldades como:

1. Falta de tempo institucional para planejamento colaborativo.
2. Falta de formação continuada focada em modelagem e interdisciplinaridade.
3. Defasagem matemática dos alunos, que desvia o foco do conteúdo específico para a revisão de pré-requisitos.
4. Currículo extenso e engessado, que prioriza a cobertura de conteúdos em detrimento da profundidade e da conexão.
5. Insegurança pontual de alguns professores com tópicos matemáticos mais complexos.

O resultado desta pesquisa mostra que a vontade de fazer e o reconhecimento do valor da prática integrada existem. No entanto, sem intervenções no nível macro – como a criação de horários coletivos remunerados, a oferta de formação especializada e contínua, e a revisão dos currículos para promover maior flexibilidade e articulação –, o planejamento interdisciplinar continuará sendo uma exceção, dependente do esforço sobre-humano de alguns professores, em vez de uma regra no ambiente escolar. A mensagem final dos dados é clara: os professores estão dispostos, mas o sistema de ensino precisa fornecer as condições mínimas para que essa disposição se transforme em prática efetiva e transformadora.

A modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia: Desafios e Estratégias na integração entre professores

4.1 A interconexão das ciências

A sociedade tem avançado em ritmo acelerado, transformando radicalmente o modo como produzimos e compreendemos o conhecimento. Se “ontem” tratávamos da tabela periódica e da penicilina, “hoje” discutimos biotecnologia e física quântica. Para o “amanhã”, que temas nos esperam? O que essas mudanças evidenciam é que as descobertas científicas contemporâneas não se apresentam de forma isolada, mas sim como um tecido complexo e interligado. A Química, a Biologia e a Matemática dialogam de maneira tão profunda que, muitas vezes, é impossível distingui-las em um fenômeno real. Nas palavras do pensador da educação Ubiratan [D’Ambrosio \(1996a\)](#) a ciência é:

Uma prática social, e a educação deve refletir essa natureza interconectada ([D’Ambrosio, 1996a](#)).

Neste contexto dinâmico, a matemática apresenta-se como uma linguagem universal permeando a Ciência, de forma tanto implícita quanto explícita, modelando e universalizando as informações. Ela cumpre, portanto, duas importantes funções. Por um lado, é uma ciência em si, que desenvolve importantes resultados teóricos, mas também um código que estrutura o pensamento científico e integra saberes, como destaca [Miorim \(1998\)](#):

A matemática é a linguagem das ciências, não apenas seu instrumento, mas parte constitutiva de seu discurso ([Miorim, 1998](#)).

Se é fato que, grande parte das descobertas contemporâneas não se apresentam de forma isolada, então é preciso reconhecer que estamos diante de uma estrutura que exige nossa intervenção. De fato, a ação do professor, em nível básico,

cumprir dois importantes papéis: por um lado, serve como processo embrionário e motivacional para o estudante, que terá seus primeiros contatos com o fazer científico, incentivando futuras pesquisas em universidades, laboratórios especializados ou mesmo em empresas; por outro lado, pode contribuir com o desenvolvimento de pesquisas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem, ampliando a compreensão das práticas educativas e qualificando o trabalho docente.

No entanto, esse potencial integrador muitas vezes esbarra em um currículo fragmentado, que trata as disciplinas como compartimentos estanques. Nas palavras de [Sacristán \(2000\)](#):

O currículo tradicional está pensado para a disciplina, não para a integração ([Sacristán, 2000](#)).

O que dificulta uma abordagem que reflita a verdadeira complexidade e interconexão dos fenômenos naturais e tecnológicos.

É nesse cenário que a Modelagem Matemática emerge como uma proposta pedagógica transformadora. Mais do que uma técnica, ela constitui-se como uma metodologia ativa que, ao traduzir problemas reais em linguagem matemática, favorece a interconexão entre áreas do saber. Conforme [Bassanezi \(2002\)](#):

A modelagem não se limita a aplicar fórmulas, mas permite ao aluno interpretar a realidade, tornando o conhecimento significativo ([Bassanezi, 2002](#)).

Partir da convicção de que a Modelagem Matemática pode servir como recurso pedagógico integrador, capaz de articular conceitos da Química e da Biologia, proporcionando uma visão mais holística, crítica e significativa do conhecimento científico, é o nosso desafio. Enfrentar e superar esse desafio, não apenas aproxima as disciplinas, mas também prepara estudantes para interpretar um mundo que é, por natureza, interdisciplinar e holístico.

Diante de um cenário tradicionalmente fragmentado e compartimentado, com saberes cada vez mais especializados, propor que as ciências naturais possam ser melhores compreendidas a partir da modelagem matemática, é ter o entendimento de que a matemática não se limita a ser uma aplicação de fórmulas e cálculos; ela é essencialmente uma linguagem que descreve e explica os processos naturais, sendo fundamental tanto no ensino de química quanto de biologia. Por meio de modelos matemáticos, estudantes do ensino médio podem visualizar e manipular variáveis que descrevem reações químicas, decomposição de materiais, crescimento e dinâmicas populacionais, redução de gases e materiais poluentes, estruturas moleculares, controle de pragas em lavouras, entre outros fenômenos, o que enriquece a compreensão e facilita a aplicação prática dos conceitos teóricos.

Contudo, aplicar a modelagem matemática como ferramenta pedagógica, ou metodologia ativa, que permita a interconexão dos saberes, quando interligada às ciências da natureza, especialmente química e biologia, exige proximidade entre os profissionais envolvidos (professores das referidas áreas), integração curricular, planejamento conjunto de forma interdisciplinar e execução compartilhada de aulas. As vantagens da proposta não chegam ser uma novidade para o cenário educacional brasileiro, no entanto, incompatibilidade de horários, da carga horária de cada professor e da dificuldade de planejamento integrado, são desafios à construção de situações que apresentem a modelagem matemática como um processo natural, tanto nas aulas de química quanto nas de biologia.

Outros desafios, como dificuldade de alteração das propostas curriculares bimestrais, a falta de sintonia entre conteúdos, a ausência de materiais didáticos adequados para o planejamento colaborativo, a dificuldade em implementar mudanças metodológicas na prática escolar, ausência de uma formação continuada de professores, estão presentes no seu cotidiano. Para superar esses desafios, é necessário que haja uma colaboração estreita entre professores que se propõem a um planejamento integrado, seja de matemática, química, biologia ou outra frente curricular que mantenha características que possam ser planejadas em conjunto. Argumenta-se que um professor proficientemente versado na integração de modelos matemáticos pode oferecer uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente, no entanto, esse mesmo professor se limita a trabalhar os modelos matemáticos somente nas aulas de matemática e quase sempre não está conectado com os professores de química e biologia.

Não é novidade trazer à tona uma discussão dessa natureza, pois, como disse [Fazenda \(2011\)](#):

A integração entre saberes pressupõe uma ruptura com a organização curricular fragmentada e a adoção de uma postura colaborativa, o que exige mudanças não apenas na prática docente, mas na própria cultura escolar e na gestão do tempo pedagógico ([Fazenda, 2011](#)).

Diante desta afirmação de Fazenda, temos como objetivo, investigar e propor estratégias para o uso da Modelagem Matemática como ferramenta pedagógica integradora no ensino de Química e Biologia no Ensino Médio. Buscamos, a partir de uma proposta de Sequência Didática Integrada, entender como a aplicação de modelos matemáticos pode facilitar a compreensão de fenômenos naturais nessas áreas, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado.

Procuramos identificar na prática, situações como: planejamento integrado e colaborativo, construção de sequência didática interdisciplinar que respeite os

conteúdos de cada disciplina, aplicação de aulas em conjunto e elaboração de instrumentos de avaliação que validem a aprendizagem dos estudantes.

Conforme esperado, tendo em vista a pesquisa realizada para compreender o comportamento e as dificuldades dos professores ao buscarem a construção de novas metodologias que possam ser empregadas em sua prática pedagógica com o intuito de melhorar a aprendizagem dos estudantes, o processo demandou expressivo empenho coletivo, intensa negociação de tempos e conteúdos, e o aproveitamento de brechas na agenda escolar para trocas significativas. Esses esforços resultaram na certeza de que foi construído um instrumento que não apenas integrou disciplinas, mas também estreitou a colaboração entre os docentes envolvidos.

A utilização de estratégias possíveis, como escolha de habilidades e objetos de conhecimento das disciplinas de matemática, química e biologia a serem desenvolvidos em uma série, mesmo que não estivessem dentro de um mesmo bimestre, gerou integração entre docentes, flexibilização curricular e aumentou o espírito de colaboração. Trabalhamos juntos, criamos um ambiente de aprendizagem sinérgico no qual a matemática deixou de ser vista apenas como suporte técnico e passou a ser um elemento unificador, dando sentido prático aos conceitos da química e aos processos biológicos.

Quem nunca se perguntou, nos tempos de escola, como a matemática poderia ajudar a desvendar os fenômenos da biologia e da química? Essa curiosidade, que nos acompanha desde a formação inicial, ressurgiu agora na fala dos professores entrevistados. Se, por um lado, a pesquisa revela que o tempo escasso é um dos grandes vilões da prática docente — limitando o planejamento e a experimentação —, por outro lado, os mesmos dados mostram que isso não apaga a afinidade dos professores com suas disciplinas e as outras. Há, nesse cenário, uma contradição fecunda: o interesse e a identificação com a área de atuação persistem, mesmo quando as condições de trabalho dificultam a realização plena do desejo de ensinar de forma integrada e significativa.

A resposta inicial, intimamente ligada a visão de mundo de cada professor, por um lado enriquece a proposta e por outro pode levar a um excessivo foco em uma das disciplinas envolvidas. Foi necessário demonstrar que a modelagem matemática representa uma ferramenta pedagógica de imenso valor para o ensino de ciências, especialmente nas disciplinas de química e biologia. Nesse sentido, a modelagem matemática não pode ser considerada uma disciplina, pois ela é uma ponte que conecta o universo abstrato dos números com a realidade tangível das ciências biológicas e químicas. Ela permite que estudantes e professores visualizem, entendam e prevejam fenômenos complexos de forma clara e eficiente. Por compreender que a linguagem matemática é uma linguagem universal, podemos assumir que esta

linguagem é capaz de unir professores de biologia, de química e de matemática de forma interdisciplinar. Cada situação problema apresentada pela química ou pela biologia, pode ser desvendada por algum modelo matemático, preservando os padrões biológicos, otimizando reações químicas e construindo um entendimento profundo e integrado do mundo ao nosso redor. Essa intersecção não só enriquece o aprendizado, mas também abre portas para inovações tecnológicas e científicas, dentro e fora da sala de aula, pois conforme [D'Ambrosio \(1996a\)](#):

Na educação científica, a modelagem matemática não é apenas um método de ensino, mas um modo de pensar que integra diferentes campos do conhecimento, preparando o estudante para uma visão sistêmica da realidade ([D'Ambrosio, 1996a](#)).

A educação científica enfrenta o desafio constante de tornar conceitos abstratos e complexos do mundo real em algo acessível e compreensível para os estudantes. A modelagem matemática surge como uma resposta que permite a compreensão da representação e simulação de processos biológicos e reações químicas de maneira quantitativa e visual. Este método não só facilita a aprendizagem, mas também desenvolve habilidades analíticas e críticas nos estudantes, essenciais para a resolução de problemas no mundo real.

Na biologia e na química, a modelagem matemática ajuda a simular o crescimento de populações, a disseminação de doenças, o funcionamento de ecossistemas inteiros, o cálculo de concentrações, a previsão de resultados em reações, o entendimento da termodinâmica, o acompanhamento na decomposição de materiais, o cálculo da meia vida de materiais radioativos, a compreensão do significado das prescrições médicas de antibióticos e anti-inflamatórios, as proporções das porções alimentares, a assimilação do crescimento de uma epidemia, entre outros.

Na matemática, essa abordagem transcende a mera aplicação de fórmulas; ela constitui uma linguagem poderosa e precisa para decifrar a lógica intrínseca dos sistemas vivos, transforma a ferramenta em interpretação. Quando um estudante utiliza a matemática para descrever o crescimento de uma população, a difusão de um neurotransmissor ou a cinética de uma reação enzimática, a verdadeira potência emerge não da capacidade de calcular, mas da competência para interpretar. Compreender a natureza de uma função exponencial, por exemplo, permite ler na curva de um gráfico muito mais do que números: revela uma estratégia reprodutiva, a explosão de uma infecção ou a disponibilidade ilimitada de recursos. A derivada deixa de ser um operador abstrato para se tornar a taxa de variação reflete a aceleração de uma resposta imunológica ou a velocidade de absorção de um nutriente.

Isso significa que, ao utilizar a modelagem matemática, os estudantes estão prontos para inovar processos industriais, desenvolver novos materiais e até mesmo

contribuir para novas descobertas, compreendendo a dinâmica e as interações vitais para a preservação da vida. Trata-se de um ganho de mão dupla, pois os conteúdos de química e biologia ganham melhor interpretação e, portanto, melhor sentido. O mesmo ocorre com os conteúdos de matemática.

Nesse sentido, fica evidente a importância da integração entre as disciplinas. Daí surge o questionamento. Por que existem tantas dificuldades para a implementação de um planejamento integrado e colaborativo se a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressoa essa necessidade?

O planejamento requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades ([Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018](#))

Motivados pela compreensão dos benefícios da utilização da modelagem matemática para o entendimento dos objetos de conhecimento de biologia e química, cientes das dificuldades envolvidas no processo, partimos do pressuposto de que o currículo, muitas vezes entendido como uma lista linear de conteúdos a serem cumpridos, atua como uma força centrífuga, separando as disciplinas, poderia ser enriquecido por uma proposta integrada que fizesse sentido para docentes e discentes.

Tivemos o cuidado de nos debruçar sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), compreendendo suas conexões e traduzindo suas interpretações no que diz respeito às competências gerais e áreas de conhecimento. Esse movimento analítico foi necessário para percebermos como a BNCC organiza os componentes curriculares a partir de objetos de conhecimento específicos e como esses objetos são distribuídos ao longo dos bimestres, em forma de proposta curricular que, em determinadas habilidades, acaba por reforçar a visão compartimentalizada das disciplinas. Dentro dessa lógica fragmentada, o professor de Biologia, por exemplo, sente-se pressionado a "esgotar" todo o conteúdo de genética ou ecologia em um determinado bimestre ou série, enquanto o professor de Matemática precisa "avançar" rapidamente por funções exponenciais ou estatística, e o professor de Química vê-se na obrigação de cobrir integralmente tópicos como estequiometria, equilíbrio químico ou funções orgânicas. Essa corrida contra o tempo, imposta por um currículo extenso e rígido, revela um receio legítimo entre os docentes: o de que a integração entre disciplinas possa "roubar" tempo precioso do que consideram o conteúdo essencial de suas áreas. Essa lógica é ainda reforçada por sistemas de avaliação em larga escala que, em sua maioria, testam habilidades disciplinares de forma isolada,

criando um descompasso estrutural entre o discurso da integração curricular e a prática avaliativa predominante. O professor, nesse contexto, vê-se dividido entre o desejo de inovar e a necessidade de preparar seus alunos para exames que ainda operam sob uma lógica fragmentada do conhecimento.

A vivência de uma rotina intensa, demonstrou que o “tempo” outrora mencionado na pesquisa com professores, é um dos maiores vilões para a construção de um planejamento integrado. Os professores vivem uma rotina intensa, com muitas aulas para preparar, provas para corrigir e relatórios para preencher. Quando sobra um momento livre, a tendência natural é focar na própria disciplina. A ideia de sentar-se com um colega de outra área para planejar atividades integradas, por mais interessante que seja, acaba sendo vista como um luxo que poucos podem se permitir.

Apesar de todas essas dificuldades, é importante lembrar que valeu a pena insistir nessa proposta de integração, durante nossos encontros, reforçamos aquilo que já sabíamos, a matemática faz parte da explicação de muitos fenômenos e ações humanas, estando presente nas curvas de crescimento populacional, nos padrões de herança genética, nos modelos epidemiológicos, na análise de dados experimentais, no cálculo das concentrações de açúcares e gorduras dos alimentos, nos cálculos de ganho e consumo de calorias, nas preparações das receitas culinárias, etc. Compreendida essa importância fundamental da matemática como linguagem interpretativa, nosso desafio prático foi encontrar um objeto de conhecimento que servisse de catalisador. Precisávamos de um tema capaz de estimular os estudantes não apenas a identificar, mas a compreender e a demonstrar ativamente as conexões entre os modelos matemáticos e os processos biológicos e químicos que eles representam.

4.2 Caminhos possíveis para a superação dos obstáculos visíveis e invisíveis no ambiente escolar

Analisar e superar as barreiras que dificultam a realização de um processo pedagógico constitui um desafio complexo — uma verdadeira arte do possível que, no entanto, integra a essência da profissão docente. Especialmente quando se trata de concretizar um planejamento curricular integrado, essa arte exige mais do que boa vontade: demanda transformações profundas, que envolvem tanto o plano conceitual — a maneira como se compreende e organiza o conhecimento — quanto o plano estrutural — a organização do tempo, dos espaços e dos recursos da escola. Assim, a integração curricular não é um simples ajuste metodológico, mas um processo de reinvenção da prática educativa, que começa pela revisão dos funda-

mentos que orientam o ensino e se estende à reconfiguração concreta do ambiente de aprendizagem. Nosso entendimento sinaliza para um cenário onde é fundamental institucionalizar horários dedicados ao planejamento colaborativo, reconhecendo essa prática como parte integrante da carga docente. Paralelamente, repensar os espaços físicos das escolas, criando ambientes que favoreçam a cooperação interdisciplinar. Ademais, propor uma flexibilização curricular, com a adoção de temas geradores bimestrais que, por sua natureza complexa, demandem naturalmente a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma abordagem pedagógica verdadeiramente integradora. Conforme atesta [Thiesen \(2008\)](#).

A efetivação da interdisciplinaridade exige uma mudança na cultura docente, do isolamento para a colaboração, o que pressupõe momentos de discussão coletiva e negociação de tempos e espaços ([Thiesen, 2008](#)).

Ao invés de simplesmente "cobrir" conteúdos isolados, os professores poderiam trabalhar em torno de questões complexas que demandam múltiplas perspectivas para serem compreendidas, sendo fundamental investir em formação continuada, alinhada ao desejo do professor, conforme demonstrado na pesquisa entre professores, dando oportunidades para desenvolver, com segurança epistemológica, o trabalho de forma integrada. [Nóvoa \(1992\)](#) reforça que:

O planejamento colaborativo é um potente dispositivo de formação em serviço, promovendo a troca de perspectivas e uma cultura profissional compartilhada ([Nóvoa, 1992](#))

Para que a integração interdisciplinar deixe de ser uma atividade periférica e se torne o cerne da prática escolar, é imperativo que o sistema educacional reconheça e valorize formalmente o trabalho colaborativo. Quando essa colaboração é institucionalmente incentivada e recompensada, ela transcende a condição de "adicional" e se consolida como pilar da cultura pedagógica. Precisamos vislumbrar uma escola na qual professores de matemática, biologia e química planejem e atuem conjuntamente, onde os estudantes percebam as conexões entre os saberes que a aprendizagem ocorra de modo contextualizado e significativo.

Embora ambiciosa, essa visão é plenamente realizável — contudo, demanda um esforço coordenado que ultrapassa a esfera individual do professor. Trata-se de um desafio coletivo, que convoca gestores, formuladores de políticas públicas e a sociedade em geral. A transformação da integração disciplinar de ideal teórico em prática sustentável exige uma ação articulada nas dimensões estrutural, formativa e cultural das instituições de ensino. Esse empenho se justifica pelo potencial formador dessa abordagem: capacitar os estudantes a interpretarem o mundo em sua complexidade e interdependência.

Ao demonstrar que a matemática é uma linguagem para decifrar a vida, que a biologia vai além da nomenclatura para revelar sistemas vivos em interação, e que a química desvenda padrões e relações quantificáveis na matéria, contribuímos para uma educação não apenas mais significativa, mas verdadeiramente transformadora. Cada pequeno passo dado nessa direção representa uma vitória para todos aqueles que acreditam em uma educação mais integrada, mais humana e mais conectada com a complexidade do mundo real.

A modelagem matemática, nesse cenário, é vista como um dos caminhos metodológicos mais promissores para sanar essa dicotomia. Ao exigir que o aluno utilize o formalismo matemático para descrever, analisar e prever um fenômeno químico ou biológico real (como a curva logística de crescimento de uma colônia de leveduras ou a variação na concentração de uma substância ao longo do tempo), a modelagem força a intersecção dessas áreas. Bassanezi (2002) ressalta que essa metodologia confere significado ao conhecimento, transformando o professor de um mero transmissor de regras em um mediador de investigações.

É importante, contudo, situar essa proposta em seu devido contexto. O potencial transformador da modelagem matemática, tal como aqui defendido, não implica uma reestruturação radical e imediata do currículo ou uma superação completa da lógica disciplinar vigente. Trata-se, antes, de uma intervenção pontual e estrategicamente adaptada às condições concretas da escola atual — uma que reconhece as pressões curriculares, as defasagens de aprendizagem e a sobrecarga docente, mas que, ainda assim, aposta na potência de pequenos gestos pedagógicos. Cada atividade de modelagem desenvolvida, cria uma fissura na compartimentalização do saber, oferecendo aos estudantes e professores a oportunidade de experimentar, ainda que temporariamente, uma outra forma de habitar o conhecimento escolar. É nesse sentido que falamos em transformação: não como um ponto de chegada, mas como um processo que se alimenta de cada conquista, de cada pequeno passo dado na direção de uma educação integrada e humana. É o que observamos, por exemplo, na atividade desenvolvida de forma integrada entre professores de Matemática, Química e Biologia sobre alimentação saudável e balanceada, relatada adiante. Tratou-se de uma intervenção de poucas aulas, mas que, segundo os próprios participantes, modificou sua percepção sobre o papel da matemática. Cada atividade de modelagem desenvolvida, por mais localizada que seja, cria uma fissura na compartimentalização do saber, oferecendo a estudantes e professores a oportunidade de experimentar, ainda que temporariamente, uma outra forma de habitar o conhecimento escolar. É nesse sentido que falamos em transformação: não como um ponto de chegada distante, mas como um processo que se alimenta de cada vitória pontual, de cada pequeno passo dado na direção de uma educação mais integrada e humana.

A Modelagem Matemática como Estratégia Interdisciplinar no Ensino de Ciências da Natureza: Uma Proposta de Planejamento Integrado em Conformidade com o DC-GOEM

O cenário educacional contemporâneo clama por abordagens que transcendam a fragmentação do conhecimento e promovam uma aprendizagem significativa e contextualizada. Documentos norteadores, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sinalizam uma mudança paradigmática ao enfatizar o desenvolvimento de competências e habilidades em detrimento da mera memorização de conteúdo. Conforme preconiza a própria BNCC, "o desenvolvimento dessas habilidades está intrinsecamente relacionado a algumas formas de organização da aprendizagem matemática, com base na análise de situações da vida cotidiana, de outras áreas do conhecimento e da própria Matemática". Esta visão posiciona a matemática não como um fim em si mesma, mas como uma linguagem universal para a interpretação do mundo.

Nesse contexto, as Ciências da Natureza, especificamente a química e a biologia (disciplinas escolhidas para propor integração com a matemática), apresentam fenômenos complexos cujas compreensão e previsibilidade são imensamente enriquecidas pela aplicação de ferramentas matemáticas e a aparente rigidez da organização por bimestre (bimestralização) dos objetos de conhecimento proposta nos documentos curriculares como Documento Curricular para Goiás - Ampliado (DC-GOEM) não pode ser um obstáculo de inflexibilidade para a adoção de projetos ou planejamentos integrados.

Esta pesquisa parte do pressuposto de que se a organização curricular por bimestre for tida como obstáculo, este deve ser superado por momentos de estudos e aprofundamento sobre planejamentos integrados e intencionais. O problema que

se coloca é, portanto: como planejar a integração entre matemática, química e biologia de forma a garantir um eixo articulador, sem deixar de cumprir os objetos de conhecimento e habilidades do DC-GOEM e, ao mesmo tempo, promover as competências fundamentais da BNCC?

A BNCC destaca que processos como "a resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática". A modelagem, em particular, destaca-se por sua natureza investigativa e integradora. Ela consiste no processo de traduzir uma situação-problema do mundo real para a linguagem matemática, manipulá-la dentro do sistema matemático para obter soluções e, por fim, interpretar essas soluções no contexto original do problema.

Sob essa perspectiva, a modelagem assume o duplo papel de objeto e estratégia, como aponta o documento. É estratégia quando utilizada para ensinar um conceito de Química (ex: cinética química) ou Biologia (ex: dinâmica de populações). É objeto de aprendizagem quando o próprio processo de modelar – formular, testar hipóteses, validar o modelo – se torna uma habilidade a ser desenvolvida pelo estudante.

Este processo é, por excelência, um catalisador para as competências do letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e do pensamento computacional. Ao modelar um fenômeno como a disseminação de um vírus (Biologia) ou a degradação de um poluente em um rio (Química), o estudante é compelido a desenvolver competências que transcendam as fronteiras disciplinares, preparando-se para resolver problemas complexos da vida real.

Reconhecida pela BNCC como mecanismo de apropriação do conhecimento, a interdisciplinaridade torna-se ferramenta pedagógica que transcende as disciplinas e permite a integração entre elas, de forma que o estudante amplie seus horizontes de conhecimento, valendo-se de modelos flexíveis, mas compreensíveis e adaptáveis para as situações de aprendizagem. A abordagem interdisciplinar favorece o desenvolvimento de competências como "pensamento científico, crítico e criativo" e "cultura digital", ambas destacadas na BNCC ([Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018](#)), que pode ser exemplificada nas ciências naturais como descrito a seguir:

- Crescimento populacional (Biologia e Matemática);
- Cinética química e funções exponenciais (Química e Matemática);
- Modelos preditivos em ecossistemas (Biologia, Química e Matemática).

É neste cenário que a modelagem matemática, apoiada na BNCC, deve figurar, não como protagonista, mas como aquela que favorece o processo de entendimento e compreensão, traduzindo situações reais em linguagem compreensível,

permitindo análises quantitativas, previsões, comparações e medições. De acordo com [Biembengut e Hein \(2003\)](#), “essa metodologia não apenas facilita a compreensão de conceitos científicos, mas também desenvolve habilidades como abstração, interpretação e resolução de problemas”. É nesse sentido que a matemática, como linguagem universal que conecta os conhecimentos, modela situações reais.

Além disso, [Morin \(2000\)](#) ressalta que a educação deve promover um "pensamento complexo", capaz de integrar diferentes saberes, o que corrobora a importância da interdisciplinaridade na BNCC, sugerindo que as escolas organizem situações de aprendizagem que envolvam mais de uma disciplina, incentivando a abordagem de temas transversais. Para que diferentes saberes sejam trabalhados, é fundamental que a escola, ou o sistema de ensino se organize de forma que haja um trabalho colaborativo, comprometido, sem vaidades e com um grau de envolvimento entre professores, que seja capaz de não só planejarem juntos, mas de ministrarem aulas conjuntas. [Libâneo \(2013\)](#) ressalta que “o trabalho conjunto de docentes de diferentes áreas permite a construção de projetos pedagógicos mais coesos, evitando a fragmentação do conhecimento”. Um exemplo prático seria:

Aula conjunta sobre pH e funções logarítmicas: enquanto o professor de química ou de biologia explica o conceito de pH e sua importância em sistemas biológicos, o professor de matemática pode demonstrar como a escala logarítmica é utilizada para representar a concentração de íons H^+ .

Exemplos como o citado acima, não tem o objetivo de dar significado simplório da integração entre disciplinas ou da utilização da modelagem matemática como metodologia salvadora do ensino-aprendizagem, pois todas as metodologias apresentam limitações. Além disso, professores mudam, o sistema muda, políticas educacionais podem ser modificadas, estudantes não apresentam o resultado esperado e daí necessitamos começar tudo novamente, sem medo, sem temores de que não vai dar certo, sem reservas. Pois modelar, também pode ser entendido como forma de resiliência, de persistência e de fazer tudo novamente como se estivesse fazendo pela primeira vez.

É sabido que necessitamos transformar desafios em oportunidades, não podemos utilizar desculpas de que não dá para fazer, é preciso compreender que, sendo em Goiás, ou qualquer outro estado da federação, teremos sempre além dos materiais propostos pela Secretaria de Educação para serem trabalhados bimestralmente, as Diretrizes Curriculares Nacionais presentes na BNCC. No caso, particular do estado de Goiás, as oportunidades estão listadas na forma de: Revisa, Desafio Crescer, Só Vem ENEM, Portal Net Escola, Diretrizes Curriculares Ampliadas e Bimestralizadas (DC-GOEM), que possuem orientações, prazos e condições específicas a serem desenvolvidas. No caso das diretrizes, elas estabelecem os conteúdos, habilidades

e competências que devem ser desenvolvidos em cada bimestre, garantindo uma estrutura padronizada e alinhada às expectativas de aprendizagem dos estudantes vinculados à rede, especificamente do ensino médio.

Dessa forma, o planejamento integrado mostra-se uma estratégia versátil, aplicável não apenas ao trio matemática, química e biologia, mas a diversas áreas do conhecimento, ainda que não apresentem afinidades de conteúdo imediatas. O valor central dessa abordagem reside mais na construção coletiva de ações pedagógicas que promovam o desenvolvimento integral do estudante do que na mera justaposição de tópicos disciplinares.

Nesse contexto, incorporar a modelagem matemática como ferramenta pedagógica torna-se fundamental para o ensino de ciências da natureza. Esta abordagem permite aos estudantes transcenderem a aprendizagem fragmentada, compreendendo fenômenos científicos complexos por meio de representações matemáticas e, assim, conectando de forma significativa a teoria à aplicação prática.

Ao alinhar as Diretrizes Curriculares para Goiás no Ensino Médio (DC-GOEM) com os materiais propostos e desenvolvidos pela da Secretaria de Estadual de Educação, os professores podem desenvolver atividades interdisciplinares que utilizam a modelagem para resolver problemas reais, como análises de dados ambientais, simulações físicas ou interpretações de gráficos em química e biologia. Essa estratégia não só reforça os conceitos matemáticos, mas também aproxima as ciências da natureza ao cotidiano dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e preparando-os melhor para avaliações como o ENEM, que valorizam habilidades interdisciplinares.

A viabilidade desta proposta reside no planejamento reverso (o planejamento reverso, também conhecido como "backward design", é uma abordagem que propõe que o planejamento de um projeto ou aula comece pelo resultado desejado. Em vez de seguir uma sequência linear tradicional, onde se define o conteúdo e as atividades antes de estabelecer os objetivos, o planejamento reverso inicia com a definição clara do que se espera que os alunos ou participantes aprendam ao final do processo) e integrado. Ao invés de ver a bimestralização do DC-GOEM como uma sequência linear e inflexível de conteúdos, os docentes de matemática, química e biologia podem analisá-la de forma conjunta, buscando pontos de convergência. Diante da estrutura oferecida pelas diretrizes curriculares, dos documentos utilizados pela Secretaria de Estado da Educação em Goiás e dos desafios práticos de conciliar, tempos, espaços, cronogramas, conteúdos e habilidades, emerge a pergunta operacional: como, de fato, materializar um planejamento integrado em modelagem matemática conjuntamente com biologia e química, que converta a lógica conjunta dos documentos oficiais em uma prática pedagógica unificada? A resposta não está

em sobrepor aulas ou compartimentar conteúdos, deslocando habilidades e objetos de conhecimento entre bimestres ou séries, mas em reorganizar o olhar sobre o currículo bimestral das disciplinas envolvidas no planejamento. É necessário um método claro que, partindo do mapeamento dos conteúdos obrigatórios, das habilidades para cada etapa e das competências a serem adquiridas em cada disciplina, conduza à construção de experiências de aprendizagem coesas em forma de projetos interdisciplinares e integradores.

Essa transição do marco teórico-regulamentar para a ação didática concreta é o cerne do processo de integração. Assim, propõe-se uma estratégia em duas etapas fundamentais: primeiro, um mapeamento sincrônico dos objetos de conhecimento e das habilidades em cada bimestre; e, em seguida, a eleição de um problema-eixo real que os articule. Para ilustrar a viabilidade dessa abordagem, listamos algumas habilidades e objetos de conhecimento presentes no DC-GOEM e de forma quase orgânica, apresentam inúmeras oportunidades em que a matemática, a química e a biologia convergem para explicar um mesmo fenômeno, criando o terreno fértil necessário para o emprego da modelagem matemática como ferramenta pedagógica central.

5.1 Planejamento Integrado em Ação: Estratégias para Conciliação Curricular

Nesta seção, apresentamos a construção do planejamento integrado desenvolvido para a atividade envolvendo os professores de Matemática, Química e Biologia em torno do tema alimentação saudável e balanceada. Descrevemos o percurso realizado — desde as primeiras conversas entre os docentes até a definição das atividades de modelagem —, destacando as escolhas pedagógicas, as negociações curriculares e os desafios enfrentados no processo de construção colaborativa.

As duas etapas da estratégia sugerida:

1. Mapeamento Sincrônico: No início do planejamento bimestral, os professores identificam os objetos de conhecimento de suas respectivas disciplinas previstos no DC-GOEM.
2. Eleição de um Problema-Eixo: Com base nos conteúdos mapeados, elege-se um problema complexo e relevante do mundo real que demande, para sua compreensão e solução, conceitos de todas as três áreas.

A análise do Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DC-GOEM), seja no recorte bimestral ou na progressão anual, permite identificar uma série de habilidades e objetos de conhecimento nas áreas de matemática, química e

biologia que apresentam relações intrínsecas de complementaridade. Esses elementos curriculares, distribuídos ao longo das três séries do Ensino Médio, configuram-se como pontos naturais de convergência disciplinar. Sua identificação sistemática não apenas evidencia a intencionalidade integradora presente no próprio documento, como também oferece a base concreta para a construção de sequências didáticas interdisciplinares. Nesse contexto, a modelagem matemática se apresenta como uma ferramenta pedagógica privilegiada para operacionalizar essa integração, traduzindo conceitos abstratos em representações aplicadas a problemas reais.

Observa-se, por exemplo, que diversos objetos de conhecimento nas ciências da natureza demandam, por sua própria natureza, uma abordagem que articule perspectivas da química e da biologia, e que encontram na linguagem matemática sua expressão quantitativa e analítica. A título de ilustração, podemos citar:

- Ciências da Natureza (Biologia e Química):
 - Relações ecológicas (ex.: dinâmica de cadeias alimentares);
 - Ciclos biogeoquímicos;
 - Genética de populações (ex.: desenvolvimento de resistência em organismos);
 - Funções orgânicas (ex.: estudo da molécula de um pesticida);
 - Reações químicas (ex.: processos de degradação de compostos);
 - Estequiometria (ex.: cálculo de concentrações em soluções).
- Matemática (fornecendo a ferramenta de análise e modelagem):
 - Funções exponenciais (para modelar crescimento e decaimento de populações ou de concentrações de compostos);
 - Estatística (para análise de dados de campo e experimentais);
 - Proporções e relações (para cálculos estequiométricos e escalas).

Mesmo que os tópicos acima fossem apenas justapostos, a sintonia natural entre as disciplinas seria evidente. Tomemos, por exemplo, a temática do impacto de um agrotóxico no meio ambiente. Sua investigação exige, de forma intrinsecamente articulada: a compreensão de sua estrutura molecular e reatividade (Química), a análise de seus efeitos sobre os organismos e as relações ecológicas (Biologia) e, por fim, um modelo para demonstrar sua dispersão no ambiente e a dinâmica de seus efeitos ao longo do tempo (matemática). Este caso ilustra como o exame atento das habilidades e objetos de conhecimento previstos no DC-GOEM permite selecionar aqueles que, por sua relevância contextual, apresentam-se de maneira orgânica como núcleos para a elaboração de propostas pedagógicas integradas. Nesse arranjo, a matemática assume o papel de eixo articulador e linguagem operatória,

fornecendo ferramentas necessárias para a quantificação, a previsão e a análise crítica dos fenômenos naturais investigados.

Apresentamos a seguir habilidades e objetos de conhecimento, constantes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de matemática, química e biologia que possuem convergências 'orgânica' para que se pense em um planejamento integrado.

5.2 Habilidades e objetivos que conectam matemática, química e biologia

O planejamento integrado entre diferentes disciplinas visa alcançar diversos objetivos fundamentais para a qualidade do processo educativo. Dentre esses objetivos, destacam-se: garantir a coerência pedagógica ao longo do percurso formativo, otimizar o tempo e os recursos disponíveis, promover a melhoria da aprendizagem dos alunos, fortalecer o trabalho em equipe entre os docentes e incentivar a colaboração entre os profissionais envolvidos. A implementação do planejamento integrado possibilita o desenvolvimento de múltiplas habilidades nos estudantes, tais como: capacidade de estabelecer conexões entre diferentes áreas do conhecimento, pensamento crítico e reflexivo, resolução de problemas complexos a partir de múltiplas perspectivas, criatividade para propor soluções inovadoras, comunicação eficaz para expressar ideias de forma clara e argumentativa, colaboração para trabalhar em equipe respeitando diferentes pontos de vista, autonomia para buscar e organizar informações de maneira investigativa e protagonismo estudantil para assumir responsabilidade pelo próprio aprendizado. Além disso, os docentes também desenvolvem habilidades como flexibilidade curricular, visão interdisciplinar do conhecimento, capacidade de diálogo com pares de outras áreas e competência para elaborar propostas pedagógicas contextualizadas com a realidade dos alunos. Para que um bom planejamento não fique apenas no papel ou seja elaborado de forma tendenciosa, algumas estratégias devem ser observadas:

- Identificar as necessidades da comunidade escolar;
- Estabelecer metas gerais para o projeto educativo;
- Criar objetivos específicos para cada disciplina envolvida;
- Mapear os conteúdos de cada disciplina e identificar os pontos de integração entre elas;
- Utilizar estratégias de aula em forma de projetos ou aulas com mais de um professor na turma (um professor de cada disciplina);
- Adotar avaliações formativas que considerem o caráter integrado do conhecimento;

- Realizar reuniões de alinhamento periódicas entre professores e coordenadores;
- Reavaliar continuamente o que foi planejado, a fim de adotar estratégias que favoreçam o aprendizado do estudante.

- Primeira série – primeiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT301B) Discutir interpretações científicas, confrontando os demais tipos de conhecimento construídos ao longo do tempo ou em diferentes culturas com o conhecimento científico para julgar hipóteses, previsões e estimativas empregadas nas explicações de diferentes fenômenos e processos físicos, químicos e biológicos.

(GO-EMCNT205C) Interpretar informações quantitativas por meio de linguagem gráfica, considerando coleta de dados e tratamento de informações obtidos a partir de processos químicos e biológicos para analisar resultados obtidos.

Matemática:

(GO-EMMAT313A) Registrar informações numéricas apresentadas em textos diversos (científicos, técnicos ou jornalísticos etc.), utilizando a notação científica para adequar a escrita de números muito grandes ou muito pequenos,

(GO-EMMAT313B) Resolver problemas de origem científica ou técnica, efetuando cálculos com números muito grandes ou muito pequenos, para expressar a solução com registros representados em notação científica;

(GO-EMMAT101A) Interpretar dados e informações (econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza) que envolvam a variação entre grandezas, pesquisando e analisando gráficos (funções e/ou taxas de variação) para avaliar situações gerais relativas ao cotidiano.

- Primeira série – segundo bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT101F) Descrever uma equação química, comparando a quantidade de átomos dos reagentes com a quantidade de átomos dos produtos formados na reação química para estabelecer relações matemáticas que permitam efetuar o balanceamento de uma equação química.

(GO-EMCNT202B) Compreender os mecanismos de adaptação dos seres vivos considerando os ecossistemas locais e intervenções antrópicas que os modificam para relacionar essas adaptações à sobrevivência deles no meio ambiente.

Matemática:

(GOEMMAT402C) Reconhecer as relações existentes entre duas grandezas, em que uma é diretamente proporcional ao quadrado da outra, dentro de textos técnicos e/ou científicos, relacionando gráficos para resolver problemas relacionados ao cotidiano.

(GO-EMMAT302C) Modelar problemas que envolvem variáveis que se relacionam por meio de duas grandezas específicas, investigando informações apresentadas em textos que trazem dados decorrentes de situações socioeconômicas, técnico-científicas etc., para resolver problemas relativos à realidade do/a estudante.

- Primeira série – terceiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT203H) Compreender os processos energéticos celulares (respiração, fotossíntese, fermentação, quimiossíntese), analisando seus aspectos físicos, químicos e biológicos para relacioná-los à transformação e transferência de energia nos mecanismos de manutenção da vida.

(GO-EMCNT201F) Relacionar as diferentes formas de interação entre átomos, considerando os tipos de ligações químicas (iônica, covalente e metálica) com os materiais existentes e formas de vida para formular explicações sobre essas interações e suas constantes mudanças e adaptações.

(GO-EMCNT101G) Relacionar os elementos químicos com o tipo de ligação química que podem fazer, considerando os conceitos de estabilidade entre átomos e íons, para analisar as características dos compostos.

(GO-EMCNT303B) Entender o uso de diferentes fontes de energia, comparando suas diversas aplicações tecnológicas para desenvolver argumentos científicos, legais e éticos a respeito dos benefícios e consequências destas aplicações.

Matemática:

(GO-EMMAT304C) Elaborar problemas oriundos de situações do cotidiano que envolvam grandezas de natureza exponencial, utilizando contextos variados (Matemática Financeira, crescimento de diferentes populações, entre outros) para ampliar as percepções tanto dos conhecimentos envolvidos como das possibilidades que direcionam à soluções.

(GO-EMMAT401C) Reconhecer as relações existentes entre duas grandezas, diretamente/inversamente proporcionais dentro de textos técnicos e/ou científicos, relacionando gráficos para resolver problemas do cotidiano.

(GO-EMMAT401D) Analisar a relação entre os pares ordenados que geram o gráfico de uma função polinomial do 1º grau, verificando se o comportamento, destes, estabelece uma relação de proporcionalidade para inferir e articular possíveis soluções de situações problema.

(GO-EMMAT403C) Estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, comparando as características fundamentais

(domínio, imagem, crescimento) de cada uma das funções para propor soluções e comunicar resultados de problemas.

(GO-EMMAT404C) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), utilizando estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos.

(GO-EMMAT404E) Resolver problema cuja modelagem utiliza a noção de função, sintetizando informações apresentados em mais de uma fonte de conhecimento (no mínimo dois textos, texto e gráfico e/ou tabela etc.) para construir alternativas de soluções que eliminem problemas cotidianos.

- Primeira série – quarto bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT101D) Utilizar as diferentes massas de reagentes e produtos, investigando as diferentes proporções contidas nas mais diversas reações químicas e biológicas para estimar quantidade de materiais utilizados nos diversos processos, evitando desperdícios e impactos que o excesso de materiais pode causar ao meio ambiente.

Matemática:

(GO-EMMAT508E) Modelar problemas que envolvem padrões aritméticos associados a PG, investigando dados e informações apresentadas em textos de natureza socioeconômica, técnico-científicas etc. para resolver problemas do cotidiano do/a estudante.

- Segunda série – primeiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT206A) Compreender a importância da biodiversidade associando intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científicotecnológicas, para debater sobre a importância das ações locais ou globais que levam a criação de políticas ambientais.

(GO-EMCNT104E) Analisar a degradação do meio ambiente, relacionando as diferentes formas de poluição às alterações que impactam a cadeia trófica e conseqüentemente o equilíbrio ambiental para promover a conscientização que leve ao desenvolvimento de ações individuais e coletivas a favor da sustentabilidade.

Matemática:

(GO-EMMAT314A) Reconhecer situações que envolvem proporcionalidade em diferentes contextos, compreendendo a ideia de grandezas direta e inversamente proporcionais para resolver problemas relativos à realidade e/ou soluci-

onar problemas do cotidiano que envolvam relação entre grandezas tais como velocidade, densidade demográfica, energia elétrica etc.

(GO-EMMAT314B) Resolver problemas que envolvem relação entre grandezas, analisando se as relações existentes são diretamente ou inversamente proporcionais para avaliar/criar propostas de intervenção na realidade.

- Segunda série – segundo bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT105E) Discutir ações antrópicas que geram efeitos nocivos aos ecossistemas, promovendo um senso crítico sobre o uso de recursos como gás natural, combustíveis fósseis, metais pesados, minérios, entre outros para valorizar ações e políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente.

Matemática:

(GO-EMMAT306B) Interpretar registros, dados e informações em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais, comparando suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria para resolver problemas de natureza trigonométrica.

Segunda série – terceiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT102B) Entender o trabalho de um gás, empregando esse conceito em experiências para analisar sistemas térmicos, como o gás no interior de um recipiente com êmbolo, pistões em movimento no motor automotivo, dentre outros.

Matemática:

(GOEMMAT504D) Determinar fórmulas da medida do volume de sólidos geométricos, utilizando procedimentos matemáticos para resolver problemas que envolvem prismas em situações reais.

- Segunda série – quarto bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT107G) Discutir sobre os diferentes usos das pilhas e baterias, descrevendo os aparelhos que são carregados diretamente na rede elétrica para analisar funcionamento, vantagens e desvantagens desses dispositivos.

Matemática:

(GO-EMMAT201B) Resolver problemas que envolvam medidas de grandezas (cálculos de perímetro, área, volume, capacidade ou massa), utilizando procedimentos matemáticos para participar de ações voltadas a comunidade local.

- Terceira série – primeiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT305C) Estudar casos de reações químicas, como a síntese da

ureia, reações nucleares de fissão e fusão, considerando o contexto histórico do qual foram produzidos para avaliar a interferência do ser humano no ambiente em que vive e os impactos negativos produzidos pela aplicação indevida dessas descobertas no organismo humano e no meio em que vivemos.

(GO-EMCNT302B) Discutir textos científicos de relevância sociocultural e/ou ambiental empregando os conceitos científicos em situações concretas para divulgar os resultados.

Matemática:

(GO-EMMAT104C) Interpretar ideias associadas ao uso de taxas e índices de natureza socioeconômica (IDH, taxas de inflação, entre outros), investigando os processos de cálculo desses números para analisar criticamente a realidade e produzir argumentos.

(GO-EMMAT202A) Definir os elementos básicos para a realização de uma pesquisa (objetivos, questionário, variáveis, população, entre outros), analisando os assuntos e/ou temas de interesse para planejar e executar uma pesquisa amostral.

- Terceira série – segundo bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT304B) Comparar vários processos de controle de pragas, analisando meios de controles biológicos, físicos e químicos para construção de argumentos consistentes sobre o uso de agroquímicos.

(GO-EMCNT304F) Discutir limites e parâmetros éticos e morais para o avanço das pesquisas científicas, debatendo sobre suas aplicações, benefícios e limitações para julgar o uso dos conhecimentos da área de Ciências da Natureza em procedimentos que possam gerar dilemas quanto ao equilíbrio justo entre a ciência e o respeito à vida.

Matemática:

(GO-EMMAT311A) Identificar os conceitos essenciais de probabilidade, reconhecendo seus elementos em situações cotidianas (da área de Ciências da Natureza e Humanas, tecnológicas, técnico-científica etc.) para descrever o espaço amostral de eventos aleatórios.

(GO-EMMAT311D) Resolver problemas que envolvem conhecimentos de probabilidade e estatística, utilizando procedimentos matemáticos para avaliar propostas de intervenção na realidade.

- Terceira série – terceiro bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT205F) Aplicar os conceitos relacionados à Genética, considerando os conhecimentos acumulados a partir do trabalho de pesquisadores

desta e de outras áreas afins que contribuíram na elucidação dos mecanismos de hereditariedade para discutir os avanços na Biologia Molecular e que afetaram diretamente o desenvolvimento da Genética.

Matemática:

(GO-EMMAT511C) Investigar o cálculo de probabilidades, observando padrões, experimentações e diferentes tecnologias, para conjecturar sobre propriedades probabilísticas.

- Terceira série – quarto bimestre

Ciências da Natureza: (Biologia e Química):

(GO-EMCNT103A) Compreender conceitos de partículas e suas interações nas emissões radioativas, considerando um breve histórico do estudo das radiações para analisar seus riscos e potencialidades de sua aplicação no nosso cotidiano.

(GO-EMCNT103G) Identificar os efeitos das diferentes radiações sobre o organismo humanos, considerando tanto o tipo das células e tecidos afetados quanto às doses de radiações emitidas por fontes radioativas naturais ou equipamentos para avaliar riscos relacionados ao desenvolvimento de anomalias ou doenças hereditárias ou não.

Matemática:

(GO-EMMAT304A) Resolver problema que envolve função exponencial, utilizando estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para avaliar proposta de intervenção na realidade.

(GO-EMMAT304B) Modelar situações que envolvam variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas exponenciais identificando e relacionando as variáveis envolvidas para resolver problemas com ou sem apoio de tecnologias digitais.

A escolha do objeto de conhecimento e das habilidades a serem desenvolvidas, permite a definição de um problema-eixo voltado ao projeto de modelagem do bimestre. As aulas de cada disciplina abordam seus objetos de conhecimento não de forma isolada, mas como ferramentas necessárias para a construção do modelo. A matemática fornece a linguagem e a estrutura; a química e a biologia fornecem os parâmetros, as variáveis e o contexto fenomenológico.

Dessa forma, a abordagem não ignora o currículo prescrito, mas o ressignifica. Os objetos de conhecimento deixam de ser "pontos a serem cumpridos" e se tornam peças interdependentes na resolução de um problema autêntico, alinhando a prática de sala de aula com a filosofia da BNCC de forma plena e executável dentro da estrutura administrativa vigente do DC-GOEM. Esta pesquisa buscará, portanto, desenvolver e analisar a aplicação de um protótipo de sequência didática baseada

nesta concepção, validando seu potencial para uma educação científica integrada e formadora de cidadãos críticos e competentes.

Para além das estratégias pedagógicas elencadas, é fundamental observar como se efetivam, no cotidiano da comunidade escolar, tanto a integração social quanto a integração do conhecimento. Essa análise permite compreender de que modo a integração curricular pode ser pensada de forma realista e contextualizada. Como afirma [Zabala \(1998\)](#), "a organização de conteúdos, objetivos e atividades a partir de situações e problemas reais" é o que de fato permite superar a fragmentação disciplinar, articulando saberes em torno de uma aprendizagem significativa e integrada.

Ao reconhecer de forma realista a existência de diversas barreiras — estruturais, temporais e culturais — que se encontra o germe da superação. A criação de espaços de planejamento colaborativo torna-se viável quando se assume uma postura intencional e estratégica, orientada por um propósito claro e um método capaz de estruturar o trabalho conjunto. Neste contexto, a modelagem matemática se apresenta não como uma solução simplista, mas como um catalisador metodológico e um eixo integrador potente. Sua essência cíclica — partir de um problema real, traduzi-lo para a linguagem matemática, resolver e reinterpretar os resultados no contexto original — exige e, ao mesmo tempo, facilita o diálogo interdisciplinar. Ela oferece um roteiro comum para professores de matemática, química e biologia, transformando a busca por "conteúdos comuns" em uma investigação colaborativa sobre fenômenos compartilhados.

Compreendendo o contexto escolar em sua complexidade, partimos para a construção de uma sequência didática integrada que se apresentou não como uma tarefa simples, mas como um processo que necessariamente enfrentou desafios amplamente citados ao longo deste trabalho. No entanto, foi justamente ao vivenciar e superar esses obstáculos que esta pesquisa se consolida como um instrumento de convicção: é viável construir coletivamente esses momentos de planejamento, desde que eles sejam orientados por intenções pedagógicas claras e respaldadas teoricamente.

As intencionalidades que perpassam este trabalho — desde a concepção do planejamento até a definição dos instrumentos avaliativos — têm, portanto, a função de ancorar a prática inovadora em pilares epistemológicos e didáticos sólidos, conforme será detalhado adiante. Nesse percurso, dotamos a modelagem matemática não como panaceia para os problemas estruturais e operacionais previamente identificados, mas como um catalisador prático. Sua função mais profunda foi criar as condições necessárias para que os professores de matemática, química e biologia se engajassem em um movimento de planejamento sincronizado, orientando suas ações

docentes para um objetivo pedagógico comum. Nesse sentido, alinha-se à definição de [Biembengut e Hein \(2006, p. 28\)](#), para quem a Modelagem constitui um ciclo dinâmico que envolve:

Transformação de uma situação da realidade em uma situação matemática, a solução do problema matemático e a reinterpretação dessa solução no contexto da realidade ([Biembengut; Hein, 2006, p. 28](#)).

Essa abordagem, inerentemente interdisciplinar, exige dos docentes um esforço colaborativo que, infelizmente, se choca com uma miríade de obstáculos reais que deve ser superada através da integração entre as disciplinas. Isso não deve limitar a relevância da integração, tão defendida pela literatura e pelas diretrizes curriculares, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mas sim, evidenciar que as dificuldades podem ser superadas se constatarmos que não existe uma única falha pedagógica, mas sim uma intrincada teia de barreiras que se manifestam em múltiplas esferas: estruturais, pessoais, institucionais, legais, de tempo, pedagógicas e curriculares. A Modelagem Matemática, embora seja a "ponte" ideal entre as áreas (cf. [Bassanezi, 2002](#)), não resiste a um ambiente escolar que não oferece tempo, suporte ou formação adequados para que essa ponte seja construída pelos professores. É necessário que as experiências de aprendizagem sejam enriquecidas pela convivência e pela partilha dos saberes entre os professores das diversas disciplinas. Isso nos remete ao entendimento de que não é necessário ser versado em modelagem matemática, ou em planejamento integrado, basta que tenhamos disposição e abertura para as inovações pedagógicas, pois como observa [Perrenoud \(1993\)](#), "a inovação pedagógica exige atenção às condições que a tornam possível ou a limitam".

Nesse sentido, compreender a trajetória histórica da modelagem matemática como ferramenta pedagógica e articulá-la à formação docente constitui o fundamento epistemológico que orienta esta pesquisa. Como já dissemos anteriormente, a proposta emerge não como justaposição de conteúdos, mas como intervenção intencionalmente estruturada para operacionalizar princípios interdisciplinares. Além de uma intenção clara em articular a matemática como ciência que perpassa o conhecimento nas diversas ciências.

Uma primeira finalidade e mais evidente nesta pesquisa, reside na própria concepção de um planejamento integrado. Esta iniciativa surge da crítica à organização curricular tradicional, que, segundo [Fazenda \(1994\)](#), tende a promover um "isolamento epistemológico" entre as disciplinas, impedindo o aluno de perceber a unidade do conhecimento e sua aplicabilidade no mundo real. O diálogo inicial entre os docentes, ainda que marcado por obstáculos práticos e conceituais, teve como propósito explícito transcender essa fragmentação. A busca por um "conteúdo curricular

comum", como evidenciado nas primeiras reuniões, reflete o desejo de concretizar a integração disciplinar, definida por [Japiassu \(1976, p. 74\)](#) como interdisciplinaridade. Escolhemos o tema "Nutrição e Saúde" para o desenvolvimento da sequência didática integrada. Essa escolha não foi casual; e atuou como um núcleo integrador – um conceito central que, segundo [Hernández e Ventura \(1998\)](#), permite articular perspectivas disciplinares distintas em torno de um problema significativo. O planejamento conjunto, foi intencionalmente estruturado como uma estratégia inovadora, reconhecendo em ([Perrenoud, 1993, p. 174](#)), que a inovação pedagógica exige atenção às condições que a "tornam possível ou a limitam". Uma outra intenção esteve presente na apresentação do posicionamento da modelagem matemática não como uma ferramenta auxiliar, mas como o eixo metodológico e linguagem unificadora da pesquisa. Utilizamos um processo investigação de habilidades e objetos de conhecimento para conferir sentido prático aos conceitos abstratos da matemática e, ao mesmo tempo, fornecer um suporte quantitativo e analítico para os fenômenos químicos e biológicos. A intencionalidade aqui é dupla: formar o cidadão crítico, capaz de "interpretar eventos cotidianos", como propõe ([Bassanezi, 2002](#)), e desenvolver nos estudantes a competência de pensamento modelístico, permitindo-lhes construir, validar e aplicar representações matemáticas da realidade. A matemática deslocou-se de um fim em si mesma para se constituir como uma linguagem operatória de mediação, conforme argumenta [D'Ambrosio \(1996b\)](#) ao defender uma abordagem que privilegie a "matemática como um sistema de explicação de fenômenos naturais e sociais". Nessa perspectiva, ela se torna o eixo estruturador que articula a teoria químico-biológica com a práxis concreta da análise nutricional e dos comportamentos alimentares.

Assumimos, por fim, uma dupla proposição: investigativa e formativa. Para além de seu objetivo primordial de produzir uma sequência didática integrada, o processo de planejamento integrado, em si foi estrategicamente concebido como um dispositivo de pesquisa-ação. Nessa perspectiva, ele serviu como um laboratório vivo para a observação participante e a análise crítica dos obstáculos que se interpõem à efetiva integração curricular. A documentação dos desafios – conciliação de agendas, assincronia curricular, desconhecimento dos conteúdos alheios – tem um fim analítico: compreender os "obstáculos conceituais e operacionais" que impedem a integração real. Ao mesmo tempo, o ato de planejar em conjunto foi intencionalmente valorizado como um potente dispositivo de formação continuada em serviço. Essa dimensão formativa emergiu da própria dinâmica colaborativa, na qual o diálogo sobre conteúdos, metodologias e objetivos comuns forçou uma reflexão sobre a própria prática de cada docente. Como destacam [Imbernón \(2010\)](#) e [Nóvoa \(1992\)](#), a formação mais efetiva ocorre no contexto real de trabalho, a partir da reflexão

coletiva sobre os problemas concretos do ofício. Dessa forma, o processo de planejamento integrado transcendeu seu propósito inicial, transformando-se em um espaço de aprendizagem mútua, troca de saberes pedagógicos e construção de uma cultura colaborativa.

As motivações que orientaram a construção do planejamento integrado, a elaboração da sequência didática e a inserção dos instrumentos avaliativos, nos permitiu compreender que, de fato a implementação de qualquer que seja o instrumento de avaliação, além de formativa teria que ser processual, para fazer contraposição a uma visão meramente classificatória. Optamos por elaborar uma sequência didática em que após cada aula dada, haverá uma coleta de informações para que os estudantes consigam expressar de maneiras diversas seus saberes e aprendizagem adquiridas. Nas palavras de Luckesi (2011), "um ato dialético, de diagnóstico, para a tomada de decisão sobre a ação subsequente". A intenção foi criar um feedback contínuo que permitisse regular o processo de ensino e aprendizagem, tanto para os alunos quanto para a equipe docente. As quatro dimensões aferidas (assimilação de conteúdos, compreensão interdisciplinar, autonomia cognitiva e percepção da modelagem) foram escolhidas para capturar a complexidade dos objetivos da pesquisa. Essa abordagem alinha-se à concepção de que a avaliação formativa deve ser "parte integrante do processo de ensino e aprendizagem", defendida por diversos autores, servindo à reflexão e à ação pedagógica.

Cada etapa da elaboração da sequência didática — desde as primeiras reuniões até a definição dos instrumentos de avaliação — foi orientada por uma intencionalidade pedagógica multidimensional. Essa intenção visava, em primeiro lugar, integrar saberes disciplinares a partir de um núcleo comum, ancorando-se não apenas nos sólidos referenciais teóricos de autores como Japiassu, Bassanezi, Fazenda, Zabala, Nóvoa, Perrenoud e Luckesi, mas também nas sugestões de habilidades e objetos de conhecimento listados anteriormente de forma bimestralizada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Dessa forma, a ação prática buscou uma dupla fundamentação: epistemológica, nos estudos sobre interdisciplinaridade e avaliação; e curricular, na estrutura oficial que organiza o ensino médio. O sucesso desta intervenção não será medido exclusivamente pelos resultados de aprendizagem dos alunos, mas também pela capacidade do processo em revelar, de forma crítica e reflexiva, os acertos, obstáculos e alternativas envolvidos na construção de uma prática pedagógica genuinamente integrada e transformadora. É essa trajetória, com seus avanços e desafios, que se detalha na agenda de trabalho apresentada a seguir.

5.2.1 Planejamento integrado em ação

1. Reuniões Iniciais e Desafios Estruturais (19/06/2025)

O primeiro encontro reuniu os docentes de Matemática (pesquisador), Química e Biologia com o objetivo de apresentar uma proposta de pesquisa de mestrado, abordando planejamento integrado entre estas disciplinas, tendo a modelagem matemática como estratégia de integração entre elas. Embora a iniciativa tenha sido recebida com entusiasmo, rapidamente emergiram os primeiros desafios práticos: a dificuldade de conciliação de agendas e, mais crucialmente, e a dificuldade em identificar um conteúdo curricular comum que pudesse ser efetivamente articulado por meio da Modelagem Matemática e a ideia de que a integração entre disciplinas e professores. A reunião encerrou com uma série de questionamentos abertos, evidenciando as barreiras conceituais e operacionais para a concretização da interdisciplinaridade:

- Como a interdisciplinaridade se concretiza na prática escolar?

Interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa (Japiassu, 1976, p. 74).

- Que atividade poderíamos desenvolver que de fato pudesse caracterizar em uma integração entre as disciplinas envolvidas no projeto?
- Como flexibilizar a rígida organização bimestral dos conteúdos sem prejudicar o currículo?
- Em um planejamento tendo a Matemática como base modeladora, qual seria o papel e a contribuição específica das outras disciplinas?

2. Definição da Proposta e Articulação Curricular (24/06/2025)

O segundo encontro, realizado em um ambiente informal e inspirador (a cantina da escola), permitiu um avanço significativo no processo de planejamento integrado.

- (a) Indicativo da Série: Por consenso, concluímos que Primeira Série do Ensino Médio deveria ser escolhida, por ser um momento crucial de adaptação dos estudantes e por envolver a atuação dos três docentes.
- (b) Temática e Integração: A partir da observação do ambiente, o professor de Química propôs o tema Análise de Rótulos de Alimentos. Essa sugestão deu origem a uma tempestade de ideias para a articulação curricular, e a escolha de um tema para a construção de uma sequência didática. O tema escolhido foi Nutrição e Saúde, que possibilitou a integração das três disciplinas, como segue:

Química: Proporções de ingredientes, balanceamento de equações (metabolismo) e estrutura molecular.

Biologia: Nutrição, metabolismo energético e funções de nutrientes e suas implicações para a saúde.

Matemática: Abordagem metodológica dialoga com os pressupostos da Modelagem. Esta não é compreendida como um simples conjunto de técnicas, mas como um processo cíclico e reflexivo de investigação que permite, conforme sintetizam os principais estudiosos da área, a “organização de dados em tabelas, construção e interpretação de gráficos, cálculo de proporções, porcentagens e possíveis regressões”. Nesse sentido, a Modelagem Matemática, conforme fundamentado por Bassanezi e outros autores, atua precisamente como:

Uma ferramenta de apoio para a compreensão quantitativa e analítica dos fenômenos (Bassanezi, 2004, p. 14).

- (c) Desafio Logístico e Solução: Identificou-se uma assincronia curricular (o conteúdo já havia sido abordado em Biologia, mas estava em curso em Química). A solução encontrada foi a elaboração de uma sequência didática, com 6 aulas, a ser aplicada de forma flexível: como atividade de revisão em Biologia e em sincronia com Química, modelados pela matemática, utilizando aulas fracionadas ou extras para não comprometer a sequência dos currículos individuais.

O consenso reforçou a percepção de que o próprio processo de discussão e planejamento conjunto constitui-se como formação continuada e uma ferramenta para o desenvolvimento de uma cultura colaborativa. Ainda conforme Nóvoa (1992, p. 25) enfatiza que a formação docente deve estar ancorada no contexto escolar, sendo o planejamento conjunto uma forma privilegiada de formação contínua e em serviço. Nesse sentido, o próprio processo de discussão e articulação curricular entre os professores de Matemática, Química e Biologia — que culminou na definição da temática "Nutrição e Saúde"— constitui-se em um ato formativo, promovendo a "troca de perspectivas" e o desenvolvimento de uma cultura colaborativa que supera o isolamento profissional.

3. Sistematização e escolha definitiva da série-alvo (26/06/2025)

Neste encontro, foi apresentado um esboço inicial do planejamento integrado no formato de Sequência Didática (SD). A decisão de estruturar a intervenção pedagógica como uma Sequência Didática (SD) com base na metodologia proposta por Zabala (2008), buscou oferecer um caminho metodológico claro para enfrentar os obstáculos interdisciplinares. Para o referido autor, uma sequência

didática consiste em um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais. Essa perspectiva, contribui diretamente para uma metodologia de aprendizagem significativa, eficiente e eficaz, aplicável aos mais diversos contextos e áreas de conhecimento. Essa fundamentação ofereceu o arcabouço necessário para organizar as etapas do tema “Nutrição e Saúde”, garantindo coerência e progressão nas atividades propostas para a turma-alvo.

Devido à restrição de tempo, a discussão se limitou à leitura inicial e às primeiras reflexões.

- **Obstáculos Recorrentes:** Foram novamente listados: a escassez de tempo para reuniões, o conhecimento limitado sobre os conteúdos presentes nas disciplinas em que o professor não ministra e a dificuldade de utilização da modelagem matemática de forma que os conteúdos das outras disciplinas não ficassem à deriva, em função somente da matemática.
- **Decisão Central:** Optou-se pela turma X da Escola Y, composta por 22 alunos da primeira série, que tem aproveitamento abaixo do esperado nas disciplinas de química, biologia e matemática. Temos, então, a oportunidade de, conjuntamente, melhorar o aproveitamento dos estudantes nas disciplinas envolvidas.

4. Finalização da Proposta e Desafio Ético (06/08/2025)

O início do novo semestre foi dedicado à finalização da Sequência Didática. A restrição de horários persistiu como o principal empecilho logístico, comprometendo um aprofundamento na fase de planejamento. A equipe optou por dar prioridade à execução imediata da Sequência Didática em sua configuração inicial.

No entanto, por se tratar de uma dissertação de mestrado, com uma pesquisa que envolve seres humanos (alunos e professores), foi necessário remeter o projeto à aprovação ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), para garantir que seja realizada de forma ética e responsável a coleta e o tratamento dos dados.

A submissão do projeto à avaliação do CEP se deu com a antecedência necessária para a aplicação no início do segundo semestre letivo. Entretanto, após a primeira avaliação do CEP, algumas ‘não conformidades’ deveria passar por regularização. Isso fez com que a aplicação da pesquisa não pudesse ser realizada no cronograma inicialmente previsto, sendo necessária sua reprogramação para o semestre posterior.

Ficou decidido que o próximo encontro seria focado na construção e validação de três instrumentos de avaliação, cruciais para a coleta de dados referentes à

aplicação das atividades propostas na Sequência Didática. O cronograma seria alterado, no entanto a estrutura das atividades didáticas planejadas previstas na Sequência Didática, seriam mantidas, aguardando apenas a autorização do Comitê de Ética para a aplicação.

O percurso evidencia que a construção de um projeto genuinamente interdisciplinar/integrado e a aplicação de uma sequência didática exigem não apenas o domínio pedagógico, à luz da perspectiva de [Zabala \(1998\)](#), compreende-se que é necessário superar também as barreiras institucionais e logísticas, sendo a conciliação de agendas a principal dificuldade para o desenvolvimento de um planejamento colaborativo e integrado

O desenvolvimento da Sequência Didática (SD) interdisciplinar, envolvendo as áreas de Matemática, Química e Biologia, demandou inicialmente um cuidadoso alinhamento entre a equipe multidisciplinar e os procedimentos éticos formais. A fase de preparação, caracterizada pelo planejamento integrado das ações docentes, esbarrou nas exigências regimentais do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A impossibilidade de iniciar a aplicação no terceiro bimestre de 2025, devido ao retorno do projeto à fase de submissão, reafirmou o caráter mandatório da aprovação ética para qualquer intervenção pedagógica enquadrada como pesquisa com seres humanos. Esse episódio reforçou, para o grupo, que a execução da pesquisa está intrinsecamente vinculada à sua validação formal, sublinhando a seriedade do processo.

Uma vez definida a logística de aplicação, o foco deslocou-se para a elaboração de instrumentos avaliativos. Estes foram concebidos com base em uma avaliação processual e contínua, alinhada à concepção de que a avaliação deve ser “um ato dialético, de diagnóstico, para a decisão sobre a ação subsequente” ([Luckesi, 2011](#)). A estratégia adotada previa a aplicação de instrumentos após cada aula, configurando uma avaliação por etapa que permitisse o acompanhamento longitudinal da aprendizagem, em consonância com a ideia de que a avaliação formativa é “parte integrante do processo de ensino e aprendizagem” ([Perrenoud, 1993](#)). Ao posicionar a avaliação formativa a serviço das relações pedagógicas, implicando professores e alunos, individual e coletivamente, e toda a escola como atores responsáveis pelo sucesso escolar, já se pode perceber, como adverte [Perrenoud \(1993, p. 174\)](#), que:

[...] prosseguir no sentido de uma avaliação formativa significa mudar a escola, se não completamente, pelo menos o suficiente para que não nos envolvamos ingenuamente na transformação das práticas de avaliação sem nos preocuparmos com o que a torna possível ou o que a limita ([Perrenoud, 1993, p. 174](#)).

Os instrumentos visam aferir quatro dimensões centrais:

1. A assimilação dos conteúdos específicos das três disciplinas.
2. A compreensão da abordagem interdisciplinar.
3. O desenvolvimento da autonomia cognitiva dos estudantes no processo de tomada de decisão.
4. A percepção dos discentes sobre a modelagem matemática como ferramenta para os fenômenos químicos e biológicos. Neste ponto, a pesquisa se apoia na perspectiva de que a modelagem constitui “um processo de interação entre a realidade e a matemática, na construção, validação e aplicação de modelos” (Bassanezi, 2002), capacitando o aluno a interpretar e transformar dados do mundo real, pois, de acordo com o mesmo autor, a Modelagem Matemática pode ser considerada como: Um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos, ou seja, o seu uso deve servir para a leitura e interpretação de eventos cotidianos contribuindo significativamente para a formação crítica do cidadão a respeito de decisões e posturas que são adotadas na sociedade. Assim:

... A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (Bassanezi, 2004, p. 24).

O conteúdo temático centrado na análise crítica do comportamento alimentar, integrando conhecimentos sobre estequiometria, metabolismo e análise de dados. Essa integração exigiu um planejamento, que, segundo Zabala (1998), envolve “a organização de conteúdos, objetivos e atividades a partir de situações e problemas reais”, superando a fragmentação disciplinar. A operacionalização dessa proposta foi viabilizada pela cultura colaborativa construída na escola, entendida como um elemento essencial para a inovação pedagógica. O trabalho em equipe multidisciplinar foi, portanto, um método e um objeto de análise, refletindo um “esforço coletivo para a melhoria da prática” (Nóvoa, 1992).

Metodologicamente, as atividades propostas privilegiaram a manipulação de dados (gráficos, tabelas, rótulos), exigindo dos estudantes a construção de novos modelos representacionais, a comparação com hábitos pessoais e a fundamentação de escolhas. Dessa forma, os instrumentos cumpriram uma dupla finalidade: subsidiar a coleta de dados para a pesquisa e validar os objetivos de aprendizagem da sequência didática, articulando avaliação contínua, modelagem matemática e colaboração interdisciplinar no âmbito de uma intervenção pedagógica integrada.

Essa experiência evidencia a viabilidade e o valor da integração curricular. No entanto, para que iniciativas como esta se tornem sustentáveis e se alinhem às

estruturas oficiais de ensino, é necessário avançar na discussão sobre como conciliar a flexibilidade exigida por abordagens interdisciplinares com a organização curricular vigente — tema que será abordado a seguir, à luz de documentos como a BNCC e o DC-GOEM.

5.3 Sequência Didática e Instrumentos de Avaliação

A seleção das habilidades para o projeto integrado de modelagem matemática fundamentou-se na consulta aos documentos curriculares oficiais disponibilizados no portal da SEDUC Goiás. Foram analisados, especificamente, o "Documento Curricular para Goiás – Formação Geral Básica (versão bimestralizada)" e as matrizes de habilidades essenciais referentes ao quarto bimestre da primeira série do Ensino Médio. A partir desse referencial, foram identificadas e selecionadas as habilidades da BNCC e suas respectivas competências gerais para as áreas de Matemática, Biologia e Química que melhor se alinham à proposta de um trabalho interdisciplinar com foco na modelagem matemática de fenômenos nutricionais.

A seguir, apresento uma seleção de habilidades que se alinham perfeitamente aos objetivos de integrar modelagem matemática com química e biologia.

5.3.1 Matemática e suas Tecnologias

No 4º bimestre da 1ª série do Ensino Médio, é comum o aprofundamento dos estudos em estatística, probabilidade e combinatória. Nesse contexto, as habilidades da BNCC listadas a seguir — bem como seus respectivos desdobramentos no Documento Curricular para Goiás (DC-GOEM) para o mesmo período — mostram-se particularmente relevantes para o planejamento integrado:

Habilidade BNCC	Desdobramento no DC-GOEM (4º Bimestre - 1ª Série)	Aplicação
EM13MAT102	Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios, divulgados em diferentes mídias, identificando a significância e a confiabilidade das informações.	Interpretar dados nutricionais de rótulos, tabelas do IBGE ou artigos sobre consumo alimentar.
EM13MAT104	Interpretar e construir modelos explicativos para fenômenos naturais e sociais, utilizando conceitos e procedimentos da estatística descritiva (média, moda, mediana, variância).	Calcular o consumo médio de nutrientes em uma dieta simulada; analisar a variância do consumo de açúcar em uma turma.
EM13MAT202	Resolver problemas que envolvam a proporcionalidade entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação.	Calcular a proporção de macronutrientes em uma refeição (ex: 50% carboidratos, 30% proteínas, 20% gorduras) e comparar com recomendações da OMS.
EM13MAT406	Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em informações de pesquisas estatísticas, incluindo a representação de dados com o uso de planilhas eletrônicas.	Construir gráficos de barras para comparar o teor de ferro em diferentes alimentos ou gráficos de pizza para visualizar a distribuição calórica de um cardápio semanal, utilizando planilhas eletrônicas.

Figura 5.1: Habilidades BNCC

Fonte: (Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018).

5.3.2 Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia e Química)

As habilidades da área de Ciências da Natureza listadas a seguir — todas previstas para a 1ª série do Ensino Médio — fornecem a base conceitual necessária para a compreensão da composição dos alimentos e de seu funcionamento no organismo. Tais habilidades estão contempladas tanto na BNCC quanto em seus desdobramentos no Documento Curricular para Goiás (DC-GOEM) para o 4º

bimestre.

Componente	Habilidade BNCC	Desdobramento no DC-GOEM (4º Bimestre - 1ª Série)	Aplicação
Biologia	EM13CNT201	Analisar e discutir modelos e processos biológicos , como o metabolismo energético, relacionando-os com a saúde individual e coletiva.	Compreender como carboidratos, lipídios e proteínas são metabolizados para fornecer energia e "tijolos" para o corpo, relacionando com o balanço energético calculado na matemática.
Biologia/ Química	EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses e fazer estimativas sobre processos naturais e tecnológicos, utilizando conceitos científicos para interpretar e avaliar situações problema.	Investigar a relação entre o consumo de diferentes tipos de gorduras (saturadas, insaturadas) e a saúde cardiovascular, levantando hipóteses que serão testadas

Componente	Habilidade BNCC	Desdobramento no DC-GOEM (4º Bimestre - 1ª Série)	Aplicação
			com a análise de dados.
Química	EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente decorrentes da aplicação de diferentes procedimentos para a conservação de alimentos ou da adição de substâncias aos alimentos.	Analisar a composição química dos alimentos (conservantes, corantes, sódio) e modelar seu impacto na saúde a partir de dados de consumo.
Biologia	EM13CNT307	Analisar as propriedades dos alimentos e sua relação com as necessidades do organismo humano (homeostase, manutenção celular, obtenção de energia).	Identificar as funções biológicas de cada nutriente e relacioná-las com a sua composição química, formando a base para a coleta de dados do projeto.

Figura 5.2: Componentes

Fonte: (Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018).

Objetivo Geral:

Utilizar ferramentas matemáticas — como gráficos, tabelas, funções e proporções — para modelar, analisar e interpretar as transformações químicas dos alimentos e seu impacto biológico no organismo, integrando conhecimentos de matemática, química e biologia com vistas à compreensão da nutrição como base para a saúde e o bem-estar.

Objetivos específicos:

Identificar a composição química dos macronutrientes e micronutrientes,

relacionando suas estruturas moleculares às funções biológicas que desempenham no organismo;

Calcular o Valor Energético Total (VET) de refeições a partir da composição de macronutrientes, aplicando proporções e constantes energéticas kcal/g) na modelagem do balanço energético;

Representar e interpretar dados nutricionais por meio de gráficos e tabelas, analisando a distribuição de macronutrientes em diferentes dietas e comparando-as com parâmetros de referência;

Analisar, com base em modelos matemáticos e conceitos biológicos, os efeitos de diferentes perfis nutricionais sobre processos metabólicos e indicadores de saúde.

Público-alvo:

22 estudantes da 1^a Série do Ensino Médio

Duração:

6 aulas (50 min cada)

Estratégia:

Aula colaborativa (conjunta) com os professores (matemática, química e biologia), sendo três aulas expositivas (matemática, química e biologia) e três aulas avaliativas (matemática, química e biologia). Além das atividades práticas de avaliação, a avaliação se dará de forma contínua, sendo que cada aula expositiva será seguida por uma aula de avaliação, através de uma sequência didática que poderá ser visualizada no link [A modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia](#) ou ser vista a seguir

Aula 1: Modelando Dados Nutricionais (Matemática + Química + Biologia) Professores: Matemática (análise de dados), Química (moléculas dos alimentos) e Biologia (nutrição).

Objetivo da aula:

Construir e analisar modelos matemáticos a partir de dados nutricionais, relacionando a composição química dos alimentos com suas funções biológicas, por meio de uma abordagem interdisciplinar que articule matemática, química e biologia.

Fortalecer a capacidade de leitura de gráficos e rótulos.

BNCC

(EM13MAT510) Investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando ou não tecnologias da informação, e, quando apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada

DC-GOEM

(GO-EMMAT510B) Construir gráficos de funções diversas definidas pela relação entre duas grandezas, utilizando dados apresentados em tabelas para inferir

sobre a natureza das grandezas envolvidas

Recursos:

Rótulos de alimentos diversos fornecidos pelos professores;

Tabela impressa de composição de alimentos;

Quadro-síntese com exemplos de funções orgânicas e com estruturas moleculares simplificadas;

Papel quadriculado para a construção manual de gráficos; Pincéis coloridos e quadro branco.

Estratégia/desenvolvimento:

O desenvolvimento da aula deve estar organizado em momentos distintos para que haja participação ativa e alternada dos três professores.

Primeiro momento - Apresentação da pergunta: "Afim, o que significa, em termos químicos, biológicos e matemáticos, uma refeição equilibrada?" Os professores apresentam brevemente suas perspectivas sobre a questão.

Segundo momento - Análise de rótulos de alimentos industrializados trazidos pelos professores. Professor de Química destaca composição molecular; professor de Biologia explica funções metabólicas. Professor de matemática demonstra como se constrói uma tabela nutricional.

Terceiro momento - A partir dos dados da tabela, professor de Matemática orienta a construção de gráficos de pizza e barras para representar a distribuição calórica e a análise de proporcionalidade entre nutrientes.

Quarto momento - Os alunos são provocados a apresentarem suas impressões sobre o entendimento que absorveram a respeito da composição química, da função biológica e de como um modelo matemático possa melhorar sua compreensão sobre seu perfil nutricional.

Obesidade e desnutrição como problemas globais.

Biologia (15 min)

O professor de Biologia apresenta dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde sobre os dois extremos da má alimentação: a obesidade e a desnutrição. (Material impresso para leitura e manuseio).

Faz referência a um gráfico comparativo mostrando o aumento preocupante da obesidade entre adolescentes brasileiros na última década e, simultaneamente, dados sobre deficiências de micronutrientes (como ferro e vitamina A) em parcelas da população, inclusive em pessoas com excesso de peso — um fenômeno que ele explica como "fome oculta". Destaca que uma pessoa pode ter uma alimentação hipercalórica e, ainda assim, ser desnutrida em termos de vitaminas e minerais essenciais. Em contraponto, apresenta imagens de pratos equilibrados e sugere que os alunos observem, nos rótulos apresentados, não apenas o total de calorias, mas

a presença de fibras, vitaminas, minerais e a qualidade dos ingredientes. Reforça que uma alimentação balanceada não significa comer pouco, mas sim garantir a proporção adequada de nutrientes para que o organismo funcione plenamente — desde a disposição para os estudos até a recuperação muscular após atividades físicas.

A química nos alimentos.

Química (15 Min)

O professor de química distribuí dois rótulos. Solicita que os alunos façam uma primeira análise desses rótulos. Estimula os primeiros contatos com rótulos de diferentes alimentos, sendo que os estudantes devem manusear e identificar padrões (ex.: alta concentração de açúcar, de gordura, etc). Em seguida o professor então inicia uma provocação aos estudantes, com perguntas do tipo:

Conseguem identificar algum padrão entre os diferentes alimentos?

Conseguem diferenciar açúcares e gorduras através de suas fórmulas químicas?

Conseguem perceber a diferença entre átomos e moléculas que neste caso se apresentam como substâncias?

Tudo se concentra em torno de um modelo.

Matemática (20 min)

O professor de matemática incentiva os estudantes a organizarem os dados em tabelas e gráficos. Estimulando os estudantes a olharem para os dados, comparando-os entre os rótulos apresentados e respondendo aos seguintes questionamentos:

"Como a matemática, a química e a biologia podem ajudar a entender uma alimentação saudável através da leitura de gráficos e tabelas?"

O que esse gráfico mostra?

A tabela nos fornece boas informações?

Obs.: Serão utilizados rótulos de alimentos para mostrar a distribuição dos ingredientes. Estes mesmos dados serão apresentados na forma de tabela e na forma de gráfico de linhas.

Aula 2: Desenvolvimento de atividade referente a aula anterior. Matemática, química e biologia. (50 minutos).

Os estudantes receberão material impresso para a realização das atividades. Serão disponibilizados tabelas e gráficos para que os estudantes relacionem nos rótulos a proporção de alimentos consumidos no seu cotidiano e identifiquem dados nutricionais e suas composições químicas e biológicas. Para finalizar essa atividade os estudantes deverão responder a uma pergunta norteadora:

Objetivo da aula:

Analisar rótulos de alimentos do cotidiano, identificando e comparando dados nutricionais por meio da construção e interpretação de tabelas e gráficos, de modo a relacionar a composição química dos alimentos com suas funções biológicas e desenvolver uma visão crítica sobre escolhas alimentares, de forma que as atividades desenvolvidas na primeira aula seja avaliada pelos estudantes.

Fortalecer a capacidade de leitura de gráficos e rótulos.

BNCC

(EM13MAT510) Investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando ou não tecnologias da informação, e, quando apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada.

DC-GOEM

(GO-EMMAT510B) Construir gráficos de funções diversas definidas pela relação entre duas grandezas, utilizando dados apresentados em tabelas para inferir sobre a natureza das grandezas envolvidas.

Recursos:

Rótulos de alimentos diversos (trazidos pelos estudantes e fornecidos pelos professores), incluindo produtos industrializados, embalagens de alimentos in natura que possuam rótulo, ou imagens impressas de rótulos.

Material impresso, um kit por grupo contendo: tabela para registro de dados, folhas com instruções para construção de gráficos e espaço para resposta à pergunta norteadora. Tabelas de apoio impressa, contendo a composição de alimentos para consulta. Instrumentos de desenho, papel quadriculado (para gráficos manuais), régua, lápis de cor ou canetinhas.

Estratégia/desenvolvimento:

Os estudantes são organizados em grupos de até 4 integrantes. Cada grupo recebe o material impresso e uma coleção de rótulos de alimentos previamente solicitados (trazidos pelos estudantes ou fornecidos pelos professores). O professor orienta brevemente sobre as informações presentes nos rótulos: tabela nutricional, lista de ingredientes, porção, valor energético e percentuais de valores diários (10 min).

Em seus grupos, os estudantes analisam os rótulos e preenchem uma tabela sistematizada (fornecida no material impresso) com as seguintes informações para cada alimento: nome do produto, porção (g ou ml), carboidratos (g), proteínas (g), gorduras totais (g), fibras (g), sódio (mg) e principais vitaminas/minerais declarados. Os professores de Química e Biologia circulam para auxiliar na interpretação de termos específicos e na identificação de componentes (15 min). Utilizando os dados registrados, os estudantes constroem representações gráficas: gráfico de barras

comparando o teor de um mesmo nutriente (ex.: sódio) em diferentes alimentos; gráfico de pizza (setores) para um dos alimentos, mostrando a distribuição percentual dos macronutrientes. O professor de Matemática orienta os cálculos de proporção e a construção dos gráficos, feitos manualmente (papel quadriculado) (15 min).

De posse das tabelas e gráficos construídos, cada grupo discute e registra, no espaço destinado no material impresso, uma resposta coletiva à pergunta norteadora: "Como podemos utilizar tabelas e gráficos para comparar e calcular as quantidades de nutrientes (carboidratos, proteínas, gorduras e vitaminas) em diferentes rótulos de alimentos, representando esses dados de forma clara e organizada?" Os professores estimulam que a resposta contemple exemplos concretos dos alimentos analisados (10 min).

PROCEDIMENTOS DETALHADOS

Antes da aula:

Solicitar com antecedência que os estudantes tragam embalagens vazias de alimentos que consomem em casa (biscoitos, sucos, iogurtes, enlatados, etc.);

Preparar os kits com material impresso, garantindo quantidade suficiente para todos os grupos;

Organizar os recursos tecnológicos, caso opte pela versão digital.

Durante a aula:

Realizar a mediação constante entre os grupos, garantindo que todos compreendam as etapas;

Estimular que os estudantes justifiquem suas escolhas e observações;

Registrar percepções e dificuldades para feedback posterior.

Após a aula:

Recolher o material impresso preenchido, que passará a integrar os dados da pesquisa;

Sistematizar as respostas à pergunta norteadora para socialização na aula seguinte;

Devolver aos grupos, posteriormente, uma síntese das produções.

Aula 3: Modelando Dados Nutricionais (Matemática + Química + Biologia) Equação da glicose: $C_6H_{12}O_2 \rightarrow$ Energia (ATP) e conceito de molécula, sua formação e sua transformação. Perda e Ganho de calorias, sua influência no organismo humano (como adquirir e como eliminar). Biologia . Energia (1g de carboidrato = 4 kcal e 1 kcal = 1000 cal), utilizar os dados matemáticos para calcular a energia em diferentes moléculas. Matemática.

Objetivo da aula:

Compreender as transformações energéticas nos alimentos, desde a estrutura molecular dos carboidratos até seu impacto no metabolismo humano, utilizando

modelos matemáticos para quantificar a energia liberada e relacionando conceitos de química, biologia e matemática na análise do balanço energético.

Para desenvolvimento desta atividade, necessita-se recorrer a uma habilidade presente no 2º bimestre da 1ª série que pode ser utilizada como recomposição da aprendizagem.

BNCC

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

DC-GOEM

(GO-EMCNT101F) Descrever uma equação química, comparando a quantidade de átomos dos reagentes com a quantidade de átomos dos produtos formados na reação química para estabelecer relações matemáticas que permitam efetuar o balanceamento de uma equação química.

Recursos:

Quadro branco, projetor multimídia de slides com equação da glicose, infográfico do metabolismo e exemplos de cálculos.

Procedimento:

Os três professores iniciam a aula com uma questão provocadora projetada ou escrita no quadro: "De onde vem a energia que move nosso corpo?" Cada professor antecipa brevemente sua contribuição:

Química mostrará a estrutura da molécula que fornece energia (10 min);

Biologia explicará como o corpo a utiliza (10 min);

Matemática ensinará a quantificar essa energia (10 min).

Os três professores retomam brevemente as contribuições de cada área e desafiam os alunos a responderem, individualmente ou em duplas, a uma questão-síntese registrada no caderno: "Explique, usando conceitos de química, biologia e matemática, como uma simples molécula de glicose se transforma em energia para o corpo humano." As respostas podem ser compartilhadas oralmente nos minutos finais (20 min).

Aula 4: Desenvolvimento de atividade da aula referente a aula anterior. Matemática, química e biologia (50 minutos). Os estudantes deverão comparar gráficos e tabelas, demonstrando cálculos de proporção, de forma individual, emitindo opiniões e pareceres sobre o entendimento que tiveram sobre moléculas e calorias, respondendo as seguintes questões: Como a matemática, através de tabelas e gráfi-

cos pode ser utilizada para análise e compreensão das informações nutricionais dos alimentos? Qual nutriente (carboidrato, proteína ou gordura) contribui com mais calorias por grama, e como isso se reflete nos dados analisados? Quais diferenças você observou ao comparar alimentos processados e naturais em termos de composição molecular e calorias? Posteriormente esse material será recolhido e fará parte dos dados da pesquisa.

Objetivo da aula

Analisar comparativamente dados nutricionais de diferentes alimentos, representados em tabelas e gráficos, aplicando conceitos de proporção e cálculos energéticos para relacionar a composição molecular (química) ao valor calórico (matemática) e aos impactos metabólicos (biologia), desenvolvendo uma visão crítica sobre escolhas alimentares, fazendo uma avaliação da aula 3 e relacionando com as aulas 1 e 2. Para desenvolvimento desta atividade, necessita-se recorrer a uma habilidade presente no 2º bimestre da 1ª série que pode ser utilizada como recomposição da aprendizagem.

BNCC

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas

DC-GOEM

(GO-EMCNT101F) Descrever uma equação química, comparando a quantidade de átomos dos reagentes com a quantidade de átomos dos produtos formados na reação química para estabelecer relações matemáticas que permitam efetuar o balanceamento de uma equação química.

Recursos:

Uma tabela com dados nutricionais comparativos de 8 alimentos (4 processados: refrigerante, biscoito recheado, salgadinho, macarrão instantâneo; 4 naturais: maçã, arroz cozido, feijão, peito de frango grelhado) com informações de porção, carboidratos (g), proteínas (g), gorduras totais (g), valor calórico total (kcal); Gráfico 1: Gráfico de barras comparando o teor de sódio (mg) dos 8 alimentos; Gráfico 2: Gráficos de pizza individuais mostrando a distribuição percentual de macronutrientes para 3 alimentos selecionados (ex.: biscoito recheado, maçã, peito de frango); Folha com as três questões norteadoras e linhas para registro, incluindo espaço para demonstração dos cálculos.

Procedimentos:

Os professores retomam brevemente os conceitos da aula anterior (equação da glicose, metabolismo energético, cálculos de kcal) e apresentam a atividade do dia. O material individual é distribuído, e as três questões norteadoras são lidas e explicadas. Os professores esclarecem que a atividade é individual e que as respostas devem ser baseadas na análise dos materiais fornecidos (10 min).

Cada estudante recebe um kit contendo: tabela comparativa com dados nutricionais de diferentes alimentos (processados e naturais); gráficos prontos (barras e/ou pizza) representando a distribuição calórica de alguns desses alimentos; espaço para registro das respostas. Os estudantes analisam os materiais individualmente, realizam os cálculos de proporção necessários e começam a formular suas respostas. Os professores circulam pela sala, tirando dúvidas pontuais sem interferir nas conclusões individuais (5 min).

Os estudantes registram, no espaço apropriado do material, suas respostas às três questões norteadoras. Devem demonstrar os cálculos realizados (questão 2) e fundamentar suas opiniões com base nos dados analisados e nos conceitos das três áreas (15 min).

Os professores recolhem o material preenchido e fazem uma breve síntese oral, retomando as principais descobertas e destacando a importância da análise crítica de informações nutricionais. Anunciam que o material recolhido fará parte dos dados da pesquisa e será devolvido posteriormente com devolutivas (20 min).

Aula 5: Metabolismo e dieta alimentar (Matemática + Química + Biologia) Importância do metabolismo na nutrição. Distúrbios alimentares e dietas. Biologia. Proporção geral para metabolismo saudável (dieta balanceada), 40% carboidratos, 30% proteínas e 30% gorduras boas. Matemática. Os conceitos sobre metabolismo, nutrição, dietas e suas consequências, terá apresentação expositiva em forma de gráficos e funções para demonstrar o crescimento de doenças, o ganho de peso, a perda da saúde física em função alimentação.

Objetivo da aula

Compreender a relação entre metabolismo, composição química dos alimentos e dieta equilibrada, analisando como desequilíbrios nutricionais podem afetar a saúde, e aplicar conceitos matemáticos de proporção e funções para modelar uma distribuição adequada de macronutrientes e visualizar o impacto de hábitos alimentares ao longo do tempo.

BNCC

(EM13MAT404) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem

apoio de tecnologias digitais.

DC- GOEM

(GO-EMMAT404E) Resolver problema cuja modelagem utiliza a noção de função, sintetizando informações apresentados em mais de uma fonte de conhecimento (no mínimo dois textos, texto e gráfico e/ou tabela etc.) para construir alternativas de soluções que eliminem problemas cotidianos.

Recursos:

Projeter multimídia; computador com slides preparados; planilha eletrônica para demonstração de cálculos;

Slides contendo: esquemas do metabolismo (anabolismo/catabolismo); representações de reações químicas; gráficos de funções (crescimento de doenças, ganho de peso, perda de saúde); tabelas com proporções de macronutrientes; exemplos de cardápios; questões para exercícios;

Desenvolvimento:

Os três professores iniciam a aula apresentando o tema e sua relevância. O professor de Biologia problematiza: "Por que algumas pessoas emagrecem facilmente enquanto outras lutam contra a balança? O que a matemática e a química têm a ver com isso?"(10 min).

O professor de Química explica o conceito de metabolismo como conjunto de reações químicas que ocorrem no organismo: anabolismo (síntese de moléculas complexas, como proteínas musculares) e catabolismo (quebra de moléculas para liberar energia, como a glicólise). Destaca que os nutrientes são substratos para essas reações e que enzimas (proteínas especializadas) atuam como catalisadoras. Relaciona a qualidade dos alimentos à eficiência desses processos (10 min).

O professor de Matemática retoma a importância do equilíbrio e apresenta a proporção sugerida para uma dieta balanceada. Ensina como calcular, a partir de um total calórico diário, as quantidades (em gramas) e percentuais de cada macronutriente, utilizando regras de três e proporções. Propõe exercícios práticos como determinar quantas gramas de cada nutriente seriam necessárias em uma dieta de 2000 kcal, analisa se um cardápio fornecido respeita a proporção ideal e constrói gráficos de pizza representando dietas equilibradas e desequilibradas para comparação visual (30 min).

Aula 6: Desenvolvimento de atividade da aula referente a aula anterior. Matemática, química e biologia (50 minutos). Os estudantes deverão desenvolver um cardápio saudável para uma semana, explicando como cada refeição atende às suas necessidades nutricionais e como isso pode prevenir problemas de saúde a longo prazo e em seguida responderem a seguinte pergunta norteadora: Como posso organizar minha alimentação semanal de forma eficiente utilizando gráficos e tabelas para

melhorar o planejamento e o controle nutricional?

Objetivo da aula

Elaborar um cardápio semanal saudável, aplicando conhecimentos de química (composição molecular dos alimentos), biologia (necessidades metabólicas e prevenção de doenças) e matemática (proporções, tabelas e gráficos), de modo a desenvolver habilidades de planejamento alimentar e compreender a relação entre dieta equilibrada e saúde a longo prazo.

BNCC

(EM13MAT404) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

DC- GOEM

(GO-EMMAT404E) Resolver problema cuja modelagem utiliza a noção de função, sintetizando informações apresentados em mais de uma fonte de conhecimento (no mínimo dois textos, texto e gráfico e/ou tabela etc.) para construir alternativas de soluções que eliminem problemas cotidianos.

Recursos:

Tabela 1: Modelo de cardápio semanal em branco (dias da semana x refeições) para preenchimento;

Tabela 2: Tabela de composição de alimentos simplificada com informações de carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, vitaminas e minerais de alimentos comuns;

Tabela 3: Modelo para registro do consumo médio diário de macronutrientes (calcular ao final).

Procedimentos:

Os professores retomam brevemente os conceitos da aula anterior (metabolismo, proporção ideal 40/30/30, composição molecular, prevenção de doenças) e apresentam a atividade do dia. O material individual é distribuído, e a pergunta norteadora é lida e explicada. Os professores esclarecem que a atividade pode ser realizada individualmente ou em duplas (a critério do professor) e que o cardápio deve ser acompanhado de justificativas baseadas nas três áreas (5 min).

Os estudantes iniciam a elaboração do cardápio semanal. Devem definir: café da manhã, almoço, jantar e lanches para cada dia da semana (segunda a domingo). Utilizam a tabela de composição de alimentos fornecida para consultar informações nutricionais. Para cada refeição, registram os alimentos escolhidos e suas quantidades aproximadas. Os professores circulam, tirando dúvidas sobre

combinações alimentares, adequação nutricional e possibilidades de substituição (20 min).

Após definir o cardápio, os estudantes registram, no espaço apropriado do material, as justificativas para suas escolhas, explicando como cada refeição atende às necessidades nutricionais e como isso pode prevenir problemas de saúde a longo prazo. Em seguida, organizam os dados da semana em uma tabela-resumo (ex.: consumo médio diário de macronutrientes) e constroem um gráfico de barras representando a distribuição percentual média dos macronutrientes na semana. Por fim, respondem à pergunta norteadora (20 min).

Os professores recolhem o material preenchido e fazem uma breve síntese oral, destacando a importância do planejamento alimentar e da utilização de ferramentas matemáticas para o controle nutricional. Anunciam que o material recolhido fará parte dos dados da pesquisa e será devolvido posteriormente com devolutivas (5 min).

Para pontuar as atividades realizadas pelos estudantes, desenvolvemos uma rubrica com critérios de avaliação que possui a transparência como característica ideal. A partir desse conceito, as rubricas conseguem tornar o processo de avaliação transparente a ponto de permitir ao aluno o controle de seu aprendizado. Construir uma rubrica é criar um documento que articula expectativas e objetivos da avaliação numa lista de critérios que auxilia na descrição dos níveis de qualidade no processo avaliativo, tanto docente quanto discente.

Salientamos que o uso de rubricas não substitui o processo avaliativo somativo, mas o complementa. Isso porque estudantes e professores são estimulados a assumir uma postura reflexiva que lhes permite, por meio de suas atitudes, observar o desenvolvimento das habilidades ao longo do percurso formativo. Tal dinâmica favorece ao docente o acompanhamento contínuo do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que, conforme (Ferraz, 2025, p. 30), "a avaliação somativa proporciona ao professor realizar balanços ao término de cada conteúdo, módulo ou até mesmo semestre ou ano letivo". Nesse sentido, as rubricas constituem-se como instrumentos que não apenas apoiam a aprendizagem do aluno, mas também qualificam a prática avaliativa do professor, funcionando como um importante recurso para a avaliação somativa. Ademais, conforme destacam Andrade e Selador (2004), as rubricas favorecem o envolvimento dos alunos no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, promovendo maior clareza sobre os critérios adotados e os objetivos esperados.

Entende-se, a partir da análise da situação-problema e das habilidades presentes no Documento Curricular para Goiás (DC-GOEM), que a rubrica, como instrumento de avaliação complementar à avaliação somativa, mostra-se benéfica a

todos os envolvidos no processo. Seu valor torna-se especialmente evidente quando se pretende extrair dos estudantes a compreensão de que a modelagem matemática constitui ferramenta útil para a resolução de problemas do cotidiano, como os relacionados à alimentação e à nutrição.

Nesse contexto, destaca-se a habilidade EM13MAT406 do DC-GOEM, que preconiza: "Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em informações de pesquisas estatísticas, incluindo a representação de dados com o uso de planilhas eletrônicas". Tal habilidade alinha-se diretamente à proposta de utilizar a modelagem matemática para analisar dados nutricionais, permitindo que os estudantes, ao serem avaliados por rubricas, demonstrem não apenas o domínio técnico dos conceitos, mas também sua capacidade de aplicá-los em situações concretas e significativas.

Dessa forma, a rubrica atua como ponte entre o fazer matemático e a reflexão crítica sobre a própria alimentação, favorecendo o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências previstas no currículo.

Além das observações em sala de aula, os estudantes serão avaliados a cada duas aulas. As questões fazem referência à disciplina de química e de biologia, levando sempre em consideração a utilização das ferramentas matemáticas envolvidas no processo. O nível de envolvimento e/ou entendimento do estudante sobre o tema abordado e sua relação com a modelagem matemática será medido por uma escala que se assemelha a escala de Likert, com valores de 1 a 5. Os critérios objetivos são apresentados a seguir:

Consideramos relevantes para avaliar cada dimensão ou disciplina envolvida na proposta da aula integrada, aplicaremos uma avaliação a cada duas aulas, onde os estudantes responderão questões que fazem referência às disciplinas de química e biologia, levando sempre em consideração a utilização das ferramentas matemáticas envolvidas no processo, a partir destas avaliações respondidas pelos estudantes, lançamos mão de um instrumento de medirá o nível de envolvimento e/ou entendimento do estudante sobre o tema abordado e sua relação com a modelagem matemática. Esse instrumento possui uma escala, que se assemelha a escala de Likert desenvolvida em 1932 para testes psicométricos, que mede o grau de conformidade e será aplicada pelo professor pesquisador, que após analisada será devolvida em forma de notas para os professores envolvidos na execução do projeto. Para facilitar a mensuração de nota, cada resposta dada pelos estudantes será analisada e dimensionamos em valores de até 5 pontos, sendo que, para cada critério associado aos aspectos considerados, uma nota de 1 a 5 que deve ser atribuída para os critérios representados no quadro a seguir:

1: para atividades não compreendidas e não realizadas;

- 2: para atividades compreendidas e realizadas abaixo do esperado ou com pouca aplicação dos conceitos;
- 3: para atividades compreendidas e realizadas com aplicação razoável dos conceitos esperados, com apresentação de erros nos cálculos;
- 4: para atividades compreendidas e realizadas com boa observação e aplicação dos conceitos, sem apresentação de erros nos cálculos;
- 5: para atividades compreendidas e realizadas com excelência, com utilização dos conceitos de forma correta e sem a presença de erros.

Ao longo das atividades desenvolvidas, o pesquisador fará anotações seguindo os instrumentos a seguir:

Como parte da metodologia de pesquisa, adota-se a rubrica a seguir como instrumento de avaliação formativa das atividades de modelagem matemática. Por meio dela, o professor pesquisador poderá mensurar, de forma criteriosa e transparente, o desempenho dos estudantes, atribuindo notas que reflitam o desenvolvimento das habilidades previstas. Ao final do processo, tais notas serão tabuladas e representadas em tabelas e gráficos, viabilizando a análise quantitativa dos resultados e o acompanhamento longitudinal da aprendizagem da turma.

Na tabela a seguir, os critérios de mensuração deve obedecer a escala de Likert, sendo que, cada critério observado deve receber uma nota, variando de 1 a 5:

- 1 - não atendeu
- 2 - atendeu parcialmente menos de 25%
- 3 - atendeu razoavelmente, acima de 50%
- 4 - atendeu satisfatoriamente acima de 50% mas abaixo de 100%
- 5 - atendeu plenamente

Em seguida essa pontuação deverá ser transformada em nota, conforme Tabela 5.2.

Dimensão	Aspectos considerados	Crítérios (o que observar)	Pontuação
Do fazer Modelagem Matemática			
	Relações com a realidade	O estudante percebeu que a situação apresentada permite investigar um tema não matemático relacionado ao cotidiano?	
		Definiu claramente os conceitos da situação-problema, relacionando-os às disciplinas correlacionadas com a matemática?	

Dimensão	Aspectos considerados	Critérios (o que observar)	Pontuação
		Coletou corretamente os dados e relacionou-os com seu cotidiano?	
	Matematização	As hipóteses e simplificações permitiram traduzir o problema para linguagem matemática?	
		As variáveis assumidas são adequadas e coerentes com as hipóteses?	
		As simplificações e variáveis foram relevantes para construir o modelo matemático?	
	Análises dos resultados	As análises permitiram interpretar os resultados matemáticos e não matemáticos?	
		Houve avaliação e/ou adequação dos procedimentos utilizados?	
		As análises permitiram elaborar resposta condizente com a situação investigada?	
Do uso da Matemática			
	Mobilização dos conceitos matemáticos	Os conceitos mobilizados são adequados ao nível da habilidade prevista no DCGOEM?	
		Operações e organização dos dados são condizentes com a atividade?	
		Os conceitos mobilizados permitem a construção de modelo adequado ao fenômeno?	
	Uso de técnicas ou métodos adequados	As técnicas e cálculos são compatíveis com o nível de escolaridade?	
		As técnicas utilizadas são adequadas aos conceitos mobilizados?	
		Os procedimentos adotados são adequados e corretos para construção do modelo?	
Da abordagem do Fenômeno			

Dimensão	Aspectos considerados	CrITÉRIOS (o que observar)	Pontuação
	Entendimento do fenômeno	A investigação permitiu compreender o fenômeno estudado?	
		O estudante relacionou conhecimentos matemáticos prévios com a situação-problema?	
		A atividade possibilitou aprofundamento ou novas aprendizagens?	
	Para além do fenômeno	Houve estabelecimento de relações com outras disciplinas ou fenômenos?	
		O estudante percebeu fatores internos e externos relacionados ao objeto de estudo?	
TOTAL DE PONTOS			

Ferramenta de avaliação somativa utilizada para avaliar atividades desenvolvidas em cada uma das aulas.

Estudante: _____		
Faixa de Pontuação	Nota	Marcação
De 1 a 20 pontos	20	()
De 21 a 40 pontos	40	()
De 41 a 60 pontos	60	()
De 61 a 80 pontos	80	()
De 81 a 100 pontos	100	()

Tabela 5.2: Conversão de Pontuação em Nota

Formulário de anotações, feito pelo professor pesquisador, para acompanhamento do comprometimento, do desenvolvimento e do entendimento das atividades propostas. As anotações compõem uma tabela e um gráfico contendo a média do desenvolvimento das atividades.

Pontuação	CrITÉRIOS
10	Houve coerência na escolha do material para a atividade e o estudante apresentou domínio no seu desenvolvimento, respondendo corretamente a todas as perguntas e demonstrando excelente domínio dos conceitos.

Pontuação	Critérios
9	Houve coerência na escolha do material para a atividade e o estudante apresentou pouca dificuldade no desenvolvimento da atividade, respondendo corretamente a todas as perguntas e demonstrando boa compreensão dos conceitos.
8	Não houve coerência na escolha do material para a atividade e o estudante apresentou muita dificuldade no seu desenvolvimento, respondendo corretamente a quatro das cinco perguntas e demonstrando boa compreensão dos conceitos.
7	Não houve coerência na escolha do material para a atividade e o estudante apresentou muita dificuldade no seu desenvolvimento, respondendo corretamente a quatro das cinco perguntas e precisando melhorar o uso de alguns conceitos.
6	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e respondeu corretamente a três das cinco questões, precisando aprimorar o uso de alguns conceitos.
5	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e respondeu a duas ou três das cinco questões, precisando aprimorar o uso de muitos conceitos.
4	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e respondeu às perguntas de forma incompleta, mas demonstrou que consegue abordar alguns conceitos corretamente.
3	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e respondeu corretamente a uma ou duas questões, mas a maioria dos conceitos não é compreendida.
2	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e respondeu corretamente a poucas ou nenhuma pergunta, demonstrando confusão em relação aos conceitos.
1	Não houve nenhuma coerência do material escolhido com a atividade desenvolvida e não respondeu corretamente a nenhuma pergunta.

Tabela 5.3: Rubrica de Avaliação

Refeição	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Café da manhã	Leite semi-desnatado + ovo mexido + pão integral + banana	Leite de aveia + tapioca com chia + queijo minas + laranja	Café + pão integral + tofu + goiaba
Calorias	380 kcal	390 kcal	310 kcal
Lanche da manhã	1/2 abacate + aveia + mel	Pera + castanhas-do-Pará	Caqui + amendoim torrado
Calorias	240 kcal	150 kcal	280 kcal
Almoço	Frango grelhado + arroz integral + feijão + salada + abacaxi	Sardinha + espaguete integral + couve + melancia	Sobrecoxa + batata + quiabo + feijão + salada + ameixas
Calorias	560 kcal	590 kcal	520 kcal
Lanche da tarde	Manga + nozes	Iogurte desnatado + semente de girassol + mel	Vitamina (leite de soja + maçã + pasta de amendoim)
Calorias	150 kcal	190 kcal	190 kcal
Jantar	Espinafre com ovos + arroz integral + grão-de-bico + melão	Purê de batata + bife grelhado + feijão + salada + kiwi	Berinjela recheada com tofu + quinoa + salada + morangos
Calorias	510 kcal	450 kcal	500 kcal
Ceia	Leite de arroz + tangerina	Mingau de aveia + banana	Leite de amêndoas + uvas
Calorias	180 kcal	250 kcal	200 kcal
Calorias totais do dia			

Tabela 5.4: Sugestões de 3 cardápios para uma alimentação de 2000 kcal

Após a construção do gráfico de barras, marque os pares ordenados no plano cartesiano, relacionando (refeição, calorias), ligue os pares ordenados, calcule o coeficiente angular de cada segmento de reta, conforme a análise, verifique qual intervalo é crescente, decrescente ou constante e responda em intervalos de refeições, o gráfico cresce ou decresce mais. Justifique.

Para maiores informações sobre a sequência didática, você pode consultar o link no repositório: [://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1178832](http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1178832)

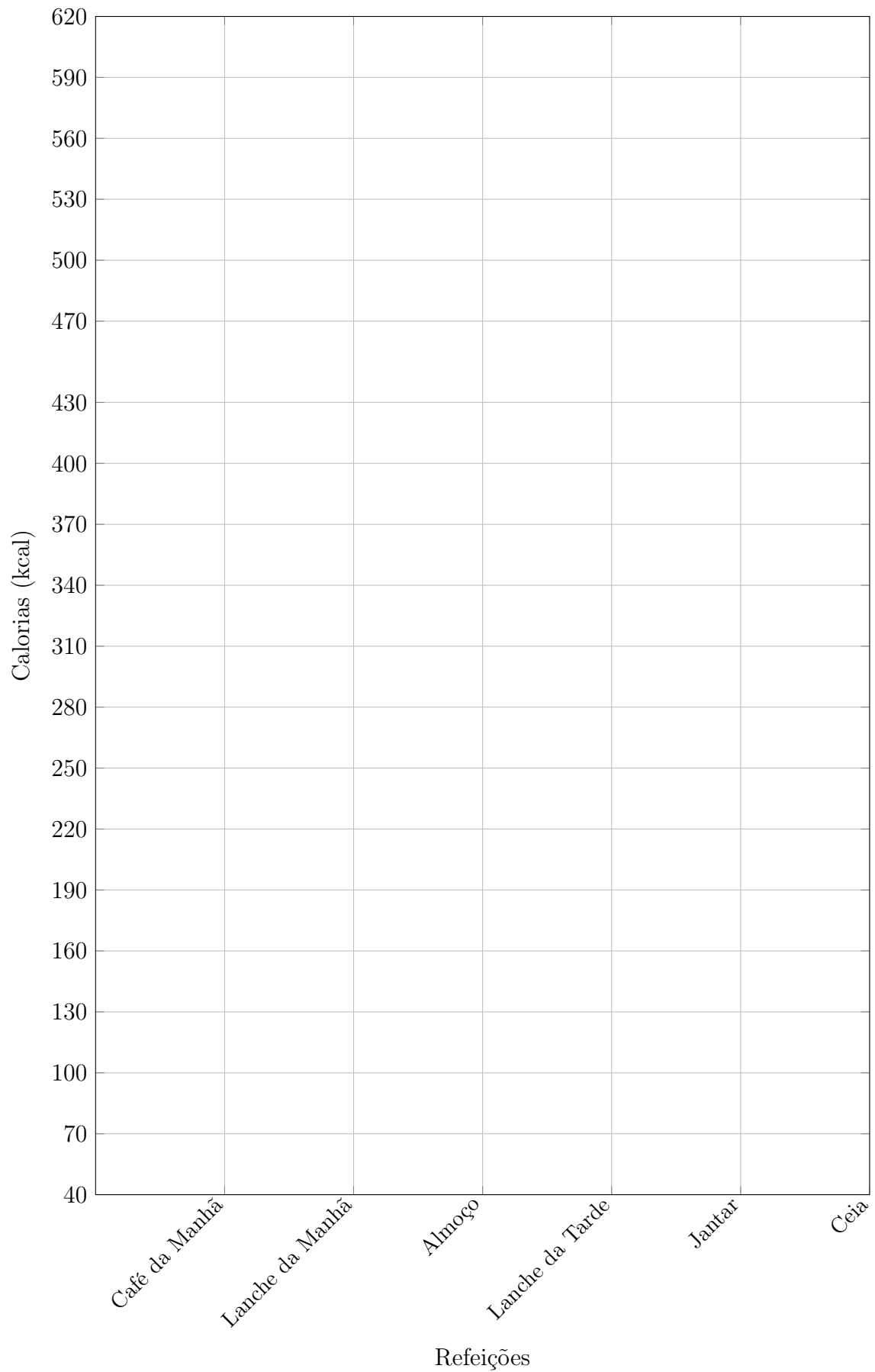


Figura 5.3: Modelo de gráfico para registro das calorias por refeição

Espaço para justificativa:

Essa sequência didática poderá ser acessada no link [A modelagem Matemática no Ensino de Química e Biologia](#)

A Modelagem Matemática como Estratégia de Integração Curricular: Fundamentos, Obstáculos e Caminhos para a Educação Básica

A produção do conhecimento científico contemporâneo demanda a superação de abordagens isoladas em prol de métodos complementares e integrados. No campo educacional, especificamente na interface entre a Matemática e as Ciências da Natureza, a Modelagem Matemática apresenta-se como um suporte histórico e metodológico robusto para essa integração. De fato, a história do conhecimento humano é marcada pela busca incessante por compreender e intervir na realidade que nos cerca. Nessa trajetória, a Modelagem Matemática constitui um suporte metodológico fundante, cujas origens remontam a aplicações práticas ancestrais – como o cálculo das alturas por Tales de Mileto, utilizando projeções como modelos – que se consolidam nas formalizações de pensadores como Descartes, Napier e Euler, considerando que a construção de modelos sempre esteve associada à resolução de problemas concretos [Biembengut e Hein \(2003\)](#). Esta tradição, longe de ser um mero capítulo histórico, revela um princípio atemporal, onde a matemática emerge como a linguagem privilegiada para abstrair, simular e prever o comportamento dos sistemas naturais e antrópicos. Nos dias atuais, esse legado intelectual adquire urgência prática diante de problemas complexos que desafiam abordagens disciplinares isoladas.

No coração do agronegócio brasileiro, o estado de Goiás e a região Centro-Oeste personificam um desses desafios contemporâneos de grande magnitude: o controle racional de pragas e ervas daninhas nas lavouras. A resposta convencional, baseada na aplicação intensiva de defensivos agrícolas, embora eficaz no curto prazo para a produtividade, desencadeia uma cascata perigosa de externalidades negativas. A seleção de populações de pragas resistentes, o desequilíbrio ecológico, a contaminação de solos e recursos hídricos, os riscos à saúde dos trabalhadores e

das populações que consomem os alimentos, são consequências sistêmicas e interligadas. Tomar decisões de manejo baseadas apenas em protocolos generalizados ou observações empíricas, sem uma compreensão quantitativa profunda dos processos envolvidos, é uma prática arriscada e insustentável.

Neste contexto crítico, a modelagem matemática reafirma seu papel histórico, agora como um instrumento científico indispensável para integrar Química e Biologia em ações precisas e seguras. A Química descreve a natureza, a toxicidade e a dinâmica ambiental dos agentes de controle; a Biologia investiga a ecologia, a dinâmica populacional das pragas e os impactos nos organismos não-alvo; e a matemática entra com linguagem necessária, uma vez que ambas as ciências citadas dependem da matemática para uma descrição quantitativa e qualitativa. Como salienta [Bassanezi \(2002\)](#), "a construção de modelos é uma das atividades mais importantes em qualquer área do conhecimento, pois é através deles que conseguimos simular situações reais, prevendo comportamentos e consequências". Sendo assim, a integração entre ciências, realizada pela modelagem matemática, permite simular, no campo goiano, a dispersão de um herbicida no solo, a curva de crescimento de uma população de lagartas ou o momento ótimo para intervenção é o que separa uma aplicação eficiente e mínima de um evento de contaminação ampliada e de seleção de resistência. Este imperativo de integração e cálculo preciso ecoa um paralelo crucial na saúde humana.

Um outro exemplo em que pode ser facilmente encontrado é o uso indiscriminado de medicamentos através da automedicação, desde antibióticos até anti-inflamatórios. Sem o conhecimento químico de propriedades como a meia-vida, a compreensão biológica dos efeitos colaterais em diferentes células e tecidos, e a capacidade matemática de calcular dosagens e intervalos seguros, gera uma crise análoga ao controle de pragas e ervas daninhas na agricultura, pois o resultado é o crescimento exponencial de bactérias resistentes, intoxicação orgânica e ineficácia terapêutica – um "efeito praga" no próprio organismo.

Percebemos que, seja no manejo de uma lavoura ou na prescrição de um tratamento, a ausência da tríade Química-Biologia-Matemática conduz a intervenções cegas, onde os riscos são subestimados e as consequências, imprevistas.

Assim, a modelagem matemática representa muito mais que uma ferramenta técnica; é a ponte cognitiva e operacional essencial para um novo paradigma no manejo fitossanitário. Ela converte dados em cenários, teoria em prática, permitindo calcular com precisão os impactos dos produtos químicos e prever as reverberações biológicas no ecossistema. Ao fazê-lo, posiciona-se não como uma opção, mas como um imperativo ético e estratégico para a agricultura da região.

Para que este imperativo se concretize, é fundamental compreender a mode-

lagem não apenas como uma técnica aplicada, mas como um processo de pensamento que pode – e deve – ser ensinado. É aqui que sua dimensão educacional se mostra crucial. No cenário educacional brasileiro, a Modelagem Matemática é compreendida como "a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real" [Bassanezi \(2006, p. 16\)](#). Trata-se de uma estratégia que transcende a mera aplicação de fórmulas, constituindo-se como um processo de investigação que aproxima a teoria da prática. A partir da década de 1970, com pioneiros como Bassanezi, D'Ambrósio e Biembengut, essa abordagem evoluiu para uma perspectiva pedagógica que visa contextualizar o conhecimento matemático e aproximá-lo de situações reais ([Biembengut, 2009](#)).

Paralelamente, documentos norteadores como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e seus desdobramentos regionais, como o Documento Curricular para Goiás – Ensino Médio (DC-GOEM), passaram a enfatizar a necessidade de uma educação integral e interdisciplinar, na qual a Matemática atua como linguagem universal para a compreensão de fenômenos naturais e sociais ([Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018](#); [Secretaria de Estado da Educação de Goiás \(SEDUC\), 2021](#)). Nesse contexto, a Modelagem Matemática configura-se não apenas como uma técnica, mas como um "ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade" ([Barbosa, 2001, p. 6](#)). Essa concepção ressoa com a visão de [Burak \(1992\)](#), para quem a modelagem constitui um conjunto de procedimentos que busca explicar matematicamente fenômenos do cotidiano, auxiliando na tomada de decisões. A convergência dessas perspectivas aponta para uma metodologia que valoriza a investigação, a contextualização e a crítica, alinhando-se plenamente às competências gerais preconizadas pela BNCC.

A aplicação da modelagem no ensino de Ciências é especialmente fértil. Em Biologia, permite modelar o crescimento populacional, a dinâmica de epidemias ou a transmissão genética. Em Química, é fundamental para compreender a cinética das reações, o equilíbrio químico ou o cálculo de concentrações. A etnomatemática, proposta por [D'Ambrosio \(2001\)](#), complementa essa visão ao valorizar os saberes matemáticos culturalmente construídos, reforçando que a integração deve considerar também as dimensões social e cultural do conhecimento. Assim, tanto a modelagem quanto a etnomatemática compartilham o propósito de romper com um ensino puramente abstrato e descontextualizado.

Contudo, apesar do sólido embasamento teórico e das diretrizes curriculares favoráveis, a implementação efetiva de um planejamento integrado entre Matemática, Biologia e Química via Modelagem Matemática esbarra em uma complexa teia

de obstáculos profundos e interconectados, conforme revelado por pesquisa realizada com 39 professores da educação básica e detalhada no diário de campo elaborado ao longo da aplicação da proposta de ensino integrada. Esses desafios não são meramente teóricos, mas se materializam concretamente no cotidiano escolar.

A raiz do problema reside, em grande parte, na formação inicial e continuada dos professores. Prevalece um "monolinguismo disciplinar" (Pacheco, 2007), no qual os licenciados são formados em silos epistemológicos isolados. O professor de Matemática domina a abstração, mas muitas vezes desconhece a complexidade dos sistemas biológicos ou químicos. O professor de Biologia ou Química, por sua vez, pode não dominar o aparato matemático necessário para modelar fenômenos de sua área com profundidade. Essa lacuna gera uma insegurança epistemológica (Little, 1990), onde o docente receia "invadir" o campo do colega ou cometer erros conceituais. Os dados da pesquisa corroboram essa análise: embora 69,2% dos respondentes – Gráfico 6.1 – tenham cursado disciplinas de matemática na graduação ou pós-graduação, apenas 25.6% - Gráfico 6.2 - participaram de formações específicas em Modelagem Matemática. Quando questionados sobre as competências necessárias, destacam a necessidade de "domínio matemático", "formação continuada" e "cursos específicos", evidenciando a percepção de uma lacuna formativa.

Disciplina que leciona

39 respostas

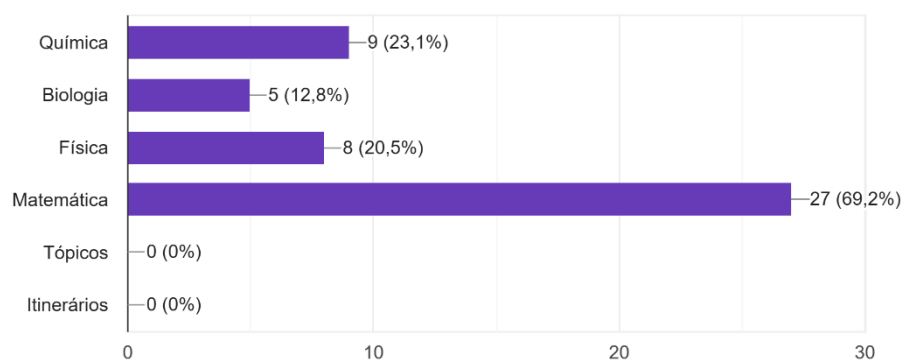


Figura 6.1: Especialidades

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Você participa de algum grupo de estudo ou formação continuada que aborda a interdisciplinaridade e a modelagem matemática?

39 respostas

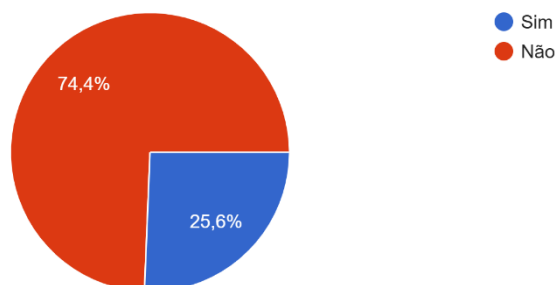


Figura 6.2: Especialidades

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Essa insegurança se reflete diretamente na prática pedagógica. A pesquisa apontou que um percentual considerável dos professores admite já ter deixado de aprofundar algum conteúdo devido à matemática envolvida. Em muitos casos, responsabilizam os estudantes, alegando que estes não têm um entendimento razoável em relação aos conteúdos matemáticos. A defasagem matemática dos estudantes surge, então, como um obstáculo central e agravante. Sendo que, em uma escala de 1 a 5 (1 – insuficiente, 2 – básico, 3 – razoável, 4 – aceitável e 5 – proficiente), 54,6% dos respondentes alegam que os estudantes têm conhecimentos razoáveis para o entendimento dos conteúdos e das expressões, conforme demonstra o Gráfico 6.3.

Como você classificaria o nível de compreensão e entendimento dos estudantes, nas expressões matemáticas utilizadas sua disciplina?

39 respostas

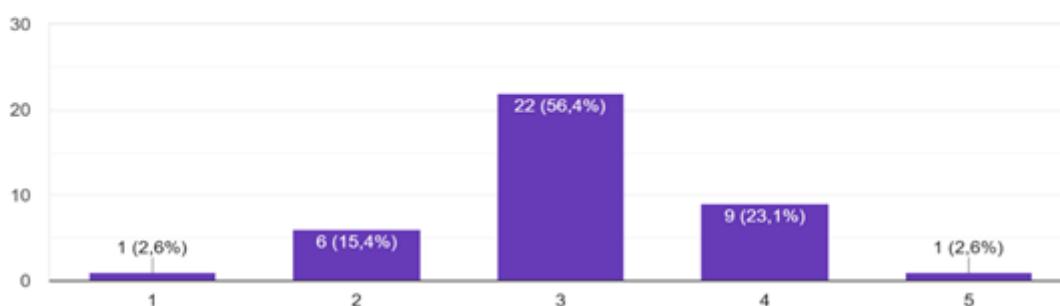


Figura 6.3: Nível de compreensão dos estudantes

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Professores relatam que os alunos chegam ao Ensino Médio sem domínio de operações básicas (frações, potências, radiciação, regra de três), o que inviabiliza o aprofundamento de conteúdos essenciais como estequiometria, cálculos de concentra-

ção ou genética populacional. Essa realidade reflete uma desconexão entre os ciclos de aprendizagem (Dante, 2009) e atua como um "gargalo" que impede a aplicação da modelagem em contextos interdisciplinares.

A organização escolar tradicional e sua estrutura rígida constituem outra barreira, se não intransponível, no mínimo potencializada pela própria configuração. Como afirma Sacristán (2000, p. 187), "a estrutura temporal e espacial da escola está pensada para a disciplina, não para a integração". A falta de tempo é o entrave mais visceralmente relatado. A jornada docente extenuante, com múltiplas turmas e tarefas burocráticas, não reserva horários remunerados para o planejamento conjunto. Os dados são elucidativos: 38,5% - Gráfico 6.4 - dos professores de química ou biologia, nunca fizeram planejamento ou desenvolveram projeto que envolvesse matemática em sua disciplina e, ao responderem uma pergunta aberta sobre as principais dificuldades em elaborar ou desenvolver planejamentos integrados ou interdisciplinar, 46,2% atribuem aos desafios de tempo e à "sobrecarga" o principal obstáculo para a interdisciplinaridade. O diário de campo ilustra com clareza essa dificuldade: as sucessivas tentativas para marcar uma primeira reunião, a realização de encontros em espaços informais como a cantina e a dependência de "horários de aula vaga" materializam a falta de um tempo institucionalizado para a colaboração. Essa realidade dialoga com as críticas de Sacristán (2000) sobre o currículo como uma "corrida contra o tempo", que privilegia a quantidade em detrimento da qualidade e da significação do aprendizado.

Você já participou de algum projeto ou atividade interdisciplinar que envolvia matemática e sua disciplina?

39 respostas

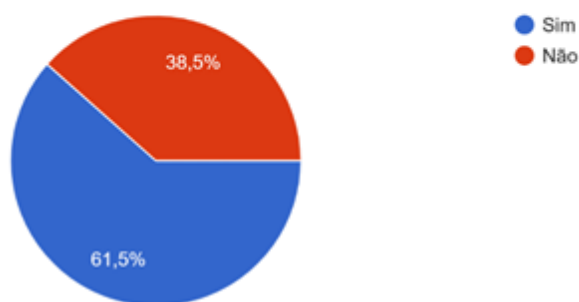


Figura 6.4: Projetos conjuntos

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

A própria lógica curricular, operacionalizada como uma lista linear e superlotada de conteúdos a "cumprir", atua como uma força centrífuga contra a integração. Há um receio legítimo, expresso nas respostas dos professores de que a integração "roube" tempo do conteúdo essencial de cada disciplina. Essa pressão é

intensificada por sistemas de avaliação externa (como ENEM e Saeb) que, na prática, ainda privilegiam conhecimentos compartimentalizados. O professor sente-se pressionado a "correr" com o programa, tornando a Modelagem – atividade intrinsecamente investigativa e de longo prazo – um "luxo" didático incompatível com a lógica do rendimento imediato. A cultura escolar, por sua vez, muitas vezes reforça o isolamento em vez da colaboração. A identidade docente é construída em torno da expertise disciplinar, e a interdisciplinaridade pode ser percebida como uma ameaça a essa identidade (Little, 1990). A pesquisa identificou uma cultura de trabalho individualizado, com relatos de resistência de colegas, falta de abertura da gestão e até um "preconceito" em relação à integração entre disciplinas. Como observa Fazenda (1994), a interdisciplinaridade é, antes de tudo, uma atitude de abertura ao diálogo, ausente em muitos contextos. A falta de apoio institucional e de liderança pedagógica que fomente e valorize a colaboração completa o cenário, relegando as iniciativas interdisciplinares ao "voluntarismo heroico" de alguns docentes (Imbernón, 2011). A isso somam-se entraves materiais, como a falta de recursos tecnológicos adequados (softwares de modelagem, laboratórios de informática) e de materiais didáticos que exemplifiquem a integração de forma não superficial. Como observa Moura (2010), a prática investigativa da Modelagem demanda um ambiente que favoreça a exploração e a manipulação de dados, algo negado pela precariedade infraestrutural de muitas escolas.

Entretanto, apesar desse cenário desafiador, a pesquisa e o diário de campo revelam um terreno fértil para a integração e o imenso potencial transformador da Modelagem Matemática quando efetivamente implementada. A maioria dos professores (94,9%) – Gráfico 6.5, acredita que seria possível fazer planejamento e ministrar aulas em conjunto, respondendo em uma escala de 1 a 5 (1 muito ruim, 2 – ruim, 3 – bom, 4 – muito bom e 5 – ótimo), quando somados bom, muito bom e ótimo, temos 87,2% - Gráfico 6.6 - avaliando que os alunos teriam uma receptividade positiva a aulas integradas. Os benefícios percebidos são claros: "melhor compreensão dos conceitos", "desenvolvimento do raciocínio lógico" e "aplicação no cotidiano".

Você acha que seria possível fazer um planejamento em conjunto com o(a) professor(a) de matemática e também ministrar aulas em conjuntos?

39 respostas

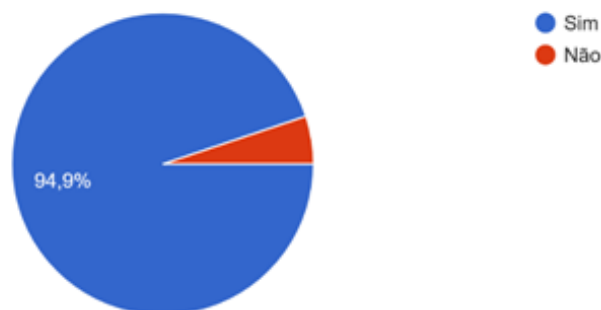


Figura 6.5: Acreditam ser possível ministrar aulas em conjunto

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

Como você avalia a receptividade dos alunos em relação à possibilidade de aulas integradas com dois ou mais professores de áreas diferentes?

39 respostas

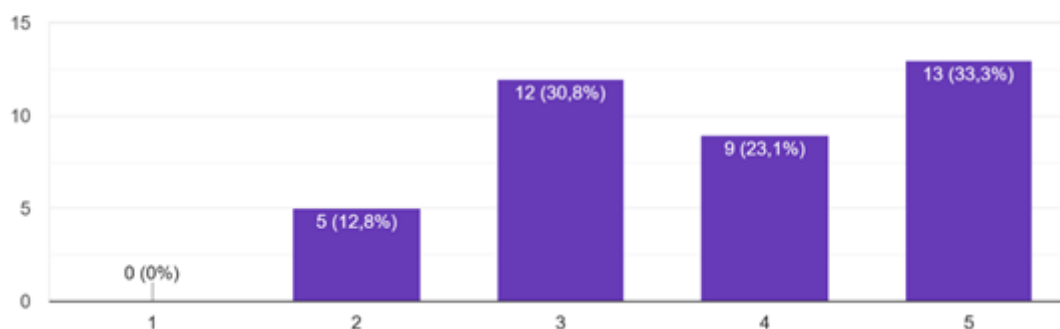


Figura 6.6: Receptividade dos estudantes nas aulas integradas

Fonte: Pesquisa para dissertação de mestrado (2025).

O diário de campo, ao documentar a experiência prática de construção e aplicação de uma sequência didática integrada sobre "Nutrição e Saúde", serve como justificativa prática e necessária para o diagnóstico teórico. Ele demonstra que os desafios, embora reais e operacionais, não são intransponíveis. A busca inicial por um "ponto de sintonia curricular" revelou a fragmentação dos currículos, mas a adoção de um tema transversal atuou como uma ponte estratégica, utilizando a modelagem como linguagem comum, conforme proposto por (Bassanezi, 2006). A sequência didática que desenvolvemos e aplicamos foi construída de forma coletiva, sempre considerando a realidade dos alunos e dos professores. Por isso, ela conseguiu atender concretamente à demanda dos educadores que atuam na unidade. Esse processo nos levou a refletir sobre o uso de "atividades prontas" em sala de aula — mesmo aquelas que são pedagogicamente válidas. Compreendemos que é possível utilizá-las,

desde que sejam adaptadas à realidade de cada turma e dialoguem com o cotidiano escolar. Mais do que simplesmente aplicar, é preciso aproveitar esses momentos como oportunidades para criar, ajustar e fortalecer a integração entre todos os envolvidos. O relato das aulas interdisciplinares, com professores de Matemática, Biologia e Química dialogando no mesmo espaço, mostrou um cenário altamente promissor. Foi registrado "encantamento", "alvorço completo" e alto engajamento dos estudantes. Falas como "Agora tudo faz sentido" e "Nunca pensei que para saber o que vou comer... é importante entender matemática" são a prova empírica do poder da modelagem para conferir significado aos conceitos, transformando a matemática de um obstáculo em uma ferramenta de compreensão do mundo, tal como teorizado por [Biembengut e Hein \(2014\)](#).

A fala de um estudante – "A escola deveria fazer sempre assim" – sintetiza o impacto potencialmente transformador dessa abordagem. A experiência também evidenciou que o processo colaborativo é tão formativo quanto o produto final, desenvolvendo nos próprios professores as competências interdisciplinares desejadas. Superar a insegurança inicial e construir coletivamente o percurso didático foi uma experiência de desenvolvimento profissional em si mesma. Contudo, a experiência também trouxe à tona um obstáculo não antecipado na pesquisa inicial: a burocracia ética. A suspensão temporária do projeto devido a pendências no Comitê de Ética (CEP) exemplifica como iniciativas inovadoras podem ser paralisadas por estruturas formais, ao mesmo tempo em que reforça a indispensabilidade do rigor ético na pesquisa educacional ([Luc2011](#)).

Experiências bem-sucedidas analisadas na dissertação de Lidiane Santos (2024) – como projetos de hortas escolares, o uso da coleta seletiva para ensinar funções ou a integração da educação ambiental – corroboram esse potencial. Elas demonstram que a Modelagem, longe de ser um adorno pedagógico, é uma via de mão dupla essencial: enriquece a Matemática ao conferir-lhe significado contextual e enriquece a Biologia e a Química ao dotá-las de uma linguagem precisa e preditiva.

Para superar as barreiras sistêmicas e transformar essas experiências pontuais em uma prática pedagógica comum e sustentável, é necessária uma ação coordenada em múltiplas frentes, um compromisso sistêmico que envolva universidades, sistemas de ensino, gestores escolares e os próprios docentes:

Reforma da Formação Docente: Inserção de disciplinas e projetos interdisciplinares obrigatórios nas licenciaturas, construindo pontes entre a Matemática e as Ciências desde a formação inicial, combatendo o "monolinguismo disciplinar".

Flexibilização Curricular e Temporal: Revisão dos currículos para incorporar Temas Geradores ou Módulos Interdisciplinares que exijam e legitimem o planejamento conjunto. Criação de horas-atividade remuneradas e institucionalizadas

especificamente para o trabalho colaborativo.

Fortalecimento da Liderança e Cultura Escolar: Capacitação de gestores e coordenadores para atuarem como articuladores e facilitadores dos processos de integração, valorizando formalmente o trabalho colaborativo em suas dimensões temporal e avaliativa.

Investimento em Formação Continuada Especializada: Oferecimento de oficinas práticas e cursos focados em Modelagem Matemática aplicada ao ensino de Ciências, abordando tanto os fundamentos metodológicos quanto estratégias de avaliação processual, que contemplem a investigação e não apenas o resultado final.

Desenvolvimento e Socialização de Recursos: Criação e ampla divulgação de bancos de sequências didáticas robustas, testadas e alinhadas às diretrizes curriculares, que sirvam de referência e ponto de partida seguro para os professores, diminuindo a insegurança inicial.

Em conclusão, a integração curricular via Modelagem Matemática entre Matemática, Biologia e Química apresenta-se como um caminho pedagogicamente sólido e alinhado com as demandas contemporâneas por um conhecimento integrado e aplicável. A análise integrada dos fundamentos teóricos, dos dados da pesquisa com professores e do relato do diário de campo demonstram que o principal impedimento não é a falta de valor da proposta, mas uma conjunção de barreiras estruturais, culturais e formativas que se reforçam mutuamente. Romper essa teia exige mais do que a vontade individual; exige uma transformação sistêmica que reconheça e favoreça a colaboração como eixo do trabalho pedagógico. A riqueza potencial dessa integração – a formação de cidadãos capazes de interpretar criticamente e intervir em um mundo complexo e interconectado – justifica plenamente esse esforço coletivo. Como sintetiza a experiência documentada, é preciso utilizar todos os conceitos e esforços disponíveis para transformar a Modelagem Matemática de um ideal teórico em uma prática pedagógica comum, sustentável e verdadeiramente transformadora nas escolas brasileiras.

Considerações Finais

Esta pesquisa investigou os obstáculos e potencialidades da integração curricular entre Matemática, Biologia e Química por meio da Modelagem Matemática, bem como as condições necessárias para sua concretização como prática pedagógica sustentável na educação básica. O percurso investigativo, estruturado em abordagem qualitativa que combinou questionários com 39 professores e diário de campo durante a aplicação de sequência didática sobre "Nutrição e Saúde", permitiu mapear barreiras à interdisciplinaridade e evidenciar seu potencial transformador quando implementada.

A fundamentação teórica demonstrou que a Modelagem Matemática constitui ambiente de aprendizagem investigativo que aproxima teoria e prática, conferindo significado ao conhecimento, alinhando-se à BNCC que enfatiza a necessidade de se ter uma educação integral e interdisciplinar, alinhando-se às diretrizes curriculares contemporâneas.

Entretanto, a pesquisa revelou que a implementação efetiva do planejamento integrado via Modelagem esbarra em obstáculos interconectados, indicando que a raiz do problema reside na formação inicial docente, marcada pelo que [Pacheco \(2007\)](#) denomina "monolinguismo disciplinar", gerando "insegurança epistemológica" ([Little, 1990](#)) diante do trabalho conjunto. Os dados apresentados corroboram: embora a maioria dos professores tenha cursado disciplinas de matemática, nem todos participaram de formações específicas em Modelagem.

A defasagem matemática dos estudantes emergiu como um sinal de alerta que deve ser observado. Professores relataram que alunos chegam ao Ensino Médio sem domínio de operações básicas, inviabilizando aprofundamentos como estequiometria ou genética populacional. Mais da metade classificou como apenas "razoável" o conhecimento matemático dos estudantes, refletindo desconexão entre ciclos de aprendizagem [Dante \(2009\)](#).

A organização escolar tradicional constitui barreira significativa. Para [Sacristán \(2000\)](#), "a estrutura temporal e espacial da escola está pensada para a disciplina, não para a integração". Menos da metade dos professores de Química ou Biologia já realizaram planejamento conjunto com Matemática, alegando falta de

tempo e sobrecarga. O diário de campo ilustrou essa dificuldade: reuniões em espaços informais e dependência de "horários de aula vaga" materializam ausência de tempo institucionalizado para colaboração.

A lógica curricular como lista linear de conteúdos atua contra a integração. A pesquisa identificou receio de que a integração "roube" tempo do conteúdo essencial, pressão intensificada por avaliações externas que privilegiam conhecimentos compartimentalizados. O professor sente-se pressionado a "correr" com o programa, tornando a Modelagem – atividade investigativa de longo prazo – "luxo" didático incompatível com a lógica do rendimento imediato.

A cultura escolar reforça o isolamento. A identidade docente construída em torno da expertise disciplinar faz a interdisciplinaridade ser percebida como ameaça (Little, 1990). A pesquisa identificou cultura de trabalho individualizado, com relatos de resistência de colegas e falta de abertura da gestão. Como observa Fazenda (1994), a interdisciplinaridade é atitude de diálogo, ausente em muitos contextos. A falta de apoio institucional relega iniciativas ao "voluntarismo heroico" Imbernón (2011). Somam-se entraves materiais, como falta de recursos tecnológicos e materiais didáticos adequados.

Apesar desse cenário, a pesquisa revelou terreno fértil para integração. A maioria dos professores acredita ser possível planejar aulas conjuntas, avaliando que os alunos teriam receptividade positiva. Os benefícios percebidos são claros: "melhor compreensão dos conceitos" e "aplicação no cotidiano".

O diário de campo demonstrou que os desafios não são intransponíveis. A adoção de tema transversal atuou como ponte estratégica, utilizando a modelagem como linguagem comum (Bassanezi, 2006). As aulas interdisciplinares registraram "encantamento" e alto engajamento dos estudantes. Falas como "Agora tudo faz sentido" e "Nunca pensei que para saber o que vou comer é importante entender matemática" são prova empírica do poder da modelagem para conferir significado aos conceitos (Biembengut; Hein, 2014). A fala "A escola deveria fazer sempre assim" sintetiza o impacto transformador dessa abordagem.

Experiências bem-sucedidas analisadas por Lidiane Rodrigues da Mata Santos (2024) – como projetos de hortas escolares ou uso da coleta seletiva para ensinar funções – corroboram o potencial da Modelagem como via de mão dupla: enriquece a Matemática ao conferir significado contextual e enriquece as Ciências ao dotá-las de linguagem precisa.

Para superar as barreiras identificadas, esta pesquisa aponta para ação coordenada em múltiplas frentes. Primeiro, reforma da formação docente, com inserção de projetos interdisciplinares obrigatórios nas licenciaturas. Segundo, flexibilização curricular e temporal, com criação de horários institucionalizados para trabalho cola-

borativo. Terceiro, fortalecimento da liderança escolar, com capacitação de gestores como facilitadores da integração. Quarto, investimento em formação continuada em Modelagem aplicada ao ensino de Ciências. Quinto, desenvolvimento de bancos de sequências didáticas que sirvam de referência segura aos professores.

Em conclusão, a integração curricular via Modelagem Matemática apresenta-se como caminho pedagogicamente sólido e alinhado às demandas contemporâneas por conhecimento significativo e aplicável. A análise demonstra que o principal impedimento para sua implementação generalizada não é a falta de valor da proposta, mas uma conjunção de barreiras estruturais, culturais e formativas que se reforçam mutuamente, perpetuando o isolamento disciplinar. Romper essa teia exige uma transformação sistêmica que crie condições para que a interdisciplinaridade deixe de ser exceção heroica e se torne prática possível e valorizada no cotidiano escolar. A formação de cidadãos capazes de interpretar criticamente um mundo complexo justifica plenamente esse esforço coletivo.

Referências

ANDRADE, H.; SELADOR, P. Rubricas avaliativas: fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Educação**, v. 15, n. 3, p. 120–135, 2004.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10522>.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2006. ISBN 9788572443276.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática na Educação Matemática: Perspectivas e Experiências**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009. ISBN 9788573938214.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016. ISBN 9788578614010.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2003. ISBN 9788572442385.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2014. ISBN 9788572441360.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

BLUM, Werner. Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? *In*: CHO, Sung Je (ed.). **The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education**. Cham: Springer, 2015. p. 73–96. DOI: [10.1007/978-3-319-12688-3_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9).

BOYER, Carl B.; MERZBACH, Uta C. **A history of mathematics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Acesso em: dia mês ano. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Disponível em: <https://bibliotecadigital.unicamp.br/>.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. Tradução: Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010. p. 296.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Ethnomathematics: link between traditions and modernity**. Rotterdam: Sense Publishers, 2001. p. xi, 89. ISBN 90-77874-76-3.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1996. p. 88.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: Contexto e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Editora Ática, 2009.

DELLA PORTA, Donatella. **Research Methodologies in the Social Sciences**. Oxford: Oxford University Press, 2019. ISBN 9780198833932. DOI: [10.1093/oso/9780198833932.001.0001](https://doi.org/10.1093/oso/9780198833932.001.0001).

DESCARTES, René. **Discurso do método**. Local: Holanda: Editora Leiden, 1637.

EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, Brasil. Ministério da. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. [*S. l.: s. n.*], 2018. Documento oficial. Versão final homologada — Decreto nº 9.795, de 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas, SP: Papirus Editora, 1994.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2011.

FERRAZ, A. P. **Avaliação educacional: perspectivas e práticas**. São Paulo: Editora Educação, 2025. p. 30.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

FORTES, Lizeane Borges. **Ensino de sistemas lineares usando modelagem matemática e registros de representação semiótica em uma turma do 9º ano do ensino fundamental**. 2021. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/226998>.

GÜNTHER, I. A. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, p. 201–210, 2006. DOI: [10.1590/S0102-37722006000200010](https://doi.org/10.1590/S0102-37722006000200010).

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 199 p. ISBN 8573073667.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 9. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. v. 14. (Coleção Questões da Nossa Época).

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1976.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LITTLE, Daniel. **Varieties of Social Explanation: An Introduction to the Philosophy of Social Science**. Boulder, CO: Westview Press, 1990.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à História da Educação Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez; UNESCO, 2000.

MOURA, Luis Carlos. **Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa: um estudo com alunos do 9º ano do ensino fundamental**. 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.

MUNHOZ, Diego Rodolfo. **Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra**. 2022. Diss. (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. DOI: [10.11606/D.55.2022.tde-17012023-174001](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55136/tde-17012023-174001/). Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55136/tde-17012023-174001/>.

NOGUEIRA VIANA NARCIZO, Ricardo. **Investigando a Modelagem Matemática no Ensino de Funções Afins e Exponenciais**. 2016. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, GO, Brasil. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). Disponível em: https://sca.profmatt-sbm.org.br/profmatt_tcc.php?id1=2830&id2=95247.

NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Edição: António Nóvoa. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PACHECO, José Augusto. **Currículo: entre teorias e métodos**. 1. ed. Porto: Porto Editora, 2007.

PERRENOUD, Philippe. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas**. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOS, Genilson Andrade dos. **Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem de funções polinomiais: proposta didática contextualizada com coleta seletiva de lixo**. 2022. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). Disponível em: https://sca.profmatt-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=171055394.

SANTOS, Lidiane Rodrigues da Mata. **Modelagem matemática e o Documento Curricular para Goiás etapa Ensino Médio (DC-GOEM): contribuições para o ensino de matemática no Ensino Médio**. 2024. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. Dissertação de

Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/13522>.

SCHUMACHER, Thiago. **O pensamento computacional no ensino de matemática e a visão de professores sobre elementos da computação para o aprendizado de conceitos matemáticos nos anos iniciais**. 2013. f. 134. Dissertação de Mestrado – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DE GOIÁS (SEDUC). **Documento Curricular para Goiás — Etapa Ensino Médio (DC-GOEM)**. [S. l.: s. n.], 2021. Documento oficial publicado pela SEDUC/GO. Goiânia: Secretaria de Estado da Educação de Goiás. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/wp-content/uploads/sites/40/files/documentos/PEDAGOGICO/DCGOEM%202021.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2026.

SILVA, Andrei Braga da. **Modelagem matemática e interdisciplinaridade: possibilidades e desafios na construção de um projeto de hortas em escolas rurais do Distrito Federal – Brasil**. 2022. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/12435>.

THIESEN, Juares da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, p. 545–554, 2008.

VELEDA, G. G.; BURAK, Dionisio. Mathematical modelling in mathematics education as way to develop critical consciousness: a theoretical study. **Revista Acta Scientiae**, v. 19, p. 211–223, 2017. ISSN 1517-4492.

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

APÊNDICE A

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
GOIÁS - UFG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O PODER DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA E BIOLOGIA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA INTEGRAÇÃO ENTRE PROFESSORES.

Pesquisador: LINDOMAR BATISTA DA SILVA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 89115225.9.0000.5083

Instituição Proponente: Universidade Federal de Goiás - UFG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.964.461

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto de Matemática e Estatística (IME) que se desenvolverá em uma escola privada tendo como foco a relação entre a disciplina de matemática e outras disciplinas de ciências da natureza (química e biologia) no cenário da sala de aula de Ensino Médio. Para isso serão aplicados questionários a professores e estudantes e serão desenvolvidas atividades em aulas planejadas de forma integrada entre essas disciplinas.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar as contribuições que uma proposta de atividades de ciências da natureza tem no ensino e aprendizagem de matemática e para o desenvolvimento de estudantes autônomos e atuantes em nossa sociedade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador responsável cita, no protocolo, riscos à pesquisa e não necessariamente aos participantes. Mas no TCLE dos professores citam-se possíveis desconfortos, constrangimento, angústia, que caso o participante tenha algumas dessas sensações, poderá se desligar da pesquisa sem nenhum prejuízo.

Continuação do Parecer: 7.964.461

Como benefícios, citam-se: percepção dos alunos sobre a utilidade e a aplicabilidade da matemática, desmistificando a disciplina e diminuindo a aversão; possibilidade de tornar o aprendizado mais engajador e relevante, facilitando a assimilação dos conteúdos e a retenção do conhecimento; ao explorar a linguagem matemática como ferramenta para descrever e analisar fenômenos científicos, a pesquisa contribui para o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre a natureza da ciência e seus métodos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto propõe a realização de algumas etapas de pesquisa. Foi apresentado o instrumento de coleta de dados para a percepção dos professores em forma de questionário. O referido questionário tem perguntas sobre o perfil de formação, a atuação profissional e a relação com a disciplina de matemática, o uso de modelagem matemática na escola e relações com os estudantes e com a disciplina de matemática. Foi apresentada a proposta integrada a ser desenvolvida em sala de aula em que constam os instrumentos de coleta de dados para os estudantes. A coleta de dados é prevista para acontecer entre novembro de 2025 e fevereiro de 2026. O financiamento é próprio.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes termos: projeto de pesquisa, Termo de Compromisso assinado, Folha de Rosto, os seguintes TCLE: para os professores, para os responsáveis, para os estudantes (que entende-se é o mesmo para menores e maiores de idade).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências anteriores foram resolvidas (retirada das marcações do TCLE dos professores; inclusão de riscos e benefícios nos demais TCLE; apresentação do quantitativo de professores e alunos separados). Dessa forma, o protocolo atende as normas éticas da pesquisa com seres humanos e está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa/CEP-UFG considera o presente protocolo APROVADO. A pesquisa foi considerada em acordo com os princípios

Endereço: Rodovia R2, n. 3.061, Parque Tecnológico Samambaia, Edifício K2, sala 110, piso 1
Bairro Campus Samambaia CEP: 74.690-970
UF: GO Município GOIANIA
Telefone (62)3521-1215 Fax: (62)3521-2045 E- cep.prpi@ufg.br

Continuação do Parecer: 7.964.461

éticos vigentes.

Atenção para a Resolução CNS nº466/12, o pesquisador responsável deve: assegurar aos participantes da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa; E Resolução 510/16 Art 17º VI -que dispõe sobre a garantia aos participantes do acesso aos resultados da pesquisa.

Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar ao CEP-UFG os relatórios parciais e o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Resolução CNS n. 466/12 e Resolução CNS n. 510/16. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, previsto para abril de 2026.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2559052.pdf	21/10/2025 23:19:02		Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento_explicativo_das_alteracoes_realizadas.pdf	21/10/2025 15:54:08	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Professores.docx	21/10/2025 15:30:33	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responaveis.docx	21/10/2025 15:30:20	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Maiores.docx	21/10/2025 15:28:53	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_Compromisso.pdf	28/09/2025 22:45:10	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Outros	Proposta_Integrada.docx	23/07/2025 06:50:08	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Declaração de	Declaracao_de_ nao_inicio_da_co	23/07/2025	LINDOMAR	Aceito

Endereço: Rodovia R2, n. 3.061, Parque Tecnológico Samambaia, Edifício K2,sala 110, piso 1
Bairro Campus Samambaia **CEP:** 74.690-970
UF: GO **Município** GOIANIA
Telefone (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-2045 **E-** cep.prpi@ufg.br

Continuação do Parecer: 7.964.461

Pesquisadores	leta.pdf	06:48:01	DA SILVA	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	23/07/2025 06:47:32	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Brochura Pesquisa	Questionario_para_dissertacao_de_mes trado.pdf	14/05/2025 23:23:04	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Declaração de concordância	Termo_de_anuencia.pdf	14/05/2025 23:12:30	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	14/05/2025 19:39:38	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_preenchida_assinado_Go v_281_29_assinado.pdf	14/05/2025 19:27:54	LINDOMAR BATISTA DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 10 de Novembro de 2025

Assinado por:
Rosana de Moraes Borges Marques
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia R2, n. 3.061, Parque Tecnológico Samambaia, Edifício K2, sala 110, piso 1
Bairro Campus Samambaia **CEP:** 74.690-970
UF: GO **Município** GOIANIA
Telefone (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-2045 **E-** cep.prpi@ufg.br