

O DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM NA MODELAGEM MATEMÁTICA

UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING IN MATHEMATICAL MODELING

DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE EN LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

JOSÉ RICARDO DOLENGA COELHO¹
ANDERSON ROGES TEIXEIRA GÓES²

RESUMO

Este estudo teve como objetivo investigar a presença do Desenho Universal para Aprendizagem na abordagem da Modelagem Matemática em uma prática pedagógica aplicada em sala de aula em uma escola pública de Ensino Fundamental. Foi realizada uma intervenção pedagógica com 32 estudantes do 6º ano, coletando dados por meio de observação, anotações, gravações e fotos. Os resultados evidenciaram uma integração dinâmica e criativa na construção dos modelos físicos, relacionados ao cotidiano dos alunos. A aplicação da Modelagem Matemática revelou a presença do Desenho Universal para Aprendizagem, oferecendo práticas acessíveis e inclusivas. Conclui-se que a Modelagem Matemática pode ser uma abordagem promissora para promover uma educação acessível e inclusiva. Assim, o estudo destaca a importância de explorar diferentes formas de construir conhecimento, como o modelo físico, para atender às necessidades dos estudantes e promover uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Educação Matemática; Desenho Universal para Aprendizagem; Modelagem Matemática; Geometria; Ensino da Matemática.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the presence of Universal Design for Learning in the approach of Mathematical Modeling in a pedagogical practice applied in a public elementary school classroom. A pedagogical intervention was conducted with 32 6th-grade students, collecting data through observation, notes, recordings, and photos. The results highlighted a dynamic and creative integration in the construction of physical models, related to students' everyday life. The application of Mathematical Modeling revealed the presence of Universal Design for Learning, offering accessible and inclusive practices. It is concluded that Mathematical Modeling can be a promising approach to promote accessible and inclusive education. Thus, the study emphasizes the importance of exploring different ways of building knowledge, such as the physical model, to meet students' needs and foster meaningful learning.

Keywords: Mathematics Education. Universal Design for Learning. Mathematical Modeling. Geometry. Mathematics Teaching.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo investigar la presencia del Diseño Universal para el Aprendizaje en el enfoque de la Modelización Matemática en una práctica pedagógica aplicada en una sala de clases de una escuela pública de Enseñanza Fundamental. Los resultados evidenciaron una integración dinámica y creativa en la construcción de modelos

1 Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática. Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: dolengacoelho@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6615-9319>

2 Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, ambos da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: artgoes@ufpr.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8572-3758>

físicos, relacionados con el cotidiano de los alumnos. La aplicación de la Modelización Matemática reveló la presencia del Diseño Universal para Aprendizaje, ofreciendo prácticas accesibles e inclusivas. Se concluye que la Modelización Matemática puede ser un enfoque prometedor para promover una educación accesible e inclusiva. Por lo tanto, el estudio destaca la importancia de explorar diferentes formas de construir conocimiento, como el modelo físico, para satisfacer las necesidades de los estudiantes y fomentar un aprendizaje significativo.

Palabras-clave: *Palabras clave: Educación Matemática, Diseño Universal para el Aprendizaje, Modelización Matemática, Geometría, Enseñanza de las Matemáticas.*

INTRODUÇÃO

No dia a dia da sociedade, é evidente a presença de várias formas geométricas em prédios, ruas, paisagens e outros elementos. Essas formas podem ser unidimensionais, bidimensionais ou tridimensionais e estão diretamente relacionadas aos conceitos e conteúdos ensinados nas escolas sobre geometria.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “a Geometria desempenha um papel fundamental no estudo dos conceitos e procedimentos necessários para solucionar problemas no mundo físico e em diversas áreas do conhecimento” (BRASIL, 2017, p. 271). Dessa forma, essa disciplina contribui para que os estudantes construam seu conhecimento, estabelecendo conexões entre sua realidade e as características e elementos das figuras planas e espaciais, compreendendo também as relações de espaço e forma presentes nelas.

A disciplina de Matemática, que inclui a geometria como parte importante da educação, apresenta diversas tendências metodológicas que podem direcionar e abordar o ensino de forma diferenciada, enriquecendo as práticas pedagógicas no contexto escolar e facilitando o processo de aprendizagem (GÓES; GÓES, 2016). Uma dessas tendências é a Modelagem Matemática, que permite aos estudantes compreender e estabelecer conexões entre diferentes fenômenos físicos do cotidiano e o ensino da Matemática.

A forma de conceber a Modelagem Matemática assumida, como uma metodologia para o ensino de Matemática, ao longo de mais de duas décadas busca a consistência dos embasamentos e coerência das ações e procedimentos. Ao status de uma metodologia, significando estudos de caminhos, fundamenta-se em um entendimento de Ciência e em uma visão de conhecimentos que contemple e respeite as características e natureza do humano e do natural, bem como com clareza de que cada objeto deve ser estudado de modo global, assistidos e subsidiado por áreas do conhecimento que promovam essa possibilidade. (BURAK; ARAGÃO, 2012, p. 87-88).

A Modelagem Matemática é abordada em documentos oficiais da educação, como as Diretrizes Curriculares da Educação Básica da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR), nos quais os autores deste texto baseiam suas pesquisas. De acordo com esses documentos, a “Modelagem Matemática se baseia na problematização de situações do cotidiano” (PARANÁ, 2008, p. 64). Essa abordagem proporciona aos estudantes a oportunidade de construir conhecimento por meio de seus próprios questionamentos do dia a dia, sendo, para Biembengut e Hein (2019), uma habilidade artística que envolve criar e solucionar expressões que não se restringem a soluções particulares, mas que podem, de igual modo, servir como alicerce para outras aplicações e teorias no futuro.

Barbosa (2001) indica que em prática que envolve a Modelagem Matemática os estudantes são incentivados a explorar e questionar situações da vida real, provenientes de diversas áreas, utilizando a matemática como ferramenta de investigação.

O processo de Modelagem Matemática pode seguir por três abordagens, dependendo do convite ao estudante (COELHO, 2022):

- Caso 1: O professor apresenta o problema e fornece todas as informações necessárias para a resolução. O aluno concentra-se na construção do modelo e na busca pela solução.
- Caso 2: O professor traz o problema, muitas vezes de áreas diferentes do conhecimento, e os alunos são responsáveis por coletar os dados necessários para solucioná-lo.
- Caso 3: Neste caso, o tema pode ser escolhido pelo professor ou pelos alunos. Aqui, os alunos têm maior participação, trazendo o problema e envolvendo-se em todas as etapas, desde a busca de informações para criar o modelo até a sua validação.

Bassanezi (2004) interpreta a Modelagem Matemática como um procedimento em constante movimento empregado para criar e confirmar modelos matemáticos, representando uma técnica de simplificação e generalização com o intuito de antecipar padrões futuros. Em sua essência, a modelagem envolve a habilidade de converter situações do mundo real em desafios matemáticos cujas respostas podem ser interpretadas de forma convencional, apresentando suas etapas na: experimentação; abstração; resolução; validação; modificação; e aplicação.

A presente pesquisa destaca a escolha da concepção de Modelagem Matemática desenvolvida por Dionísio Burak, que descreve essa tendência da Educação Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, auxiliando-o na formulação de previsões e tomada de decisões” (BURAK, 1992, p. 62), pois percebemos que pode contribuir para o desenvolvimento de ambientes educacionais inclusivos e relevantes a construção do conhecimento, no qual a matemática proporciona desenvolver habilidades para compreender e resolver problemas do cotidiano. Burak (2017) e Burak e Aragão (2012) propõem um modelo de cinco etapas para a implementação da Modelagem Matemática no desenvolvimento de práticas pedagógicas para análise de solução de problemas:

- Escolha do tema: A escolha do tema parte do interesse dos estudantes, sendo mediada pelo professor.
- Pesquisa exploratória: Nesta etapa, o tema escolhido é aprofundado por meio de recursos disponíveis na escola ou apresentados pelos estudantes, como jornais, revistas, internet, computador, entre outros.
- Levantamento do(s) problema(s): Os estudantes são desafiados a associar o tema escolhido com conteúdos matemáticos ou de outras áreas do conhecimento, identificando os problemas a serem abordados.
- Resolução do(s) problema(s): Com os problemas identificados, os estudantes desenvolvem estratégias de resolução, aplicando os conhecimentos matemáticos e/ou de outras áreas relevantes.
- Análise crítica da(s) solução(ões): Nesta etapa, os estudantes interpretam, discutem, apresentam e compreendem as soluções encontradas, promovendo a construção do conhecimento por meio da análise crítica das soluções.

Góes e Góes (2016, p. 54) destacam que a metodologia da Modelagem Matemática “pode ser considerada dinâmica e não linear, permitindo retornar a qualquer uma das etapas conforme necessário ao longo do processo.” Na resolução dos problemas analisados, é comum representar as soluções por meio de modelos matemáticos, como equações, inequações, funções, entre outros. No entanto, também é possível apresentar as soluções por meio de modelos físicos, utilizando objetos reais tridimensionais e adotando conceitos e abordagens geométricas. Dessa forma, é possível classificar e associar os fenômenos físicos com as situações-problema do cotidiano, proporcionando uma conexão entre a matemática e o mundo real (GÓES; GÓES, 2016).

Considerando a semântica da palavra “modelo”, o Dicionário Houaiss indica: “1. representação, em escala reduzida, de objeto, obra de arquitetura etc. a ser reproduzida em dimensões normais. [...] 4. reprodução tridimensional, ampliada ou reduzida, de qualquer coisa real, como recurso didático (p. ex., partes do corpo humano, do universo etc.)” (HOUAISS; VILLAR, 2009, p. 1304).

No processo de ensino e aprendizagem da Matemática, é viável ampliar as formas de representação das soluções de situações-problema, adotando abordagens que incluam modelos físicos, como protótipos, maquetes e outros materiais ou objetos que os estudantes possam construir e manipular. Essas práticas didáticas, que utilizam a Modelagem Matemática, oferecem uma compreensão mais abrangente dos conteúdos matemáticos, além de ultrapassar a simples aplicação de fórmulas de cálculos geométricos e desenhos tridimensionais. Essa abordagem está em consonância com o que é expresso na Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

A Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras. (BRASIL, 2017, p. 272).

No contexto da educação básica, a experiência escolar pode envolver a criação de modelos físicos, conhecidos como maquetes, mesmo que não sigam todas as normas e regras formais associadas a elas, como a construção em escala precisa. Apesar disso, as maquetes proporcionam a representação simplificada da realidade, especialmente quando são construídas pelos estudantes, permitindo a compreensão de formas bidimensionais e tridimensionais, além do estabelecimento de relações e associações entre o espaço vivido e o espaço representado. A construção desses modelos físicos pode envolver uma variedade de tecnologias, desde as mais tradicionais, como papel, isopor, lápis, régua e cola, até as digitais, como ambientes virtuais, impressoras 3D e maquetes eletrônicas (GÓES; GÓES, 2016).

No contexto escolar, é essencial considerar a diversidade dos estudantes, que possuem diferentes formas de aprendizado, pensamentos, estratégias e críticas em relação ao conhecimento. Diante disso, o professor deve adotar abordagens de ensino que atendam às necessidades individuais dos alunos. Nesse sentido, o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) é uma perspectiva metodológica que pode ser utilizada pelo docente para promover uma aprendizagem inclusiva, não sendo restrita apenas a estudantes com deficiências ou necessidades educacionais específicas. Cada indivíduo aprende e demonstra seu aprendizado de maneiras diferentes (COELHO; GÓES, 2021). Assim, o DUA coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, permitindo que ele aprenda e demonstre seu conhecimento de várias maneiras.

Assim, a pesquisa descrita neste texto tem como objetivo investigar a presença do DUA na abordagem da Modelagem Matemática em uma prática pedagógica em sala de aula. Para isso, foi

realizada uma pesquisa qualitativa, utilizando a abordagem de intervenção pedagógica, com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública em Curitiba. O foco da pesquisa foi a construção de maquetes ou modelos físicos dos lugares visitados dentro da própria unidade escolar. Após a apresentação dos conceitos relacionados a modelos e seus elementos, a próxima seção abordará o DUA e seus princípios.

DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM

O conceito DUA tem suas raízes na década de 1980, com as ideias do Desenho Universal (DU) desenvolvido por Ronald Mace para a área de desenvolvimento arquitetônico. O DU indica que projeto de espaços e objetos físicos possam ser utilizados por uma ampla gama de pessoas. Exemplos de implementações do DU incluem tesouras adaptáveis para destros e canhotos, elevadores com sensores em diferentes alturas, torneiras com sensor e rampas de acesso (FIATCOSKI; GÓES, 2021).

Com base no conceito do DU, David Rose, Anne Meyer e outros pesquisadores do Center for Applied Special Technology (CAST) desenvolveram o conceito de DUA, em 1984 (CAST, 2018), buscando garantir “o acesso de todos os indivíduos a todos os aspectos da aprendizagem (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Conforme apontado por Sebastián-Heredero (2020), o (DUA) tem como objetivo principal reduzir ou eliminar barreiras que possam dificultar a avaliação do conhecimento, habilidades e engajamento dos estudantes. Por meio de seus princípios, busca ampliar as possibilidades e responder às diversas necessidades dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, de acordo com Zerbato e Mendes (2021), na perspectiva do DUA, busca-se construir práticas universais que disponibilizem o mesmo material para todos os alunos, contribuindo assim para o aprendizado de todos os estudantes. Isso implica em considerar a diversidade presente na sala de aula e fornecer recursos que sejam acessíveis e adequados para todos os alunos, independentemente de suas características individuais.

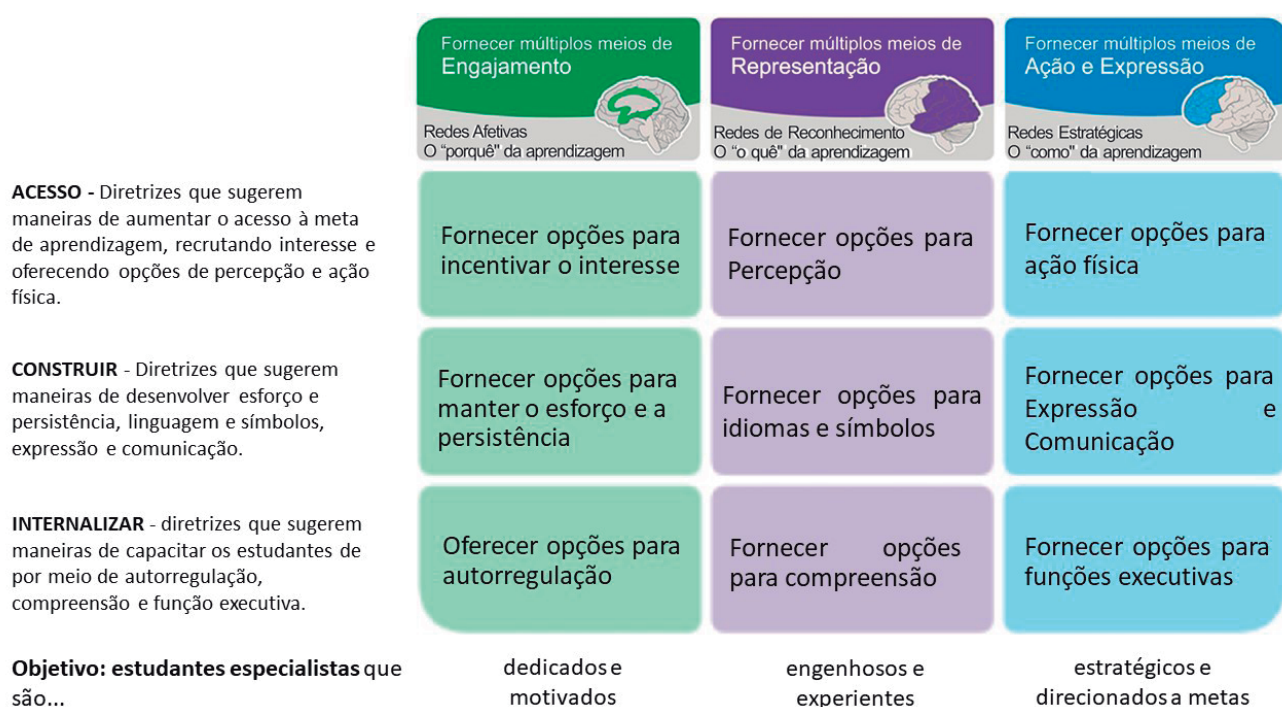
O-DUA apresenta princípios que podem ser aplicados para enriquecer as práticas de ensino da Matemática, especialmente no conteúdo de Geometria, em diversas atividades escolares (COELHO; GÓES, 2021). Esses princípios oferecem um conjunto de sugestões concretas que visam garantir que todos os alunos tenham acesso e participem de oportunidades de aprendizagem significativas e desafiadoras (CAST, 2018). Tais princípios são apresentados pelo Cast (2018):

- Princípio do Engajamento: Proporcionar modos múltiplos de engajamento, visando motivar os estudantes por meio de suas emoções e afetividade, despertando seu interesse e envolvimento na aprendizagem.
- Princípio da Representação: Proporcionar modos múltiplos de representação, ou seja, apresentar informações e conteúdos de diferentes formas de aprendizagem, permitindo que os estudantes percebam e compreendam as informações de maneiras diversas.
- Princípio da Ação e Expressão: Proporcionar modos múltiplos de ação e expressão, ou seja, oferecer aos estudantes diferentes formas de aprendizagem e oportunidades para construir conhecimento e expressar o que sabem de maneiras variadas.

Os princípios do DUA estão relacionados com as redes de aprendizagem, as quais são estimuladas por meio dos interesses dos estudantes, apresentando conteúdos de forma diferenciada e

permitindo diferentes maneiras de expressar o conhecimento (FIATCOSKI; GÓES, 2021). É importante ressaltar que os princípios do DUA não têm uma ordem fixa de aplicação, podendo ser utilizados de maneira não linear, de acordo com as necessidades da prática pedagógica. A Figura 1 ilustra cada um dos princípios, bem como sua subdivisão em três diretrizes cada. Dessa forma, os princípios do DUA buscam garantir uma abordagem flexível e personalizada para atender às necessidades individuais dos estudantes, promovendo uma aprendizagem inclusiva e significativa.

Figura 1 - Diretrizes e princípios do DUA.



Fonte: Coelho e Góes (2021, p. 13).

A Figura 1 ilustra os três princípios do DUA, cada um deles subdividido em três diretrizes metodológicas. Essas diretrizes têm como objetivo promover práticas pedagógicas diferenciadas no ambiente escolar, com o intuito de proporcionar acessibilidade e construção do conhecimento para todos os estudantes.

O Princípio I enfatiza a oferta de múltiplos meios de engajamento dos estudantes. Ele inclui várias diretrizes que visam incentivar o interesse pela aprendizagem, promover a autonomia dos alunos e minimizar distrações.

A Diretriz 1 (primeira diretriz do princípio 1) busca otimizar a escolha individual e a autonomia dos estudantes, permitindo que eles participem ativamente das atividades em sala de aula. Isso envolve oferecer opções que desenvolvam a confiança e a motivação para a aprendizagem, relacionando as tarefas acadêmicas com o cotidiano dos alunos. Além disso, é importante variar as atividades, criar tarefas que despertem a imaginação e a criatividade dos estudantes, e proporcionar um ambiente seguro e livre de distrações. A Diretriz 2 (segunda diretriz do princípio 1) tem como objetivo ajudar os alunos a manterem o esforço e a persistência na aprendizagem. Isso pode ser alcançado

destacando a importância de metas e objetivos, diferenciando as demandas e os recursos utilizados pelos alunos, incentivando a colaboração e cooperação entre os estudantes e fornecendo feedback construtivo e contínuo. A Diretriz 3 (terceira diretriz do princípio 1) busca capacitar os estudantes a autorregular sua própria aprendizagem. Isso envolve gerenciar expectativas e crenças, desenvolver estratégias e habilidades pessoais para lidar com os desafios do cotidiano e promover a autoavaliação e reflexão dos alunos diante dos retornos recebidos (CAST, 2018).

O Princípio II diz respeito à disponibilização de múltiplos meios de representação para a aprendizagem. Ele inclui várias diretrizes que visam oferecer opções para a apresentação da informação, atendendo à diversidade dos estudantes.

A Diretriz 4 (primeira diretriz do princípio 2) busca personalizar a apresentação da informação, oferecendo opções como materiais impressos em formatos ampliados, mídias digitais com recursos visuais destacados e cores diferenciadas. Além disso, busca disponibilizar alternativas para informações auditivas, como filmes e vídeos, e para informações visuais, como imagens, gráficos e animações, que possam ser acessíveis para alunos com deficiência auditiva ou visual. A Diretriz 5 (segunda diretriz do princípio 2) tem como objetivo fornecer opções para idiomas e símbolos, utilizando estratégias como o esclarecimento de vocabulários e símbolos por meio de gráficos e desenhos, a tradução de materiais conforme a região aplicada e o uso de diferentes formas de apresentação da sintaxe e estrutura para facilitar a compreensão. Também inclui a disponibilização de recursos para decodificação de textos, como símbolos visuais para texto e representações matemáticas em formatos acessíveis. A Diretriz 6 (terceira diretriz do princípio 2) busca fornecer opções para compreensão, envolvendo a ativação ou substituição de conhecimentos prévios por meio de imagens visuais, o destaque de modelos e ideias principais, a orientação do processamento da informação e a maximização da transferência e generalização do conhecimento para situações cotidianas. Essas ações podem incluir o uso de materiais interativos, práticas pedagógicas variadas e estratégias de suporte aos alunos (CAST, 2018).

O Princípio III enfatiza a oferta de múltiplos meios de ação e expressão para os estudantes. Ele inclui diretrizes que visam proporcionar opções para ação física, expressão e comunicação, e funções executivas.

A Diretriz 7 (primeira diretriz do princípio 3) busca oferecer opções para ação física, permitindo que os estudantes reduzam obstáculos na aprendizagem ao variar os métodos de resposta e navegação. Além disso, é importante otimizar o acesso a ferramentas, produtos e tecnologias de apoio, como tecnologia assistiva, para auxiliar estudantes com deficiência na interação e na escrita. A Diretriz 8 (segunda diretriz do princípio 3) visa proporcionar opções para expressão e comunicação. Isso pode ser alcançado utilizando diversos meios de comunicação, como texto, voz, desenho, ilustração, música e filmes. Também é importante utilizar ferramentas variadas para construção e composição, permitindo flexibilidade na expressão do conhecimento. Definir competências com níveis de suporte adequados também contribui para que os estudantes possam apresentar suas habilidades em diferentes áreas. A Diretriz 9 (terceira diretriz do princípio 3) busca oferecer opções para funções executivas. Isso inclui orientar o estabelecimento adequado de metas, apoiar o planejamento e o desenvolvimento de estratégias, facilitar o gerenciamento de informações e recursos, e aumentar a capacidade de acompanhar o progresso de aprendizagem. Essas medidas auxiliam os estudantes no desenvolvimento de habilidades de organização, planejamento e autoavaliação (CAST, 2018).

As nove diretrizes servem como base para criar opções e flexibilidade que maximizam as oportunidades de aprendizagem dos estudantes. Elas visam promover o engajamento, representação e

ação estratégica dos estudantes, buscando construir autonomia e conhecimento, relacionando a aprendizagem com o cotidiano e desenvolvendo habilidades para solucionar problemas acadêmicos e pessoais. É importante utilizar essas diretrizes para planejar e avaliar objetivos, metodologias, materiais e métodos de avaliação, a fim de criar um ambiente de aprendizagem acessível para todos os estudantes. Cast (2018) fornece exemplos de implementação para cada ponto de verificação, destacando a construção de habilidades e autonomia dos estudantes. Recomenda-se que os pontos de verificação sejam utilizados como um checklist para o professor alcançar os objetivos de cada princípio e diretriz durante o processo de aprendizagem.

METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa que, conforme, Lüdke e André (2018, p. 12), envolve o “contato direto e prolongado do professor-pesquisador com o ambiente e a situação sendo investigada, via de regra, pelo trabalho intensivo de campo”. Além disso, a pesquisa é do tipo intervenção pedagógica, definido por Damiani et al. (2013, p. 58) como “investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) - destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam - e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências”.

Os participantes da pesquisa foram alunos do 6º ano de uma escola da rede pública de ensino em Curitiba, sendo o professor responsável pela aplicação da pesquisa o primeiro autor deste texto. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná (Processo nº 30240320.7.0000.0102) e foi realizada por meio de uma intervenção pedagógica que ocorreu em novembro de 2021.

O objetivo foi investigar a presença do DUA na abordagem da Modelagem Matemática em uma prática pedagógica em sala de aula. Cabe ressaltar que tal prática considera o contexto dos estudantes que, após o retorno às aulas presenciais no período pós-pandemia de Covid-19, não conheciam os ambientes do espaço escolar. Com base nisso, uma prática sugerida foi desenvolvida para promover o processo de ensino de acordo com as metodologias. Para a implementação da Modelagem Matemática, a Tabela 1 foi organizada, contendo as possíveis associações e a quantidade de horas-aula prevista para a execução da intervenção pedagógica.

Tabela 1 - Etapas da Modelagem Matemática e realização das aulas sobre aplicação da pesquisa.

Atividade	Modelagem Matemática	Quantidade de aulas
Visitar o local para construção de maquete; levantar os dados estatísticos dos lugares visitados; construir tabela com cálculos e elaborar gráficos de barras e setores; efetuar trocas entre pares sobre a construção; e definir local a ser modelado fisicamente	Escolha do tema	8
Obter medidas e esboçar os ambientes	Pesquisa exploratória	2
Desenhar a planta baixa	Levantamento do(s) problema(s)	3
Construir a maquete	Resolução do(s) problema(s)	3
Apresentar o trabalho desenvolvido	Análise crítica da(s) solução(ões)	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após a definição do cronograma de atividades e a implementação da intervenção de acordo com o planejamento apresentado no Tabela 1, os resultados foram coletados e analisados. Assim, na próxima seção, serão apresentados os resultados obtidos e será realizada uma análise do desenvolvimento da prática, estabelecendo associações entre o DUA e a Modelagem Matemática, pois a Modelagem Matemática e o DUA pode proporcionar um ambiente inclusivo. Isso se baseia em pressupostos como reconhecer a diversidade dos aprendizes, utilizar modelos matemáticos para entender o processo de aprendizagem e conceber currículos de forma flexível. Além disso, a acessibilidade de conteúdo, métodos de avaliação inclusivos e sistemas de aprendizado são fundamentais para promover uma educação equitativa e acessível para todos.

RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção, descrevemos a aplicação da intervenção pedagógica e apresentamos os resultados obtidos, juntamente com as análises. Diante disso, uma triangulação dos dados, combinando os conceitos discutidos com as contribuições dos autores fundamentais e as observações do professor-pesquisador. Dessa forma, destacamos como a abordagem da Modelagem Matemática pode ser aplicada de acordo com os princípios do DUA.

A Modelagem Matemática permite a exploração de fenômenos em múltiplas dimensões, considerando o estudante como uma entidade complexa, englobando aspectos biológicos, psicológicos e sociais (BURAK, 2017). Essa abordagem alinha-se aos objetivos, que busca considerar a diversidade no ambiente escolar (COELHO; GÓES, 2021). De acordo com os autores, o DUA propõe a flexibilidade de objetivos, métodos, materiais e avaliações, de forma a atender às necessidades variadas dos educandos (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Buscamos incluir na discussão o interesse dos estudantes em temas que se relacionassem com sua vivência, permitindo que eles pudessem observar a aplicabilidade dos conceitos e conteúdos estudados na situação-problema. Levando em consideração o cenário da pandemia de Covid-19 e os protocolos de saúde estabelecidos pela Secretaria de Saúde em colaboração com a Secretaria de Educação, que limitavam a permanência dos estudantes dentro da sala de aula, propôs-se a construção de uma maquete dos ambientes da escola. Essa atividade visava familiarizar os estudantes com o local, uma vez que eles não o conheciam devido às restrições impostas pela pandemia.

Sob a mediação do professor-pesquisador, os estudantes elaboraram uma lista de locais da escola que gostariam de visitar. Os lugares mencionados incluíam a quadra de futebol, vôlei e basquete, o refeitório, a mesa de xadrez, a sala de jogos, o corredor, o quiosque, a mesa de pingue-pongue, o jardim e a sala de aula (Figura 2).

Figura 2 - Estudantes visitando a escola.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

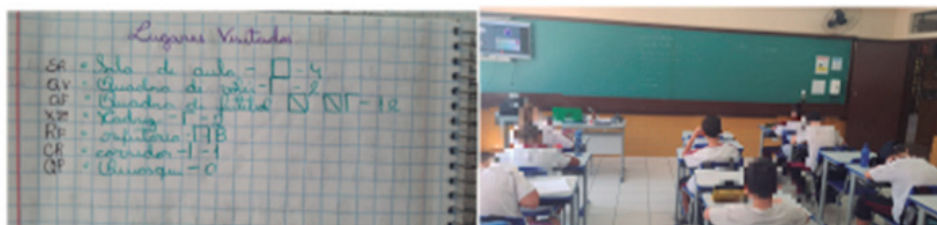
Durante a visita, os estudantes demonstraram surpresa em suas falas: “Nossa, não tinha sentado ainda na mesa de xadrez” e “Nem conhecia o laboratório de ciência”. Essa situação está alinhada com a diretriz do DUA que busca promover o interesse por parte dos estudantes, proporcionando opções e autonomia individual. O DUA também destaca que oferecer opções aos estudantes pode contribuir para desenvolver sua autodeterminação, satisfação com as conquistas alcançadas e aumentar seu envolvimento com o aprendizado (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Pode-se perceber, nas falas dos estudantes, a satisfação em ter a oportunidade de conhecer e escolher um local familiar para eles. De acordo com Burak (2017), é importante que os estudantes envolvidos em um projeto conheçam mais sobre o tema e busquem esclarecimentos, sempre que possível, no local que desperta o interesse do grupo. Dessa forma percebe-se que o DUA proporciona a autonomia aos estudantes, enquanto a modelagem matemática permite que eles escolham ambientes familiares que despertam seu interesse e curiosidade, pois possibilita estimular os interesses dos estudantes em resolver problemas matemáticos em seu cotidiano.

Em sala de aula, os alunos participaram de discussões sobre os espaços visitados e escolheram os locais que seriam representados na maquete física. Como destacado por Gois e Góes (2020), a maquete é um dos modelos físicos comumente utilizados no ambiente escolar, mas nem sempre segue normas e representa todos os objetos em escala.

A construção da maquete física pelos estudantes, que desenvolve as etapas da Modelagem Matemática, permite explorar diferentes conteúdos matemáticos presentes em seu cotidiano, como aritmética, álgebra, geometria, estatística e probabilidade. Os estudantes registraram no caderno o local da escola escolhido por cada um de seus colegas (Figura 3).

Figura 3 - Votação dos espaços visitados na escola.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

A Diretriz 1 do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), que visa fornecer opções para despertar o interesse dos estudantes, destaca a importância de otimizar a relevância, o valor e a atitude das atividades. Conforme indicado por Sebastián-Heredero (2020), os estudantes se envolvem mais quando as informações e atividades são relevantes para eles, tendo valor em relação aos seus interesses. Essa diretriz incentiva a implementação, personalização e contextualização das atividades na realidade dos estudantes ou em seus interesses.

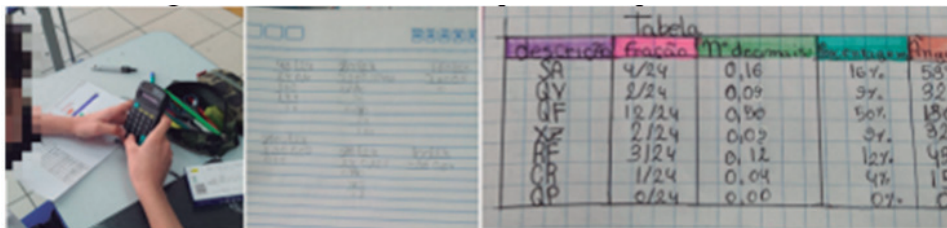
A diretriz 2 do DUA, que possibilita fornecer opções para idiomas e símbolos em diferentes linguagens, expressões matemáticas e símbolos, ocorreu durante a construção da lista de votação, com a integração do ponto de verificação que esclarece vocabulários e símbolos, que foram os elementos criados pelos próprios estudantes.

Foi possível observar essa indicação durante a representação dos desejos dos estudantes em sala de aula, por meio da listagem dos locais que poderiam ser analisados. Isso demonstra como os estudantes estavam envolvidos e engajados, uma vez que tiveram a oportunidade de escolher e explorar os espaços que lhes eram relevantes e de interesse.

Assim, possibilita desenvolver as habilidades dos estudantes em organizar, articular e expressar os dados coletados, foram oferecidas maneiras de exibir as informações, conforme destacado por Burak (2017), e seguindo as diretrizes do DUA de oferecer opções que permitam a personalização na apresentação de informações, como apontado por Cast (2018), pois a Modelagem Matemática não apenas possibilita a compreensão da matemática, mas des envolve nos estudantes a serem participativos e autônomos.

Durante a atividade, os estudantes realizaram cálculos e construíram uma tabela, aplicando diversos conteúdos matemáticos, como a introdução de frações, divisão, representação de números decimais, porcentagem e transformação de ângulos para a construção de gráficos de barras e setores. Esse momento evidenciou a implementação da diretriz 4 do DUA, que visa fornecer diferentes percepções aos estudantes. Conforme mencionado por Sebastián-Heredero (2020), a personalização na apresentação de informações é bastante flexível e pode ser facilmente adaptada, como foi visto na construção da tabela (Figura 4), ao sistematizar os dados coletados e os resultados obtidos.

Figura 4 - Cálculos dos dados apresentados pelos estudantes.



Descrição	Fração	N. decimal	Porcentagem	Ângulo
SA	4/24	0,16	16%	58°
GV	2/24	0,09	9%	32°
GF	12/24	0,50	50%	180°
XZ	2/24	0,09	9%	32°
RF	3/24	0,12	12%	48°
CP	1/24	0,04	4%	15°
QP	0/24	0,00	0%	0°

Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

A Diretriz 8 do DUA, que proporciona fornecer opções para a expressão e comunicação, utilizando o ponto de verificação “utilizar ferramentas variadas para construção e composição”, foi aplicada ao permitir que os estudantes utilizassem calculadoras para verificar os cálculos. Essa opção ofereceu aos alunos uma ferramenta adicional para auxiliá-los no processo de cálculo.

Após a elaboração da tabela, os estudantes avançaram na construção dos gráficos de barras e setores, o que lhes permitiu compreender a importância e o significado dos conteúdos matemáticos, conforme destacado por Burak (2017). Para realizar essa tarefa, eles utilizaram ferramentas como compasso, borracha, lápis, lápis de cor, régua e transferidor, que foram úteis na representação dos elementos geométricos. Nesse momento, ocorreu uma interação entre diferentes áreas da Matemática.

O professor-pesquisador teve a oportunidade de discutir conceitos e conteúdos relacionados à geometria, como círculo e circunferência, ao apresentar o gráfico de setores. Além disso, foram abordados os elementos necessários para a conversão de porcentagens em ângulos centrais para a representação dos setores circulares correspondentes (Figura 5). Essa integração entre diferentes tópicos matemáticos permitiu que os estudantes estabelecessem conexões e compreendessem a aplicação dos conceitos em contextos reais.

Figura 5 - Cálculos dos dados apresentados pelos estudantes.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

Durante a construção dos gráficos, os alunos manifestaram dúvidas, como “Não sei usar o transferidor” e “O que eu faço com o compasso?”, evidenciando a necessidade de mediação por parte do professor para auxiliá-los a compreender o uso desses materiais. Nesse momento, ocorreu uma associação com a Diretriz 8 do DUA, que proporciona a expressão e comunicação, por meio do ponto de verificação “utilizar múltiplos meios de comunicação”, ao utilizar “meios e materiais específicos [...] essenciais para o objetivo de aprender” (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020, p. 755). Isso demonstra que houve uma oportunidade adequada para aprofundar ou esclarecer os aspectos matemáticos relacionados aos conteúdos, à linguagem matemática e à forma de comunicação utilizada em sala de aula, visando à análise da coerência e da consistência lógica da solução encontrada (BURAK, 2017, p. 22)

Durante a construção dos gráficos de setores, os estudantes enfrentaram dificuldades com cálculos matemáticos, uso do transferidor, compasso e outras ferramentas. Diante disso, o professor-pesquisador adotou uma abordagem mediadora, sugerindo a formação de grupos compostos por quatro ou cinco estudantes. Essa estratégia permitiu que os alunos discutissem e construíssem conhecimentos a partir das dificuldades encontradas durante o processo de elaboração dos gráficos, buscando soluções para os problemas enfrentados.

A dinâmica de trabalho em grupo promoveu uma maior interação entre os estudantes. Eles se engajaram em discussões em pares, compartilhando e ensinando uns aos outros sobre os cálculos necessários e o manuseio dos instrumentos. Essa troca de conhecimentos e experiências entre os membros do grupo contribuiu para superar as dificuldades individuais e aprimorar as habilidades matemáticas coletivamente.

Essa abordagem demonstra uma associação com a Diretriz 9 do DUA, que visa proporcionar a interação e a colaboração entre os estudantes. Ao trabalhar em grupos, os estudantes tiveram a oportunidade de se envolver em discussões construtivas, compartilhar conhecimentos e apoiar uns aos outros no processo de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades sociais e matemáticas (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Sobre isso, um estudante afirmou: “Nossa, é somente isso!”, enquanto outros estudantes expressaram-se: “Você me ajuda nas questões de divisão?”; “Você me auxilia na transformação em graus?”; “Como usar o transferidor e o compasso?”; “Como encontrar o raio da circunferência medindo pela régua?”. Tais falas remetem à diretriz 8 do DUA, que possibilita fornecer opções de expressão e comunicação, contemplando a importância de “proporcionar modalidades alternativas para se expressar, tanto no nível da interação entre colegas quanto para permitir que o estudante expresse apropriadamente (ou facilmente) seus conhecimentos, ideias e conceitos no ambiente de aprendizagem” (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020, p. 755).

As falas dos estudantes “Nossa, é somente isso!”, “Você me ajuda nas questões de divisão?”, “Você me auxilia na transformação em graus?”, “Como usar o transferidor e o compasso?”, e “Como encontrar o raio da circunferência medindo pela régua?”, demonstram a importância da diretriz 8 do DUA, que visa fornecer opções de expressão e comunicação.

Essas falas refletem a necessidade dos estudantes de expressar suas dúvidas e solicitar ajuda para compreender e aplicar corretamente os conceitos matemáticos e o uso das ferramentas. Ao fornecer um ambiente de aprendizagem que permite diferentes formas de expressão e comunicação, os estudantes têm a oportunidade de interagir com colegas e expressar suas ideias, conhecimentos e dúvidas de maneira apropriada e acessível.

Essa diretriz enfatiza a importância de oferecer modalidades alternativas de expressão, garantindo que os estudantes se sintam à vontade para comunicar suas necessidades e desafios no ambiente de aprendizagem. Através do apoio mútuo e da busca de esclarecimentos, os estudantes podem superar as dificuldades e avançar em seus conhecimentos matemáticos (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Figura 6 - Estudantes realizando atividade em grupo.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

A abordagem flexível da Modelagem Matemática, mencionada por Burak e Aragão (2012), permite adaptações e alterações no processo, levando em consideração as necessidades e preferências dos estudantes. Da mesma forma, o DUA também enfatiza uma abordagem adaptável, na qual os encaminhamentos são constantemente avaliados para atingir as metas de aprendizagem (COELHO; GÓES, 2021).

No contexto da construção da maquete, o professor-pesquisador incentivou os grupos a escolherem entre uma maquete física ou virtual, oferecendo opções para personalizar as informações em diferentes modelos. Essa escolha está alinhada ao ponto de verificação do DUA que busca proporcionar diferentes percepções e flexibilidade no processo de construção de materiais (CAST, 2018). Os estudantes tiveram a liberdade de utilizar diferentes tecnologias e materiais, desde os mais tradicionais até os digitais, de acordo com suas preferências e afinidades individuais (GÓES; GÓES, 2016).

A garantia da representação de diferentes áreas da escola também foi considerada, e as equipes foram orientadas a escolher lugares distintos para a construção da maquete física. No entanto, quando algumas equipes escolheram os mesmos lugares, houve uma discussão conjunta e as equipes concordaram em realizar alterações, promovendo assim a autonomia e a relação direta com a diretriz 1 do DUA que incentiva o interesse dos estudantes (CAST, 2018). Nesse momento, os estudantes demonstraram afetividade e capacidade de tomar decisões, percebendo que podiam contribuir para o aprendizado com uma nova escolha.

Após a seleção dos locais, os estudantes envolveram-se na exploração desses espaços, coletando dados relevantes para a construção da maquete. Durante essa etapa, identificou-se as formas

geométricas presentes nos locais escolhidos e obter informações para realizar os cálculos de área e perímetro. Essa abordagem está em consonância com a pesquisa exploratória da Modelagem Matemática, em que os estudantes aprofundam-se no tema selecionado pelo grupo, utilizando materiais de registro, como caderno e lápis, e ferramentas de coleta de dados, como trena e régua, bem como elementos geométricos necessários para a elaboração da maquete.

Essa fase do processo também está alinhada com a diretriz 8 do DUA, que visa fornecer opções para expressão e comunicação, por meio da utilização de diversas ferramentas para a construção e composição (CAST, 2018). Os estudantes tiveram a oportunidade de participar ativamente do processo de aprendizagem, expressando seu conhecimento e contribuindo para a construção da maquete por meio dessas ferramentas (Figura 7). Essa abordagem permitiu que os estudantes participassem ativamente do processo de aprendizagem e expressassem seus conhecimentos na construção da maquete, os estudantes demonstraram afetividade, capacidade de tomar decisões e contribuir para o aprendizado coletivo.

Figura 7 - Estudantes realizando as medidas e aprofundamento dos lugares escolhidos.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

Após a etapa de coleta de dados e esboços com as medidas, os estudantes retornaram à sala de aula para realizar as plantas baixas dos locais escolhidos, utilizando instrumentos de desenho. O professor-pesquisador aproveitou essa oportunidade para abordar o conceito de escala e ensinar aos estudantes o cálculo de transformação das medidas do objeto real para o objeto construído na planta baixa.

Nesse momento, o professor desempenhou um papel importante ao apoiar as funções executivas dos estudantes, auxiliando-os no planejamento e no desenvolvimento das estratégias necessárias para compreender o processo de aprendizagem. Essa abordagem está alinhada ao ponto de verificação do DUA que busca apoiar o planejamento e o desenvolvimento das estratégias, oferecendo suporte aos estudantes em sua jornada de aprendizagem.

A Figura 8 apresenta as plantas baixas elaboradas pelos estudantes, evidenciando o resultado de seu trabalho estratégico e planejado. Essa atividade permitiu que os estudantes aplicassem seus conhecimentos matemáticos, como o cálculo de escalas e a representação precisa das medidas, de forma prática e contextualizada. Ao desenvolverem as plantas baixas, os estudantes também aprimoraram suas habilidades de comunicação e expressão visual, proporcionando uma oportunidade para eles compartilharem suas ideias e conceitos de forma clara e precisa.

Figura 8 - Plantas baixas elaboradas pelos estudantes.



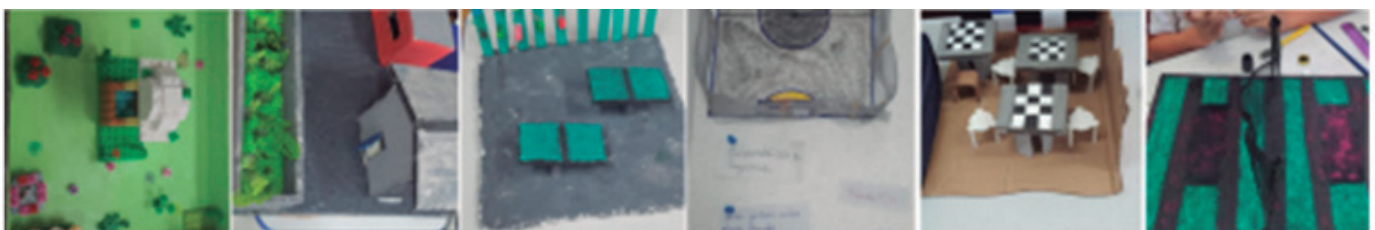
Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

Durante a próxima etapa da Modelagem Matemática, os alunos se concentraram na coleta de dados e no uso de escalas para abordar o problema. Nesse processo, eles aplicaram a diretriz 6 do DUA, que oferece opções para compreensão e interpretação, permitindo substituir conhecimentos anteriores e utilizar informações relevantes para resolver o problema (CAST, 2018). Além disso, os alunos buscaram atingir suas metas através da diretriz 9 do DUA, que oferece opções para funções executivas, como planejamento e desenvolvimento de estratégias (CAST, 2018). Durante esse momento, os alunos analisaram seus progressos, esforços e dificuldades para desenvolver um modelo de solução.

Apesar de terem estabelecido metas e se organizado para criar os modelos, os alunos enfrentaram alguns problemas durante o processo, como dúvidas sobre a precisão das medições e cálculos. A diretriz 2 do DUA proporcionou opções para manter o esforço e a persistência dos estudantes, incentivando a colaboração e a cooperação entre eles, permitindo que pedissem ajuda aos colegas e ao professor, promovendo a integração entre os pares.

Após a conclusão das plantas baixas, os alunos avançaram para a resolução do(s) problema(s), desenvolvendo os conceitos matemáticos necessários para a representação tridimensional. Nessa fase, o professor-pesquisador abordou conceitos de geometria espacial, incluindo a nomenclatura dos sólidos geométricos e seus elementos. No entanto, na etapa de construção das maquetes (Figura 9), os grupos decidiram não utilizar maquetes virtuais/digitais devido à falta do software apropriado nos computadores disponíveis no laboratório de informática.

Figura 9 - Elaboração da maquete pelos estudantes.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

Na Figura 9, temos uma sequência de imagens das maquetes construídas pelos alunos. A primeira imagem mostra a maquete do jardim da escola, feita com uma caixa de sapatos e peças de

Lego® coloridas com tinta guache. Nessa representação, a escola em si não foi incluída, limitando-se a um esboço. Nas imagens seguintes, temos as maquetes de um quiosque, um campo de futebol, um espaço de tabuleiro de xadrez e uma quadra de vôlei.

Para a construção das maquetes, os alunos utilizaram papel, isopor, palitos, tinta guache, régua, lápis e calculadora. Esse processo permitiu explorar conteúdos geométricos e algébricos, trabalhando com desenhos em escala (1:25 e 1:50) de acordo com o tamanho da base em isopor. No entanto, durante a elaboração dos desenhos para as maquetes do jardim e do espaço de xadrez, foi identificado que os cálculos de escala estavam incorretos, resultando em medidas imprecisas. Como resultado, apenas esboços dessas construções foram apresentados. Esses modelos, no DUA, “são considerados, habitualmente, como os meios utilizados para apresentar os conteúdos de aprendizagem e o que os estudantes usam para demonstrar seus conhecimentos” (SEBASTIÁN-HEREDERO, p. 739, 2020).

Após a conclusão das maquetes, os alunos realizaram uma análise crítica das soluções encontradas por cada equipe. Durante essa etapa, apresentaram hipóteses levantadas pelos grupos e houve reflexão e autorregulação, fornecendo feedback sobre cada solução. Essa atividade está alinhada com a diretriz 9 do DUA, que oferece opções para funções executivas e acompanhar o progresso (CAST, 2018). Os alunos realizaram uma autorreflexão sobre a qualidade das maquetes, enquanto os colegas e professores ofereciam ideias para melhorar a apresentação de cada modelo.

Durante as apresentações, os alunos utilizaram slides desenvolvidos no PowerPoint e/ou cartazes para mostrar as maquetes para a turma. Isso demonstra a aplicação da diretriz 4 do DUA, que envolve personalização e apresentação das informações (CAST, 2018). Essa personalização foi feita com base nas informações adquiridas durante a construção das maquetes.

O conteúdo das apresentações abrangeu a escolha do tema e do espaço construído, a coleta de dados, os problemas enfrentados durante a construção das maquetes e os conceitos matemáticos aplicados, como porcentagem, escalas, frações, números decimais, geometria dos sólidos geométricos, figuras planas, perímetro e área. Esses conceitos foram explorados tanto na realidade quanto nas maquetes em si (Figura 10).

Figura 10 - Apresentação do modelo físico.



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2021).

Nessa etapa, os estudantes compartilharam os locais que despertaram maior interesse em cada grupo. É importante destacar que a Matemática, conforme descrito pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018, p. 265), “cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico”. Durante as apresentações, foi evidente o engajamento do grupo diante dos desafios

apresentados, tanto de forma coletiva como individual, mesmo diante de temáticas desconhecidas para eles (ZERBATO; MENDES, 2021). Portanto, a Modelagem Matemática é uma estratégia pedagógica que pode promover o envolvimento participativo dos estudantes na aprendizagem no ensino da Matemática.

Na próxima seção, serão abordadas as contribuições deste estudo para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma intervenção pedagógica que integrou as etapas da Modelagem Matemática e a aplicação do DUA, com base nos três princípios, buscou-se construir maquetes/modelos físicos dos locais visitados dentro da unidade escolar, com o objetivo de investigar a presença do DUA na abordagem da Modelagem Matemática em uma prática pedagógica em sala de aula.

Durante a pesquisa realizada para investigar a relação entre o modelo físico e o ensino da Matemática, observou-se que alguns pesquisadores enfatizam o modelo matemático como a principal forma de solucionar problemas do cotidiano em diversas áreas de ensino, desconsiderando que, em algumas situações, os estudantes necessitam explorar outras formas de construir conhecimento, como o modelo físico, algo concreto que se relacione com o seu dia a dia.

A análise dos dados produzidos neste estudo evidenciou a integração dos princípios do DUA com a aplicação da Modelagem Matemática por meio da prática pedagógica, proporcionando uma análise crítica do modelo físico construído e contribuindo, como resultado, para o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento matemático na educação básica. Assim, foi possível perceber que os estudantes se apropriassem das ideias e conceitos matemáticos, desenvolvendo integralmente suas capacidades e competências em um ambiente integrador, dinâmico e criativo.

A partir dessas observações, fica evidente que a Modelagem Matemática, quando aplicada por meio de modelos físicos associados ao cotidiano, proporciona uma aprendizagem compreensiva, reflexiva e criativa para os estudantes. Góes e Góes (2016, p. 22) relatam que “quanto às maquetes na educação, elas são utilizadas em diversos níveis e modalidades, mostrando resultados positivos como recurso facilitador da aprendizagem de modo geral”. Portanto, o uso de modelos físicos no processo de Modelagem Matemática no contexto escolar permite que os estudantes investiguem seu cotidiano em busca de soluções para os problemas apresentados.

Ao considerar a presença do DUA na aplicação da Modelagem Matemática, cujo resultado final são os modelos físicos, pode-se afirmar que essa metodologia é acessível e inclusiva, contribuindo para a aprendizagem de todos os estudantes.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática**: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001. p. 1-16.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo, SP: Contexto, 2004.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo, SP: Contexto, 2019.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: Ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460 f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. de. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba, PR: CRV, 2012.

BURAK, D. Modelagem na perspectiva da Educação Matemática: Um olhar sobre seus fundamentos. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, v. 51, n. 13, p. 09-26, 2017. Disponível em: https://www.dionisioburak.com.br/_files/ugd/2d4976_e34b57d25da24a828a21fa8e1d2645e0.pdf. Acesso em: 5 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Brasília, DF: MEC, 2017. 597 p. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 19 abr. 2023.

CAST. Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. 2018. Disponível em: <http://udlguidelines.cast.org>. Acesso em: 1 jun. 2023.

COELHO, J. R. D. As etapas do STEAM nas práticas didáticas com modelagem matemática na Educação Básica. 2022. 241 f. Dissertação - (Programa de Pós-graduação Educação: Teoria e Prática de Ensino), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/75111>. Acesso em: 20 out. 2023

COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. Geometria e Desenho Universal para Aprendizagem: uma revisão bibliográfica na Educação Matemática Inclusiva. **Educação Matemática Debate**, v. 11, n. 5, p. 1-26, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/emd.e202122>. Acesso em: 20 jun. 2023.

DAMIANI, M. F. et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação FaE/PPGE/UFPel**, v. 45, n. 1, p. 57-67, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.15210/caduc.v0i45.3822>. Acesso em: 12jun. 2023.

FIATCOSKI, D. A. S.; GÓES, A. R. T. Desenho Universal para Aprendizagem e Tecnologias Digitais na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, v. 34, n. 1, p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1984686X55111>. Acesso em: 31 maio 2023.

GÓES, A. R. T.; GÓES, H. C. **Modelagem Matemática: teoria, pesquisas e práticas pedagógicas**. Curitiba, PR: Inter Saberes, 2016.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro, RJ: E.P.U., 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná**. 2008. Curitiba, PR: SEED, 2008. 81 p.

SEBASTIÁN-HEREDERO, E. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira Educação Especial**, v. 26, n. 4, p. 733-768, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0155>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. O desenho universal para a aprendizagem na formação de professores: da investigação às práticas inclusivas. **Educação e Pesquisa**, v. 47, n. 1, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147233730>. Acesso em: 15 jun. 2023.

RECEBIDO EM: 27 jun. 2023

CONCLUÍDO EM: 27 out. 2023