

DOI: 10.46943/XI.CONEDU.2025.GT10.069

A MODELAGEM E O DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM: ESTRATÉGIAS INCLUSIVAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Waydja Cybelli Cavalcanti Correia¹

Gilvaneide Ferreira de Oliveira²

João R. R. Tenório da Silva³

RESUMO

A promoção de práticas pedagógicas inclusivas, especialmente no ensino de Ciências e Matemática, exige estratégias que superem barreiras pedagógicas enfrentadas pelos estudantes com e sem deficiência. Este trabalho discute a modelagem matemática, articulada aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), como recurso para favorecer a compreensão de conceitos científicos de forma acessível e equitativa. A metodologia adota abordagem qualitativa, de natureza teórico-reflexiva, articulando revisão bibliográfica e análise conceitual. Os resultados apontam que a modelagem, com suas etapas de criação, expressão, teste e avaliação, possibilita múltiplas formas de representação e expressão, alinhando-se aos princípios do DUA, engajamento, representação e ação e expressão, e ampliando as possibili-

- 1 Doutoranda em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino, Polo da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, waydja.correia@ufrpe.br;
- 2 Doutora em Ciências da Educação pela Universidade da Madeira/Portugal. Professora do Programa de Doutorado da Rede Nordeste de Ensino - RENOEN/UFRPE. Coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudo em Educação Ambiental, Docência e Questões Contemporâneas-GEEADC. gildedufrpe@gmail.com;
- 3 Doutor em Psicologia Cognitiva. Professor Permanente do Programa de Doutorado da Rede Nordeste de Ensino - RENOEN/UFRPE. Vinculado ao Grupo de Pesquisa em Aprendizagem de Conceitos Científicos. joao.rtsilva@ufrpe.br.

dades de aprendizagem significativa. Para estudantes com deficiência, essa integração oferece recursos adaptados às suas necessidades e promove participação ativa; para os demais, amplia habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. Conclui-se que a articulação entre modelagem e DUA constitui uma estratégia inclusiva, ampliando as possibilidades de transformar a sala de aula em um espaço de colaboração e equidade, valorizando a diversidade como recurso pedagógico e contribuindo para um ensino de Ciências mais dinâmico, acessível e transformador.

Palavras-chave: Modelagem matemática, DUA, Educação inclusiva

INTRODUÇÃO

No cenário educacional contemporâneo, a promoção de práticas pedagógicas inclusivas se tornou prioridade, especialmente diante da crescente valorização da diversidade nas salas de aula. No ensino de Ciências, essa tarefa apresenta desafios significativos, já que o aprendizado, frequentemente, exige a compreensão de conceitos abstratos e complexos. Para estudantes com deficiência, essas dificuldades aumentam diante das práticas pedagógicas tradicionais que, muitas vezes, desconsideram suas particularidades, criando barreiras de acesso ao currículo e à participação plena. Assim, surge a necessidade de adotar estratégias metodológicas que tornem o ensino mais acessível, significativo e inclusivo.

Nesse contexto, a modelagem pode se apresentar como uma ferramenta pedagógica promissora, reconhecida por sua capacidade de facilitar a compreensão de conceitos científicos e matemáticos, conectar teoria e prática, e promover o engajamento ativo dos estudantes (Moreira, 2014). Neste mesmo sentido, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), oferece uma abordagem flexível para a construção de ambientes educacionais que atendem à diversidade de aprendizagem, considerando múltiplas formas de engajamento, representação e expressão. A integração dessas duas perspectivas teóricas, (Modelagem e DUA), aponta para caminhos inovadores no ensino de Ciências e da Matemática, especialmente, ao considerar práticas pedagógicas que incluam estudantes com e sem deficiência.

Assim, estão presentes compondo as relações teóricas autores como Booth e Ainscow (2002); Mantoan (2003); Skliar (2003) e Mittler (2003), para discutirmos sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes com deficiência no acesso ao currículo. Gilbert e Justi (2016); Gilbert, Boulter e Elmer (2000); Guerrero (2010); Clement (2000) e Biembengut e Hein (2019) e Ferreira e Justi (2005), para dialogarmos sobre as concepções de Modelo e Modelagem. E por fim, com os autores Edyburn (2005); Nunes e Madeira (2015); Cast (2018); Heredero (2020); Fiatcoski e Góes (2021) e

Góes e Coelho (2021) para refletirmos sobre o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), a partir de obras previamente selecionadas, e que fizeram parte do corpo do presente capítulo.

Neste sentido, faz-se relevante a discussão, uma vez que, se propõe a possibilidade de superar barreiras que perpetuam a exclusão educacional, ao mesmo tempo em que se constroi uma prática pedagógica fundamentada na equidade e na acessibilidade. Assim, este capítulo tem como objetivo analisar como a modelagem matemática pode ser utilizada como estratégia pedagógica alinhada aos princípios do DUA, promovendo práticas educacionais inclusivas que favoreçam o aprendizado significativo de todos os estudantes, especialmente na Educação Matemática. Para isso, buscará responder à seguinte questão norteadora: como a modelagem, fundamentada nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), pode ser utilizada como uma estratégia pedagógica inclusiva para facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e científicos por estudantes com e sem deficiência?

O presente trabalho se fundamenta em um referencial teórico que aborda questões centrais para a inclusão educacional de estudantes com deficiência no contexto da Educação Matemática. Primeiramente, discute-se as dificuldades enfrentadas por esses estudantes no acesso ao currículo, evidenciando a urgência de práticas pedagógicas que promovam a inclusão e garantam oportunidades equitativas de aprendizagem significativas. Em seguida, a modelagem é explorada como um modelo pedagógico que possibilita a construção e a compreensão de conceitos complexos, oferecendo potencial para atender às necessidades educacionais de um público diverso. Para integrar esse potencial ao contexto inclusivo, fundamenta-se a discussão nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que propõem a flexibilização de metodologias e estratégias pedagógicas para minimizar barreiras e atender à diversidade de estilos e ritmos de aprendizagem. Por fim, estabelece-se um diálogo necessário entre a modelagem e o DUA, evidenciando como essa articulação pode fomentar práticas pedagógicas inclusivas e eficazes,

especialmente no ensino de matemática, promovendo uma educação que contempla todos os estudantes, com e sem deficiência.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza teórico-reflexiva, fundamentada na revisão bibliográfica e na análise conceitual de referenciais teóricos relacionados à inclusão educacional, à modelagem matemática e ao Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). Optou-se por essa metodologia em virtude de seu potencial para favorecer a compreensão e a articulação de conceitos, sem a necessidade de coleta de dados empíricos, priorizando a interpretação e a integração de fundamentos teóricos já consolidados na literatura científica.

A pesquisa foi desenvolvida a partir da seleção e análise de obras de autores reconhecidos nos campos em questão, tais como Booth e Ainscow (2002), Mantoan (2003), Skliar (2003) e Mittler (2003), no que se refere à inclusão educacional; Gilbert e Justi (2016), Biembengut e Hein (2019) e Guerrero (2010), para a compreensão da modelagem e seus processos; e Edyburn (2005), CAST (2018), Nunes e Madeira (2015) e Heredero (2020), para o estudo do DUA e de seus princípios metodológicos.

A análise teórica foi conduzida de forma interpretativa e integrativa, buscando estabelecer conexões entre as concepções de modelagem e os princípios do DUA, engajamento, representação e ação e expressão, com vistas a compreender como a articulação dessas abordagens pode favorecer práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Ciências e Matemática. Assim, o trabalho assume um caráter exploratório e descritivo, ao propor reflexões e possibilidades de aplicação pedagógica fundamentadas nos referenciais analisados, contribuindo para a consolidação de um modelo educacional mais equitativo e acessível

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DIFICULDADES DOS ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA NO ACESSO AO CURRÍCULO E A URGÊNCIA DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS QUE FAVOREÇAM A INCLUSÃO

Os estudantes com deficiência enfrentam desafios significativos no acesso ao currículo escolar e universitário, muitos dos quais são agravados por práticas pedagógicas excludentes. Booth e Ainscow (2002) argumentam que as barreiras à aprendizagem não estão nas características dos alunos, mas nas formas como os sistemas educacionais são organizados e funcionam. Essa perspectiva reforça a necessidade de olhar criticamente para a estrutura do currículo, como metodologias de ensino e a formação docente. A ausência de uma abordagem inclusiva limita a participação desses estudantes e compromete a construção de um aprendizado significativo.

Mantoan (2003) ressalta que a inclusão vai além da integração física dos alunos nas salas de aula; trata-se de uma transformação profunda do contexto educacional para que ele se torne acessível e significativo para todos. Isso exige que as instituições de ensino repensem suas práticas pedagógicas, considerando a diversidade como um recurso e não como um obstáculo. Dessa forma, promover uma aprendizagem implica significativamente que os conteúdos curriculares sejam ensinados de maneira flexível, dialogando com as experiências, habilidades e interesses de cada aluno.

De acordo com Skliar (2003), a inclusão não beneficia apenas os alunos com deficiência, mas também amplia as possibilidades de ensino para toda a turma, pois cria um ambiente educacional mais equitativo e inovador. Quando o foco está na inclusão, o resultado é uma escola que promove a participação ativa de todos os estudantes, garantindo a diversidade como um valor central do processo educacional.

Nesse contexto, é essencial que os professores adotem metodologias que promovam a inclusão. Mittler (2003) destaca que a formação docente

deve preparar os professores para trabalhar com a diversidade, enfatizando o desenvolvimento de estratégias que atendam às necessidades de todos os alunos. Nesse contexto, estratégias pedagógicas inclusivas, como a modelagem, ganham destaque por oferecerem maneiras alternativas e significativas de compreender conceitos científicos. Ao explorar representações visuais, concretas e interativas, a modelagem, como processo de representação de conceitos e ideias em sala de aula, atende a diferentes estilos de aprendizagem e pode promover um ambiente acessível, favorecendo a participação ativa dos estudantes com e sem deficiência.

MODELO E MODELAGEM

A modelagem e os modelos desempenham um papel central no ensino de Ciências e Matemática, tanto como ferramentas epistêmicas quanto como estratégias pedagógicas. Além de facilitar a compreensão de conceitos complexos, os modelos são instrumentos significativos para a construção ativa do conhecimento (Gilbert; Justi, 2016).

De início é importante destacar a diferença entre modelo e modelagem. Segundo Gilbert e Justi (2016), os modelos podem ser considerados o produto final da modelagem, que por sua vez, é entendida como o processo vivenciado por todas as etapas de construção do modelo. Os modos de representação dos modelos, conforme descritos por Gilbert, Boulter e Elmer (2000), incluem formas concretas, gestuais, simbólicas, verbais, visuais e virtuais. Essa diversidade permite que os modelos sejam adaptados às necessidades e contextos específicos de ensino, oferecendo flexibilidade para atender a uma ampla gama de objetivos educacionais. Guerrero (2010) reforça que os modelos são criados para contextualizar uma parte específica do mundo, ou que os tornam ferramentas valiosas para generalizações científicas e aplicações práticas.

Os modelos são frequentemente definidos como representações parciais de objetos, eventos, processos ou ideias, elaborados com propósitos específicos, como a simplificação ou explicação de características com-

plexas (Guerrero, 2010; Gilbert; Boulter, 1995). Essa definição ressalta que o modelo não é uma réplica da realidade, mas uma construção interpretativa baseada em analogias e abstrações. Nessa linha, Knuuttila (2005a) argumenta que os modelos apoiam o pensamento humano e podem ser manipulados em diferentes práticas epistêmicas, enfatizando seu papel como ferramentas cognitivas que possibilitam a investigação científica.

Gilbert e Justi (2016) trazem uma perspectiva abrangente ao descrever os modelos como artefatos epistêmicos, ou seja, ferramentas de pensamento que transcendem a simples representação de entidades. Os autores argumentam que o envolvimento ativo dos estudantes na construção e manipulação de modelos promove um aprendizado mais significativo. Essa interação não apenas simula práticas científicas autênticas, mas também favorece o desenvolvimento de habilidades críticas e criativas.

Clement (2000) e Biembengut e Hein (2019) destacam que a modelagem envolve a criação de representações que ajudam a interpretar, prever e influenciar situações ou eventos. Para Clemente (2000), esse processo permite aos estudantes visualizar conceitos abstratos e desenvolver conhecimentos mais flexíveis e abrangentes, o que é essencial em um ensino de Ciências significativo.

Além disso, Gilbert e Justi (1998) enfatizam que a modelagem é um processo criativo, dinâmico e não linear, que envolve etapas como criação, expressão, teste e avaliação. Segundo esses autores, durante o desenvolvimento dessas etapas, alguns processos cognitivos são vivenciados, sendo eles: criação de representações imagéticas, realização de experimentos mentais, uso de raciocínio analógico e argumentação. Segundo os autores, esta representação oferece uma abordagem mais abrangente da modelagem, permitindo que os professores transcendam o ensino limitado aos conteúdos científicos prescritos pelos currículos em diferentes níveis de ensino. Assim, ela permite que o professor não apenas ensine conteúdos específicos, mas também ensine sobre o fazer científico, contribuindo para uma compreensão mais profunda das Ciências (Gilbert; Justi, 2016).

Acerca do papel do professor, é importante destacar que este não simplesmente irá avaliar os modelos criados pelos estudantes, mas irá mediar e apoiar sua construção, oferecendo contextos ricos para que esses modelos sejam aplicados e testados (Ferreira; Justi, 2008). Esse apoio docente é crucial para que os estudantes desenvolvam habilidades críticas, como argumentação e raciocínio analítico, características de práticas científicas autênticas (Ferreira; Justi, 2008; Nersessian, 1999).

Assim, a mediação docente no processo de construção de modelos não apenas favorece o desenvolvimento de práticas científicas autênticas, como também reflete um compromisso com a inclusão educacional. Esse compromisso se conecta diretamente aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), uma abordagem que busca eliminar barreiras e garantir que todos os estudantes tenham acesso a oportunidades significativas de aprendizagem.

O DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM

Do inglês Universal Design for Learning (UDL), o DUA origina-se do campo da arquitetura, que preconizava o Desenho Universal (Universal Design) de acessibilidade nos ambientes públicos nos anos de 1970, sem a necessidade de adaptações. Com o tempo, vislumbrou-se a importância de se aplicar essa meta ao ensino.

Segundo Edyburn (2005), as bases do UDL vêm de estudos sobre desenvolvimento cerebral, aprendizagem e mídia digital. Observou-se o descompasso entre a diversidade de habilidades dos estudantes e o currículo, relação que não gerava ganhos acadêmicos significativos. Acresceu-se, então, a palavra aprendizagem (Learning), suscitando rápidos estudos e teorizações.

Estudos de Nunes e Madeira (2015, p. 7) trazem-nos que essa abordagem “procura reduzir as barreiras ao ensino e à aprendizagem”, consiste em “estratégias que permitem ao docente definir objetivos de ensino e criar materiais e formas de avaliação que se adaptem a todos os alunos,

de modo a que possam aprender na via comum de educação”, tem como “finalidade o desenvolvimento de práticas pedagógicas que permitam o acesso ao currículo, a participação e o progresso de todos os alunos, independentemente das suas capacidades”. Por último, os autores adiantam que o DUA favorece que o professor desenvolva mecanismos de intervenção didática, considerando a diversidade dos alunos, o que eles “aprendem, como aprendem e por que aprendem”.

De acordo com Coelho e Góes (2021), para desenvolver o Desenho Universal para Aprendizagem, precisa ser observados três princípios das diretrizes metodológicas: a) engajamento, “por que” da aprendizagem, otimizando a aprendizagem com interesse, persistência e autorregulação, com vistas à motivação; b) representação, “o que” da aprendizagem, facilitando a aprendizagem na percepção, linguagem e compreensão, com o objetivo de construir conhecimentos; c) ação e expressão, “como” da aprendizagem, envolvendo ação física, expressão e comunicação e funções executivas que direcionam a aprendizagem aos seus objetivos, pois o DUA possibilita uma estrutura proporcionando uma otimização na aprendizagem para todos com bases nas percepções científicas de como as pessoas aprendem (Heredero, 2020). Esses princípios oferecem um conjunto de sugestões concretas que visam garantir que todos os alunos tenham acesso e participem de oportunidades de aprendizagens significativas e desafiadoras (CAST, 2018).

De acordo com Góes e Fiatcoski (2021), os três princípios estão relacionados com as redes de aprendizagem, as quais são estimuladas por meio dos interesses dos estudantes, apresentando de forma diferenciada e permitindo diferentes maneiras de expressar o conhecimento. É importante ressaltar que os princípios do DUA não tem uma ordem fixa de aplicação, podendo ser utilizado de maneira não linear, de acordo com a necessidade da prática pedagógica.

Cada um dos princípios é subdividido em três diretrizes metodológicas, que indicam possibilidades práticas diferenciadas no ambiente escolar, as quais oferecem acessibilidade e aprendizagem a todos os

estudantes. Cada diretriz, em cada princípio, busca indicar formas de acesso, construção e internalização da apresentação. Ao garantir as diretrizes, isso resulta em estudantes dedicados e motivados no princípio de engajamento; estudantes engenhosos e experientes no princípio de representação; e estudantes estratégicos e direcionados a metas no princípio de ação de expressão. Assim, busca-se uma educação em que os estudantes construam sua autonomia e conhecimento, de forma que possam estar associados à sua realidade (Heredero, 2020). Sendo assim, observa-se que as diretrizes metodológicas podem contribuir para as propostas desenvolvidas pelos professores no ensino de conceitos científicos em diferentes práticas no ambiente escolar para todos os estudantes com e sem deficiências.

MODELAGEM E DUA: POSSIBILIDADES PARA A INCLUSÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A integração da modelagem às diretrizes do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) apresenta-se como uma estratégia metodológica que pode promover práticas pedagógicas inclusivas, favorecendo a aprendizagem de estudantes com e sem deficiência. Ambas as abordagens, apresentam características, tais como: criação de representações de conceitos, foco no processo criativo e investigativo, resolução colaborativa de problemas conceituais, que potencializam o ensino, ao respeitar as diferentes formas de aprender, bem como, oferecer ferramentas que rompem com os limites das práticas tradicionais.

O princípio do engajamento no DUA refere-se ao “porquê” da aprendizagem, com foco no estímulo do interesse, da persistência e da autorregulação dos estudantes (Heredero, 2020). Esse princípio está diretamente relacionado à etapa de criação na modelagem, na qual os estudantes definem objetivos e selecionam bases para os julgamentos iniciais. Gilbert e Justi, (2016. p. 36.) afirmam que “a criação é a etapa na qual há a definição e/ou a compreensão dos objetivos para a obtenção de

informações sobre a entidade a ser modelada e a seleção de uma base para estabelecer os raciocínios iniciais”. Os objetivos são geralmente definidos pelo professor e devem ser compreendidos pelo estudante para que este possa participar do processo. Um exemplo disso pode ser solicitar aos estudantes a criação de suas próprias representações da variação da quantidade de maçãs em uma cesta à medida que vão sendo consumidas por um grupo de 4 crianças. Se a cesta tem 50 maçãs e cada criança come uma maçã a cada dois minutos, de forma simultânea, como representar quantas maçãs restarão na cesta após 20 minutos? Matematicamente, pode-se representar por um gráfico de função do primeiro grau, de forma algébrica ou até mesmo pictórica, em que são representadas as maçãs, as crianças e a cesta.

Esse processo convida os estudantes a se engajarem ativamente, adaptando os objetivos às suas perspectivas individuais. Essa etapa estimula a autonomia e a capacidade de trabalhar com problemas abertos, engajando-os em um processo criativo e desafiador na proposição de soluções a certos problemas. Para estudantes com deficiência, esse convite ao protagonismo diminui barreiras motivacionais e promove a sensação de pertencimento.

O princípio da representação no DUA responde ao “o quê” da aprendizagem, proporcionando múltiplas formas de percepção, compreensão e construção de conhecimento (Heredero, 2020). Esse princípio é refletido na etapa de expressão da modelagem, que permite aos estudantes representarem seus proto-modelos de diferentes formas: tridimensional, bidimensional, gestual, simbólica, verbal ou virtual. Simultaneamente ou imediatamente após a seleção de um ou mais modos de representação, o estudante define os códigos de representação, isto é, o significado de cada detalhe. Por exemplo, se o modo de representação selecionado for um desenho (bidimensional), é necessário que sejam definidos, por exemplo, os significados de cada tipo de linha ou cor. Ao longo dessa etapa, o estudante deve estar atento com relação às adequações necessárias na transição do proto-modelo (interno, construído na etapa de criação)

para o modelo expresso (externo, elaborado nesta etapa), considerando as limitações de diferentes modos de representação, assim como o acesso a recursos necessários para a utilização de cada um deles (Justi; Gilbert, 2002), (Justi, 2006) e (Gilbert; Justi, 2016). Voltando ao exemplo da cesta de maçãs, seria o estudante, de forma flexível, ter a oportunidade de retornar aos seus próprios modelos e adequá-los de acordo com as orientações trabalhadas em sala de aula.

Essas opções ampliam suas possibilidades de exploração criativa e aprofundamento conceitual. Essa diversidade de representações também beneficia estudantes com deficiência ao oferecer alternativas acessíveis, como o uso de materiais táteis ou recursos tecnológicos para aqueles com limitações sensoriais ou motoras. Assim, a modelagem permite que todos os estudantes participem de maneira equitativa, utilizando formas de representação que melhor atendem às suas necessidades e preferências.

No DUA, o princípio da ação e expressão refere-se ao “como” da aprendizagem, envolvendo a comunicação, as funções executivas e a ação física direcionada aos objetivos de ensino (Heredero, 2020). Na modelagem, as etapas de teste e avaliação alinham-se diretamente a esse princípio, para permitir que os estudantes verifiquem a adequação de seus modelos e analisem suas limitações e possibilidades de aplicação em novos contextos. O teste é uma etapa em que o estudante tenta convencer os demais estudantes de que seu modelo é mais adequado para explicar, por exemplo, os resultados previstos, observados e/ou obtidos durante a realização dos testes, sejam eles empíricos e/ou mentais. Caso o modelo não atenda aos objetivos para os quais foi elaborado, o mesmo pode ser modificado ou rejeitado (Justi; Gilbert, 2002). A avaliação é a etapa na qual se realiza a verificação da abrangência e das limitações do modelo elaborado pelo estudante. Isto é feito a partir da aplicação do modelo elaborado em outra situação. No exemplo da cesta de maçãs, seria necessário testar se os modelos elaborados pelos estudantes se relacionam com o modelo consensual matemático e permite a transposição para outros tipos de problemas. E se fossem laranjas? ou se fossem 10 crianças?

Para estudantes com deficiência intelectual e/ou com dificuldades de aprendizagens, essa flexibilidade permite adaptações que atendem às suas particularidades, como ajustes em ferramentas, tempo ou modos de teste. Para estudantes sem deficiência, essas etapas estimulam habilidades de resolução de problemas, raciocínio analítico e pensamento crítico, promovendo um aprendizado mais profundo e dinâmico. Assim, o processo de aprendizagem se torna mais flexível e respeitando o tempo de aprendizagem e reflexão de cada estudante.

De acordo com Gilbert e Justi (2016), essas etapas não necessariamente ocorrem de forma linear, isso vai depender de vários fatores como engajamento dos alunos, seus conhecimentos prévios, suas interações etc. No entanto, tais autores afirmam que independente do desenvolvimento de como as etapas estão acontecendo, estarão presentes os processos cognitivos envolvidos em todas as etapas do processo de modelagem, sendo eles: criação de representações imagísticas; realização de experimentos mentais; uso de raciocínio analógico e argumentação.

A articulação entre a modelagem e os princípios do DUA pode transformar a sala de aula em um espaço inclusivo e equitativo, onde as diferenças são valorizadas como recursos e não como obstáculos. A modelagem oferece uma abordagem colaborativa que beneficia tanto estudantes com deficiência, ao reduzir barreiras e promover sua participação ativa, quanto estudantes sem deficiência, ao desafiá-los a explorar novas formas de aprender. Essa interação favorece o desenvolvimento de habilidades sociais e científicas, promovendo um ambiente educacional em que todos os estudantes, independentemente de suas condições, podem se envolver no aprendizado de forma significativa.

A relação entre a Modelagem Matemática e o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) revela-se especialmente coerente quando o foco recai sobre a aprendizagem de estudantes com deficiência intelectual ou com dificuldades de aprendizagem. Ambas as abordagens convergem na defesa de práticas pedagógicas que valorizam a diversidade cognitiva e as múltiplas formas de construir o conhecimento. Enquanto a modelagem

propõe a construção ativa de representações de fenômenos, estimulando a autonomia e o raciocínio investigativo, o DUA orienta o planejamento de experiências flexíveis que eliminem barreiras e ampliem o acesso à aprendizagem. Nessa perspectiva, o diálogo entre as duas metodologias permite criar percursos pedagógicos em que cada estudante, de acordo com suas potencialidades e necessidades específicas, participa do processo de forma significativa. Essa integração contribui para transformar a sala de aula em um espaço de experimentação, criatividade e equidade, no qual os estudantes com deficiência intelectual e aqueles que demandam adaptações curriculares têm suas formas de pensar e aprender reconhecidas e valorizadas.

Abaixo segue uma tabela que nos ajuda a compreender melhor visualmente a as convergências entre essas duas estratégias pedagógicas.

Quadro 1. Convergências entre Modelagem Matemática e o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)

Dimensão de análise	Modelagem Matemática	Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)
Princípio orientador	Aprendizagem ativa, investigativa e contextualizada; foco na construção de modelos para representar fenômenos do mundo real.	Aprendizagem flexível, acessível e centrada no estudante; foco na remoção de barreiras e na diversificação de meios de ensino.
Objetivo pedagógico	Desenvolver a compreensão conceitual por meio da criação e análise de modelos.	Garantir o acesso equitativo à aprendizagem por meio de múltiplas formas de engajamento, representação e expressão.
Papel do estudante	Protagonista do processo de modelagem; cria, testa e reformula representações.	Sujeito ativo que escolhe formas de participar e expressar o conhecimento conforme suas possibilidades e preferências.
Papel do professor	Mediador do processo, promove situações-problema e apoia a construção dos modelos.	Designer da aprendizagem, que planeja experiências diversificadas e acessíveis a todos os estudantes.
Processos cognitivos	Raciocínio analógico, criação de representações imagéticas, experimentação e argumentação científica.	Autorregulação, percepção, comunicação e planejamento estratégico da aprendizagem.

Dimensão de análise	Modelagem Matemática	Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)
Contribuição para a inclusão	Promove diferentes formas de compreender e representar conceitos científicos, permitindo acesso e participação de todos.	Oferece múltiplas formas de ensinar e aprender, eliminando barreiras pedagógicas e valorizando a diversidade.
Exemplo de integração prática	Elaboração de modelos físicos, gráficos ou simbólicos para explicar fenômenos naturais ou matemáticos.	Uso de recursos táteis, digitais e visuais, permitindo que cada aluno interaja e expresse o conhecimento de modo acessível.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise apresentada no quadro evidencia que a integração entre a Modelagem Matemática e o DUA oferece caminhos concretos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas e cognitivamente desafiadoras. Ao favorecer múltiplas formas de representação, ação e expressão, ambas as abordagens promovem o envolvimento ativo dos estudantes e respeitam os diferentes ritmos e estilos de aprendizagem. Para estudantes com deficiência intelectual ou com dificuldades acentuadas de aprendizagem, essa combinação amplia as possibilidades de compreensão conceitual, pois o conhecimento é construído de forma visual, concreta e contextualizada, evitando a abstração excessiva e promovendo mediações acessíveis. O professor, ao assumir o papel de mediador e designer da aprendizagem, torna-se responsável por criar condições para que cada aluno desenvolva suas potencialidades, ajustando materiais, tempo e linguagens às suas necessidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo buscou evidenciar o potencial da modelagem como uma estratégia pedagógica inclusiva, fundamentada nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), capaz de ampliar as possibilidades de ensino e aprendizagem para todos os estudantes, incluindo aqueles com deficiência intelectual e/ou com dificuldades de aprendizagem. Ao longo da discussão, respondeu-se ao seguinte questionamento:

como a modelagem, fundamentada nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), pode ser utilizada como uma estratégia pedagógica inclusiva para facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e científicos por estudantes com e sem deficiência?

A análise desenvolvida ao longo do texto demonstrou que a modelagem e o DUA apresentam características que potencializam o ensino inclusivo. A modelagem, com suas etapas de criação, expressão, teste e avaliação, estimula processos cognitivos fundamentais, como o pensamento crítico, a criatividade e a argumentação científica. Quando articulada aos princípios do DUA: engajamento, representação e ação e expressão, a modelagem transcende sua função de ferramenta pedagógica e se transforma em um recurso metodológico poderoso para atender à diversidade de aprendizes.

Ao oferecer diversas formas de representação e expressão, a modelagem se alinha aos princípios do DUA ao valorizar as particularidades de cada estudante, com ou sem deficiência. Essa abordagem promove um ambiente educacional equitativo, em que barreiras são minimizadas e a participação ativa de todos é incentivada. Além disso, ao proporcionar diferentes formas de engajamento, a modelagem estimula o interesse e a persistência dos alunos, criando condições para que a aprendizagem seja significativa e acessível a todos.

Dessa forma, este capítulo reafirma que a modelagem, fundamentada nos princípios do DUA, constitui uma estratégia pedagógica inclusiva que beneficia não apenas os estudantes com deficiência, ao fornecer recursos adaptados às suas necessidades, mas também aqueles sem deficiência, ao enriquecer suas experiências de aprendizagem. A integração dessas perspectivas promove um ensino de Ciências mais dinâmico, colaborativo e transformador, capaz de responder às demandas de uma educação inclusiva e de qualidade.

Portanto, a modelagem fundamentada ao DUA, apresenta-se como uma prática que não apenas facilita a compreensão de conceitos científicos, mas também contribui para a construção de uma escola que valorize

a diversidade, garanta a equidade e promova a participação de todos no processo educacional. Esse diálogo entre modelagem e DUA evidencia a importância de práticas pedagógicas que transformam a sala de aula em um espaço inclusivo e significativo, onde todos os estudantes tenham a oportunidade de aprender e se desenvolver plenamente.

REFERÊNCIAS

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo, SP: Contexto, 2019.

BOOTH, Tony; AINSCOW, Mel. **Índice de Inclusão: Desenvolvendo aprendizagem e participação nas escolas**. Bristol: Centro de Estudos sobre Educação Inclusiva (CSIE), 2002.

CAST. **Diretrizes de Design Universal para Aprendizagem**. 2018.

CLEMENT, J. Aprendizagem via construção e crítica de modelos: evidências de protocolo sobre fontes de criatividade na ciência. Em: GLOVER, J.; RONNING, R., et al. (Ed.). **Manual de criatividade: avaliação, teoria e pesquisa**. Nova York: Plenum, 1989. p. 341-381.

CLEMENT, J. Aprendizagem baseada em modelos como uma área de pesquisa-chave para educação científica. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 9, p. 1041-1053, 2000.

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. 5, pág. 1-26, 2021.

EDYBURN, Dave L. Universal Design for Learning. **Special Education Technology Practice**, , Nov./Dez., 2005.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, 2008.

FIATCOSKI, D. A. S.; GÓES, A. R. T. Desenho Universal para a Aprendizagem e Tecnologias Digitais na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, v. 1, pág. 1-24, 2021.

GILBERT, J.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Modelos de posicionamento na educação científica e na educação em design e tecnologia. Em: GILBERT, J.; BOULTER, C. J. (Ed.). **Desenvolvendo modelos na educação científica**. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 3-17.

GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Suíça: Springer International Publishing, 2016.

GUERRERO, J.A.C. Os modelos de ensino das ciências. In: GUERRERO, J.A.C. **Modelos e modelagens no ensino das ciências naturais**. México: Universidade Nacional Autônoma do México, 2010.

HEREDERO, E. S. **Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)**. Rev. Bras. Ed. Esp., Bauru, v.26, n.4, p.733-768, Out.-Dez., 2020.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelagem, Visões dos Professores sobre a Natureza da Modelagem, Implicações para a Educação de Modeladores. **International Journal of Science Education** , v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

JUSTI, R. O ensino de ciências baseado na elaboração de modelos. **Enseñanza de las Ciencias** , Barcelona, v. 2, 2006.

KNUUTTILA, T. **Modelos como artefatos epistêmicos: em direção a uma explicação não representacionalista da representação científica**. Helsinki: University of Helsinki, 2005.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MITTLER, Peter. **Educando alunos com deficiências em escolas comuns**. Londres: David Fulton Publishers, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. **Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino de ciência e tecnologia**. Ponta Grossa. Vol. 7, nº 2 (maio/ago. 2014), p. 1-20, 2014.

NERSESSIAN, N. J. Model-based reasoning in conceptual change. In: MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N. J.; THAGARD, P. (Eds.). **Model-based reasoning in scientific discovery**. New York: Kluwer/Plenum, 1999. p. 5-22

ROSA, David H.; MEYER, Ana. **Ensinando todos os alunos na era digital: Design universal para aprendizagem**. Alexandria: ASCD, 2002.

SKLIAR, Carlos. **Educação e exclusão: Abordagens éticas, políticas e pedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 2003.