



## **QRT: MATERIAL DIDÁTICO HÁPTICO PARA REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE ENUNCIADOS DE SITUAÇÕES-PROBLEMA DE ESTRUTURAS ADITIVAS**

Anderson Roges Teixeira Góes<sup>1</sup>  
Clélia Maria Ignatius Nogueira<sup>2</sup>  
Heliza Colaço Góes<sup>3</sup>

### **RESUMO**

O estudo apresenta fragmento de uma investigação da qual um dos resultados é a criação de um material didático haptico denominado de Quadro de Representações Tridimensionais (QRT), para representação de enunciados situações-problema matemáticas, com o objetivo de favorecer a interpretação/compreensão destes enunciados a cada estudante da sala de aula. A metodologia é de abordagem qualitativa, do tipo descritiva, apresentando o processo criativo, indicações e exemplos de uso do QRT em enunciados de situações-problema de estruturas aditivas, oriundas de instrumentos de pesquisas realizadas pelo Grupo de Estudos e pesquisas em Didática da Matemática - GEPeDiMa, sustentadas na Teoria dos Campos Conceituais. O QRT foi concebido na perspectiva do Desenho Universal, considerando a diversidade de estudantes presente em salas de aula, buscando favorecer a interação de cada um, de acordo com suas habilidades e interesses, com as representações gráficas dos enunciados das situações-problema. Este material didático demonstra ser dinâmico, versátil e utilizável por todos os estudantes, permitindo aos professores redesená-lo para diversas situações-problema e ao estudante manuseá-lo enquanto estabelece o cálculo relacional para resolver a situação, proporcionando uma experiência de aprendizagem equitativa se constituindo, portanto, nestas condições, em um recurso didático que promove a inclusão e a acessibilidade no ensino de Matemática, contribuindo para a efetiva participação de cada estudante no processo de aprendizagem ao favorecer a interpretação de enunciados.

**Palavras-chave:** Teoria dos Campos Conceituais. Matemática. Educação Inclusiva. Desenho Universal para Aprendizagem.

## **QRT: HAPTIC TEACHING MATERIAL FOR GRAPHICAL REPRESENTATIONS OF PROBLEM-STATEMENT SITUATIONS IN ADDITIVE STRUCTURES**

### **ABSTRACT**

The study presents a fragment of an investigation, one of whose results is the creation of a haptic teaching material called the Three-Dimensional Representation Board (QRT). This material is designed for representing mathematical problem-statement situations, with the goal of supporting the interpretation and understanding of these statements for every student in the classroom. The methodology adopts a qualitative approach of a descriptive nature, showcasing the creative process, guidelines, and examples of QRT usage in problem-statements of additive structures. These structures

<sup>1</sup> Doutor, Universidade Federal do Paraná, Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação, Tecnologias e Linguagens. <https://orcid.org/0000-0001-8572-3758>. artgoes@ufpr.br

<sup>2</sup> Doutora, Universidade Estadual do Paraná, Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática. <https://orcid.org/0000-0003-0200-2061>. voclelia@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora, Instituto Federal do Paraná, Grupo de Estudos e Pesquisas em Complexidade, Formação de Professores e Educação Matemática. <https://orcid.org/0000-0001-6810-6328>. heliza.goes@ifpr.edu.br



the Theory of Conceptual Fields. The QRT was conceived from the perspective of Universal Design, considering the diversity of students present in classrooms and aiming to foster interaction for each individual according to their skills and interests with the graphical representations of problem-statements. This teaching material proves to be dynamic, versatile, and usable by all students, allowing teachers to redesign it to various problem-situations and enabling students to manipulate it while establishing relational calculations to solve the situation. This provides an equitable learning experience, thereby constituting, under these conditions, a didactic resource that promotes inclusion and accessibility in Mathematics education. It contributes to the effective participation of every student in the learning process by enhancing the interpretation of problem-statements.

**Keywords:** Theory of Conceptual Fields. Mathematics. Inclusive Education. Universal Design for Learning.

## **QRT: MATERIAL DIDÁCTICO HÁPTICO PARA REPRESENTACIONES GRÁFICAS DE SITUACIONES-PROBLEMA EN ESTRUCTURAS ADITIVAS**

### **RESUMEN**

El estudio presenta un fragmento de una investigación cuyos resultados incluyen la creación de un material didáctico haptico denominado Cuadro de Representaciones Tridimensionales (QRT), para la representación de enunciados de situaciones-problema matemáticas, con el objetivo de favorecer la interpretación/comprensión de estos enunciados por cada estudiante en el aula. La metodología es de enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, y presenta el proceso creativo, indicaciones y ejemplos de uso del QRT en enunciados de situaciones-problema de estructuras aditivas, provenientes de instrumentos de investigación realizados por el Grupo de Estudios e Investigaciones en Didáctica de la Matemática - GEPeDiMa, sustentados en la Teoría de los Campos Conceptuales. El QRT fue concebido desde la perspectiva del Diseño Universal, considerando la diversidad de estudiantes presentes en las aulas, buscando favorecer la interacción de cada uno, de acuerdo con sus habilidades e intereses, con las representaciones gráficas de los enunciados de las situaciones-problema. Este material didáctico demuestra ser dinámico, versátil y usable por todos los estudiantes, permitiendo a los docentes rediseñarlo para diversas situaciones-problema y al estudiante manipularlo mientras establece el cálculo relacional para resolver la situación, proporcionando una experiencia de aprendizaje equitativa, constituyéndose, por lo tanto, en estas condiciones, en un recurso didáctico que promueve la inclusión y la accesibilidad en la enseñanza de las Matemáticas, contribuyendo a la participación efectiva de cada estudiante en el proceso de aprendizaje al favorecer la interpretación de enunciados.

**Palabras clave:** Teoría de los Campos Conceptuales. Matemáticas. Educación Inclusiva. Diseño Universal para el Aprendizaje.

### **INTRODUÇÃO**

No que se refere ao ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, pesquisas (Morás, Nogueira, Fariasm 2023; Nogueira, Borges, 2019; Nogueira, Soares, 2019) apontam que a interpretação de enunciados de situações-problema constituem fonte de dificuldade para os aprendizes, sejam eles apoiados ou não pela Educação Especial. Buscar alternativas para minimizar essas dificuldades constitui o foco de um projeto de pós-doutorado em andamento e que apresenta como primeiro resultado, a criação de um material didático sustentado nos princípios do



Desenho Universal (DU).

O uso de tecnologias e recursos educacionais tem crescido nas práticas pedagógicas a partir da última década do século XX, sendo impulsionado pelos estudos de Dante (1998) e Ponte (1992). Nesta segunda década do século XXI, com a conscientização da necessidade de se contemplar a diversidade de perfis dos estudantes presente em uma sala de aula, recursos educacionais de diferentes naturezas são naturalmente incorporados nas ações docentes, buscando promover acessibilidade ao conhecimento e à participação ativa de cada estudante.

Desenvolvidos com o propósito de superar barreiras pedagógicas, os recursos educacionais visam assegurar que cada estudante possa participar plenamente das atividades propostas em sala de aula. Sua principal função é promover a interação dos aprendizes com o objeto matemático que se pretende ensinar, favorecendo a compreensão de conceitos e propriedades inerentes ao objeto em questão.

Considerando o exposto, o presente estudo aborda o desafio de representar graficamente o enunciado de situações-problema de forma a favorecer sua interpretação por cada um dos estudantes da turma, respeitando suas necessidades individuais, ou, conforme Morás (2023) e Nogueira (2020), legitimando as diferenças, no sentido de reconhecê-las, respeitá-las e valorizá-las. Com este intento, foi desenvolvido, com base nos princípios do Desenho Universal (DU), o Quadro de Representações Tridimensionais (QRT), um material didático haptico<sup>4</sup> composto por uma placa de aço e objetos impressos em 3D, com suporte magnético, como apresentado na Figura 01.

Figura 1 – Quadro de Representações Tridimensionais (QRT)



Fonte: Os autores (2024).

Este material didático visa representar graficamente<sup>5</sup> o enunciado de situações-problema, permitindo que estudantes cegos ou com baixa visão possam se

<sup>4</sup> Haptico é um conceito que engloba não apenas a sensação tátil, mas também percepção da posição e movimento. Assim, um recurso pedagógico haptico proporciona aprendizado por meio do sentido do tato, mas permitindo que os estudantes explorem, compreendam e interajam com informações físicas ou espaciais de forma sensorial, em contraposição ao material tátil que é passivo e utiliza apenas o sentido do toque.

<sup>5</sup> Representar graficamente é considerado um elemento do campo de estudo da Expressão Gráfica. Este campo, segundo Góes (2013, p. 20), “utiliza elementos de desenho, imagens, modelos, materiais manipuláveis e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos. Dessa forma, a Expressão Gráfica pode auxiliar na solução de problemas, na transmissão de ideias, de concepções e de pontos de vista relacionados a tais conceitos”.



valer do tato para favorecer a interpretação dos enunciados e assim, estabelecer o cálculo relacional correspondente. Considera, também, que estudantes surdos são favorecidos com a apresentação de apoio visual; o mesmo acontece com os autistas e considerando ainda, que as crianças, nos anos iniciais do Ensino Fundamental estão em processo de alfabetização. Assim, a proposta do QRT vai além de atender aos estudantes cegos ou com baixa visão, promovendo acessibilidade àquilo que está sendo apresentado nas aulas de Matemática, a cada estudante, independentemente de suas habilidades.

O QRT foi concebido no âmbito de projetos contemplados por agências de fomento, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Araucária, aos quais os autores agradecem pelo apoio financeiro. Além disso, integra uma pesquisa de pós-doutorado realizada no Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual do Paraná (Unespar). O objetivo da pesquisa é estruturar propostas pedagógicas segundo a abordagem do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), a partir de pesquisas desenvolvidas pelo GEPeDiMa: Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática, sustentadas teoricamente na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud, particularmente as que consideraram o campo conceitual das estruturas aditivas e que tiveram como sujeitos colaboradores estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

As pesquisas do GEPeDiMa foram desenvolvidas, em sua maioria, com estudantes não apoiados pela Educação Especial e assim, o estudo do qual uma parte é apresentada neste texto, busca tornar acessível a cada um dos estudantes presentes em uma sala de aula, os enunciados de algumas das situações-problema constantes dos instrumentos de pesquisas já realizadas pelo GEPeDiMa para, posteriormente, apontar como esse material pode ser utilizado em sala de aula, seguindo a abordagem do DUA. Desse modo, a pesquisa busca contribuir para a promoção de uma educação matemática inclusiva e acessível, destacando as potencialidades deste material como recurso didático e seu impacto na aprendizagem de cada estudante.

## O CONTEXTO DO ESTUDO

Para o planejamento de uma prática docente pautada no DUA, materiais didáticos são necessários para atender a diversidade de estudantes presente no universo da sala de aula, muitos destes são físicos que possuem a versatilidade de serem utilizados em diversas turmas, desenvolvidos na concepção do Desenho Universal (DU).

A próxima seção apresenta os subsídios teóricos que contribuíram tanto para o desenvolvimento do QRT quanto para sua aplicação na promoção da acessibilidade aos enunciados de situações-problema de estruturas aditivas.

### A Teoria dos Campos Conceituais

Gérard Vergnaud foi discípulo de Jean Piaget, e a teoria por ele elaborada tem como objetivo analisar a formação e o funcionamento dos conhecimentos; subsidiar a compreensão das filiações (apoio de novas competências sobre as antigas) e das rupturas (abandono de antigas competências), em relação a um determinado conhecimento, considerando os saberes matemáticos e o contexto escolar.



A Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria cognitivista, que procura investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino. O conhecimento está organizado em campos conceituais, cujo domínio por parte do aprendiz vai acontecendo ao longo de um extenso período, por meio da experiência, maturidade e aprendizagem.

Vergnaud (2009) formalizou dois campos conceituais: o das estruturas aditivas, referentes às situações problemas que podem ser resolvidas por uma ou mais operações de adição e ou de subtração e o das estruturas multiplicativas, em que as situações problemas envolvem operações de multiplicação e ou de divisão.

A noção de conceito foi formalizada por Vergnaud (2009) como a terna de conjuntos  $C = \{S, I, R\}$ , na qual:

S – conjunto das situações que dão sentido ao conceito; I – conjunto dos invariantes que estruturam as formas de organização da atividade (esquemas) suscetíveis de serem evocados por essas situações; R – conjunto das representações linguísticas e simbólicas (algébrica, gráficas...) que permitem representar os conceitos de suas relações, e, consequentemente, as situações e os esquemas que elas evocam. (Vergnaud, 2009, p. 29).

Um só conceito precisa estar associado a uma variedade de situações para tornar-se significativo e, reciprocamente, uma só situação precisa de vários conceitos para ser analisada e, por isso, Vergnaud (2009) considera que as situações constituem a porta de entrada para um dado campo conceitual, ou, em outras palavras, o ponto de partida para a conceitualização, pois são elas que dão sentido aos conceitos. Para Vergnaud (2009) um campo conceitual:

[...] é ao mesmo tempo um conjunto de situações e um conjunto de conceitos: conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão; o conjunto de conceitos que contribuem com o domínio dessas situações (Vergnaud, 2009, p. 29).

A seguir são apresentadas as noções relativas ao campo conceitual das estruturas aditivas necessárias para a compreensão do que é discutido neste texto.

O campo conceitual das estruturas aditivas é o conjunto de situações que envolvem uma ou várias adições e subtrações, os conceitos de adição e subtração, seus conceitos organizadores como cardinais, medidas, transformação temporal para aumento e diminuição (ganhar e perder), relação de comparação quantificada (ter a mais que), composição binária de medidas (quanto no total), composição de transformações e relações, de operação unitária, inversão, número natural (representam medidas dos conjuntos de objetos isoláveis) e relativo (representa as transformações que as medidas sofrem) e as propriedades e teoremas interligados a estas situações.

Magina *et al.* (2008) realizaram uma releitura da Teoria dos Campos Conceituais, particularmente do campo conceitual das estruturas aditivas e classificam as situações-problemas deste campo em três classes, considerando suas características, dificuldades dos problemas e raciocínios (cálculo relacional, segundo Vergnaud (2009) requeridos para resolvê-los:



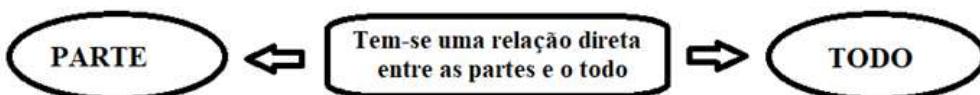
A *classe de problemas de composição* compreende as situações que envolvem parte-todo - juntar uma parte com outra parte para obter o todo, ou subtrair uma parte do todo, ou subtrair uma parte do todo para obter a outra parte. A *classe dos problemas de transformação* é aquela que trata de situações em que a ideia temporal está sempre envolvida - no estado inicial tem-se uma quantidade que se transforma (com perda/ganho; acréscimo/decréscimo; etc.), chegando ao estado final com outra quantidade. A *classe dos problemas de comparação* diz respeito aos problemas que comparam duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido (Magina et al., 2008, p. 25-26, itálico dos autores).

Conhecer esta tipologia das situações-problema de estruturas aditivas é fundamental para a organização da ação docente, pois ela evidencia a diferença de complexidade existente entre situações que podem ser resolvidas com o mesmo cálculo numérico (algoritmo ou “continha”) mas que possuem cálculo relacional (raciocínio, maneira de relacionar os dados, estratégia), bem diferentes. Além disso, de acordo com Magina et al. (2008) esses três grandes grupos de situações-problema apresentam subgrupos com diferentes níveis de complexidades, que são chamadas de extensões, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> extensões, sendo que, os problemas inseridos nas situações mais simples são chamados de protótipos. As situações-problema abordadas neste texto, foram extraídas/adaptadas/inspiradas no instrumento de pesquisa de Morás (2023).

### Composição

Compreendem as situações problema que envolve parte-todo. Elementos que compõem a estrutura das situações de composição (Figura 02)

Figura 2 - Elementos da estrutura das situações de composição



Fonte: Morás (2023, p. 80)

Protótipo: são os problemas em que se apresentam as duas partes e se procura o todo.

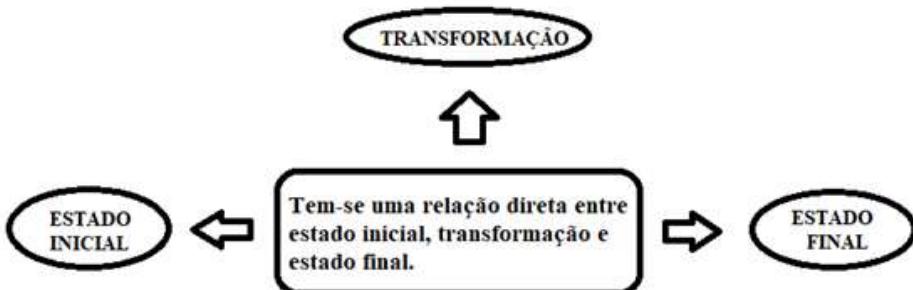
Exemplo: Na cozinha da minha casa tem quatro garfos e cinco facas. Quantos talheres há na cozinha?

### Transformação

Nessa categoria estão inclusas todas as situações problema que possuem, em sua estrutura, um estado inicial e uma transformação que levam a um estado final. Elementos que compõem a estrutura das situações problema de transformação. (Figura 3).



Figura 3 - Elementos da estrutura das situações de transformação



Fonte: Morás (2023, p. 81)

Protótipo: são os problemas que informam sobre a quantidade inicial e sobre a transformação (positiva ou negativa) e pedem o estado final.

Exemplo: Em uma folha de papel estão desenhados 7 triângulos. Helena recortou 3 deles. Quantos triângulos restaram?

#### Comparação

Nessa categoria, é possível relacionar duas quantidades comparando-as, sendo elas: medida/relação/medida, ou seja, existe uma relação entre duas medidas. Elementos que compõem a estrutura das situações problema de composição. (Figura 4)

Figura 4 - Elementos da estrutura das situações de comparação



Fonte: Morás (2023, p. 79)

Protótipo: Este tipo de situação possui cálculo relacional complexo, sendo assim, Magina et al. (2008) não apresentam problemas protótipos considerando os mais simples, como de primeira extensão. Em função desta complexidade e de que a pesquisa é destinada a estudantes até o 3º ano do Ensino Fundamental, esta classe de situações não é abordada na investigação. A seguir, um exemplo deste tipo de situação: Miguel comeu 3 morangos. Rafaella comeu 2 morangos a mais do que Miguel. Quantos morangos comeu Rafaella?

Para estabelecer a tipologia das situações-problema de estruturas aditivas Vergnaud (2014) realizou considerações matemáticas e psicológicas e, conforme já anunciado anteriormente, cada categoria envolve dificuldades diferentes na resolução dos problemas (cálculo relacional), mesmo que sejam resolvidas pelo mesmo algoritmo (cálculo numérico). Além da tipologia, mais três fatores, segundo Vergnaud (2014) influenciam no nível de complexidade das situações-problema, esses fatores são:

*A facilidade maior ou menor do cálculo numérico envolvido: ressalta*



que no interior de uma mesma categoria de problemas, a complexidade da mesma pode aumentar ou diminuir com a dificuldade do cálculo numérico necessário. Os números grandes ocasionam mais dificuldades ao resolver uma situação problema que os números pequenos, por exemplo,

*A ordem e a apresentação das informações:* explica que a maneira como as informações são apresentadas tem uma função relevante na complexidade dos problemas. Podemos complicar um problema se a ordem das informações pertinentes for invertida ou se estas informações forem dadas em desordem e, mais ainda, se forem entranhadas entre outras informações e

*O tipo de conteúdo e de relação focalizada:* destaca o conteúdo dos problemas, o domínio de relações ao qual eles fazem referências pode exercer igualmente uma função importante. Por exemplo, se o conteúdo fizer parte do cotidiano do estudante, isso pode contribuir com o entendimento do problema, mas caso contrário pode gerar dificuldade. Além disso, a própria forma de relação pode exercer um papel. Não é necessário e equivalente para a criança pequena dizer que 'ganhou 12 bolinhas' ou que 'tem mais 12 bolinhas'. (Morás, 2023, p. 79, nossos grifos)

A pesquisa de pós-doc em andamento, além dos resultados divulgados nos meios acadêmicos e científicos, se propõe a elaborar um recurso educacional destinado aos professores. Desse modo, os kits que constituem o QRT, serão acompanhados por um e-book, trazendo os elementos da Teoria dos Campos Conceituais, em linguagem dialógica, com diversos exemplos de planejamentos de aulas, seguindo a abordagem do DUA, utilizando, se necessário o recurso educacional QRT, para a ação docente com o objeto matemático Estruturas Aditivas.

A seguir, são apresentados aspectos do DUA relevantes para a compreensão deste texto.

## **O Desenho Universal para Aprendizagem**

O DUA, segundo Góes, Costa e Góes (2023), é uma abordagem metodológica que oportuniza a participação de cada estudante no processo de ensino e aprendizagem, independentemente de suas habilidades físicas, sensoriais ou cognitivas. Com isso, a concepção DUA perpassa a acessibilidade física no ambiente escolar, eliminando ou minimizando as barreiras existentes nesse ambiente, "sejam elas físicas, metodológicas ou atitudinais, pois considera que a barreira está no contexto escolar, nas estratégias utilizadas na sala de aula, no ambiente, e não nos indivíduos que compõem essa parte da sociedade" (Góes; Costa; Góes, 2023, p. 24).

O DUA não se restringe ao público da educação especial, mas considera suas necessidades ao planejar atividades, recursos educacionais e avaliações que beneficiem todos os estudantes e elimine barreiras desnecessárias de modo a garantir a equidade, oferecendo a todos a oportunidade de alcançar seu máximo potencial. Baseado na neurociência, ele se sustenta em três princípios: Engajamento, que visa motivar os estudantes; Representação, que amplia os modos de apresentar informações; e Ação e Expressão, que permite aos estudantes demonstrarem o aprendizado de modos variados, respeitando habilidades e estilos.

Os princípios do DUA são uma trama para criar ambientes que promovam o engajamento dos estudantes, oferecendo diversos modos de representação e



múltiplas maneiras de expressar o aprendizado (Góes; Costa; Góes, 2023). Esses princípios se desdobram em nove diretrizes, organizadas em três fases: acesso, visando aumentar a acessibilidade; construir, focando no desenvolvimento de habilidades; e internalizar, buscando a autorregulação, compreensão e função executiva dos alunos. As diretrizes incluem pontos de verificação, estratégias que orientam os professores a elaborarem planos de aula flexíveis, promovendo inclusão, equidade e o desenvolvimento de estudantes motivados e capacitados.

Conforme indicado por Cassano (2022), o caminho para um planejamento baseado no DUA envolve sete etapas: Conhecer os estudantes, entendendo os contextos individuais, considerando a cultura, as experiências e estilos de aprendizagem; Definir objetivos pedagógicos ao estabelecer metas claras e alinhadas às necessidades de cada turma, sendo o ponto de partida para o planejamento DUA; Identificar barreiras como metodologias, avaliações e materiais rígidos que não atendem à diversidade dos estudantes; Desenvolver estratégias, repensando práticas pedagógicas, oferecendo múltiplas formas de representação, engajamento e expressão, com o uso de recursos analógicos, digitais, vídeos, leitura e atividades colaborativas; Remover barreiras a partir de práticas pedagógicas, avaliações e materiais flexíveis; Reflexão contínua, realizando autoavaliações para garantir que o planejamento esteja atendendo às necessidades individuais de cada estudante; Resultado esperado - alcançar um ambiente colaborativo, com metas claras e objetivas, sendo inclusivo e motivador.

Esses passos alinhados às diretrizes do DUA guiam para flexibilizar metodologias, avaliações e materiais didáticos, promovendo uma educação inclusiva, em um processo contínuo e dinâmico, incentivando a autoavaliação dos professores e a personalização das estratégias pedagógicas. Nesse contexto, um dos aspectos a ser considerado no planejamento docente é o recurso educacional, que muitas vezes consiste em materiais didáticos hapticos. Para sua utilização em uma proposta pautada no DUA, é necessário que tais materiais sejam disponibilizados a cada um dos estudantes da turma, atendendo aos princípios do Desenho Universal (DU).

## **O Desenho Universal**

O Desenho Universal (DU) nasceu na arquitetura e desenvolvimento de produtos, com o objetivo de criar ambientes e produtos acessíveis a todos, sem adaptações específicas para cada usuário. Surgiu no pós-Segunda Guerra Mundial, com discussões sobre a criação de projetos que atendessem a todos, especialmente ex-combatentes com deficiência, ganhando força nos anos 1970, com a Lei de Reabilitação Profissional nos EUA. Na década de 1990, o arquiteto Ronald Mace, que usava respirador artificial e era paraplégico, idealizou ambientes acessíveis, quebrando o conceito de "homem-padrão" e viabilizando a usabilidade universal de ambientes e produtos. (Góes e Costa, 2022)

No Brasil, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) adota o DU, estabelecendo a necessidade de projetos acessíveis, incluindo transporte, comunicação e serviços públicos (Brasil, 2015). Define o DU como “II - desenho universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva;” (Brasil, 2015, Art. 3º). É preciso esclarecer que a tecnologia assistiva busca promover a autonomia das pessoas com deficiência ou mobilidade comprometida.



O DUA se baseia em sete princípios para garantir acessibilidade universal. O princípio igualitário busca atender a diversas deficiências. O princípio adaptável destaca a flexibilidade, permitindo que espaços e produtos se ajustem às necessidades de todos. O princípio óbvio defende que ambientes e produtos sejam intuitivos e fáceis de compreender. O princípio conhecido assegura que a comunicação e a informação sejam acessíveis, incluindo braille e pictogramas. O princípio seguro visa minimizar riscos e garantir ambientes seguros. O princípio sem esforço propõe espaços e produtos que ofereçam conforto e reduzam esforços físicos. Por fim, o princípio abrangente garante que todos possam acessar e utilizar os espaços e produtos. (Góes e Costa, 2022)

No ambiente urbano, rampas de acesso bem projetadas, cumprem os princípios do DU, promovendo acessibilidade equitativa e segura. No ambiente escolar, o DU se aplica ao planejamento de materiais didáticos, acessíveis para todos, considerando materiais hapticos para atender também estudantes com deficiência visual ou outras limitações sensoriais, permitindo que todos tenham acesso ao conhecimento. Ao adotar os princípios do DU, os recursos educacionais podem ser redesenhados para diferentes modos de aprendizagem, como modelos tridimensionais com texturas que auxiliam na percepção, sendo intuitivos e de fácil compreensão, permitindo que qualquer estudante, com ou sem apoio da Educação Especial, se engaje eficazmente com o conteúdo. Assim, ampliam a acessibilidade e validam a importância de reconhecer, respeitar e valorizar as diferenças individuais de cada estudante, conforme proposto por Nogueira (2020) e formalizado por Morás (2023).

## **METODOLOGIA**

Esta seção descreve a metodologia do estudo, focando na construção e análise do material didático por meio de uma abordagem qualitativa descritiva. A escolha se deu por permitir uma compreensão detalhada do processo de desenvolvimento do material, suas etapas, decisões tomadas e suas potencialidades pedagógicas. O objetivo é oferecer uma descrição detalhada que possibilite um caminho aos educadores e pesquisadores interessados em produzir materiais semelhantes.

As etapas de construção do material foram organizadas em um conjunto de procedimentos sistemáticos, que incluiu desde o planejamento inicial, fundamentado em princípios pedagógicos e de DU, até a finalização e análise de atividades que podem ser utilizadas dentro da TCC. A seguir, o detalhamento das etapas é apresentado.

## **O PROCESSO CRIATIVO DO DESENVOLVIMENTO DO QRT**

O desenvolvimento do QRT surgiu para proporcionar a participação de cada estudante no processo de aprendizagem ao favorecer a interpretação e compreensão de enunciados de situações-problema. O desafio foi proposto ao GEPETeL/UFPR, e a solução idealizada envolveu a transposição de imagens bidimensionais para objetos físicos tridimensionais, utilizando prototipagem digital e impressão em 3D.

Do ponto de vista educacional, o maior desafio em ilustrar ou trazer qualquer tipo de apoio visual para favorecer a interpretação de enunciados de situações-



problema consiste em que o apoio não induza à solução e se limite à representar o enunciado, considerando a representação com isenção de símbolos matemáticos.

Esta discussão foi realizada na tese de doutorado de Morás (2023), que apresenta outros aspectos relevantes, como a formalização do constructo teórico de variáveis legitimantes das diferenças, proposto por Nogueira (2020) e anteriormente explicitado, foram representados graficamente através de ilustrações bidimensionais enunciados de situações-problemas de estruturas aditivas de composição e transformação direcionadas a estudantes surdos e ouvintes do terceiro ano do Ensino Fundamental. Considerando que essas representações bidimensionais já haviam passadas pelo crivo de não induzirem à solução, elas constituíram a base para os enunciados representados no QRT.

Para o desenvolvimento do primeiro protótipo foi considerada a situação-problema, apresentada na Figura 5, inspirada na pesquisa de Morás<sup>6</sup> (2023). Discussões realizadas após a confecção dos materiais, abordaram as concepções atuais a respeito de questões de gênero e apontaram para a inadequação da situação proposta. Entretanto, como sua função foi apenas para identificar a funcionalidade do material, esta foi testada entre os membros do GEPETeL/UFPR e não houve a preocupação com a impressão, de outras figuras.

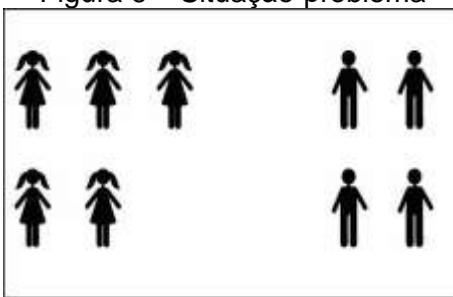
Figura 5 – Situação-problema

Na sala da professora Marisa tem 5 meninas.  
Tem também 4 meninos.  
Quantas crianças tem na turma da professora Marisa?

Fonte: Os autores, adaptado de Morás (2023).

O enunciado da situação-problema 01, possui frases objetivas, sem repetições, com representação gráfica, conforme pesquisa de Morás (2023), para contemplar, crianças ouvintes em processo de letramento e crianças surdas. Essa mesma forma de apresentação de enunciados foi utilizada com êxito por Lepreda (2022) e Silva (2024) em pesquisas realizadas no âmbito do GEPeDiMa com estudantes autistas<sup>7</sup>. Assim, os enunciados das situações-problema que serão representadas a partir do QRT seguem esta orientação. Junto a seu enunciado, esta situação problema apresenta a representação gráfica (Figura 6) cujo lado esquerdo consta os pictogramas de cinco meninas e ao lado esquerdo os pictogramas de quatro meninos.

Figura 6 – Situação-problema



Fonte: Os autores (2024).

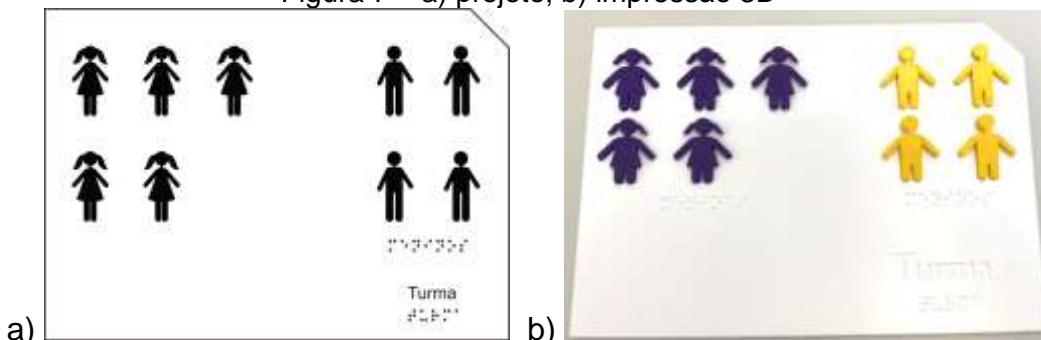
<sup>6</sup> Na pesquisa de Morás(2023) o problema de composição se refere a “alunos em pé e sentados”. Para facilitar a impressão do protótipo, optou-se por meninos e meninas.

<sup>7</sup> Optou-se por utilizar autista e não com Transtorno do Espectro Autista, por seguir o Modelo Sócio Antropológico de deficiência e considerar o autismo um componente identitário da pessoa.



Diante disto, foi elaborado o projeto do primeiro protótipo (Figura 7a), bem como sua impressão 3D e filamento PLA<sup>8</sup> (Figura 07b).

Figura 7 – a) projeto; b) impressão 3D



Fonte: Os autores (2024).

A Figura 3a segue a disposição das representações gráficas do enunciado, adicionando inscrições em braille ("meninas" e "meninos") nos respectivos grupos, além da palavra "Turma" no canto inferior direito, em tinta e braille. A Figura 07b apresenta a impressão 3D, com as representações gráficas redesenhadadas para melhor qualidade. Usando o software *Blender*<sup>9</sup>, os pictogramas foram impressos em cores diferentes e colados em uma base branca, com alto relevo e inscrições em braille e tinta em baixo relevo para facilitar a identificação.

A base do protótipo possui dimensões de 170x238mm e inclui um chanfro de 30x30mm no canto superior direito para indicar a posição de leitura para pessoas cegas. Todos os cantos e arestas foram arredondados para evitar riscos de ferimentos. O protótipo foi desenvolvido com foco na acessibilidade para pessoas com deficiência visual e outras necessidades educacionais específicas, seguindo os princípios do DU.

### a) Os princípios do Desenho Universal no protótipo

O protótipo desenvolvido atende aos sete princípios do DU. Ele é igualitário, permitindo acessibilidade para pessoas cegas evidentes, por meio de pictogramas em alto relevo e braille. É adaptável, com informações em braille e tinta, e flexível, permitindo ajustes rápidos com a prototipagem digital e impressão 3D. Sua disposição lógica das informações e o chanfro no canto superior direito o tornam intuitivo. As inscrições em braille, tinta e pictogramas possibilitam a percepção das informações. O protótipo é seguro, com arestas abauladas para evitar ferimentos, e sem esforço, com dimensões adequadas e elementos em alto relevo para facilitar a interação. Ele é abrangente, acessível a diferentes idades e habilidades, promovendo inclusão e acessibilidade.

No entanto, o protótipo foi considerado estático e carecia de dinamicidade, pois sua impressão não permitia interação do estudante ou ajustes para novas situações, o que limitava a flexibilidade do material.

<sup>8</sup> PLA é um plástico biodegradável derivado de fontes renováveis, usado em impressão 3D por ser sustentável e fácil.

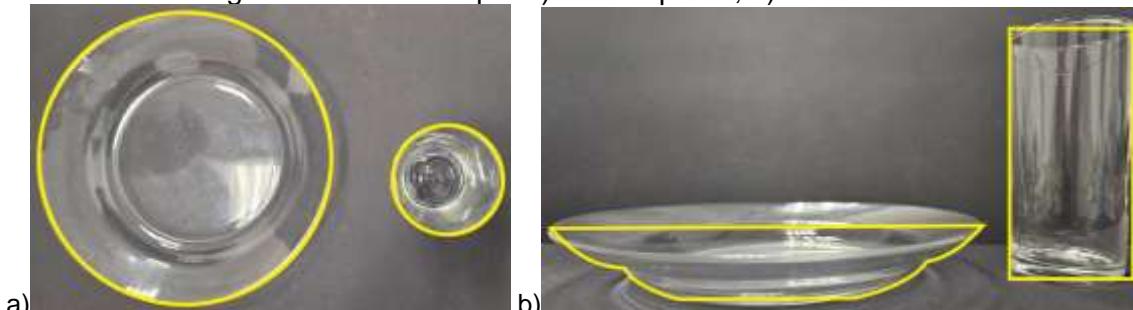
<sup>9</sup> O *Blender* é um software de código aberto para modelagem e animação 3D, usado em design, animação, simulação, efeitos visuais, realidade virtual, impressão 3D e muito mais.

b) O redesenho do protótipo: *QRT*

Em discussão com membros do GEPETeL, surgiu a ideia de redesenhar o protótipo, substituindo a impressão 3D em PLA por uma placa imantada ou de aço. Ainda, definiu-se a criação de kits de pictogramas de diferentes categorias, impressos em 3D e equipados com ímãs, para que pudessem ser fixados na placa metálica. Para isso, foram planejadas, etiquetas em impressão 3D com inscrições em tinta em baixo relevo e em braille, para identificação dos pictogramas e das categorias. Com essa nova abordagem, os professores teriam à disposição um material didático haptico dinâmico, permitindo a alteração do enunciado sem a necessidade de novas impressões de pictogramas ou placas.

A discussão avançou para a definição dos objetos a serem impressos, agrupando-os em categorias como frutas, veículos de transporte, acessórios de vestuário, figuras geométricas, entre outros. Definiu-se então que os objetos de uma mesma situação-problema deveriam ser representados a partir de um mesmo ponto de vista. Por exemplo, foi sugerido representar (Figura 8) um copo e um prato. Contudo, copos são geralmente representados em uma vista frontal, enquanto pratos, em uma vista superior. Representar ambos em vista superior resultaria em dois círculos com poucos detalhes que os diferenciam. De forma semelhante, ao serem representados em vista frontal, o copo costuma ser ilustrado como um trapézio, e o prato, com uma forma muito semelhante, diferenciando-se apenas pela altura da forma geométrica.

Figura 8 – Prato e copo: a) vista superior; b) vista frontal.



Fonte: Os autores (2024).

Os destaque em amarelo nas Figuras 08a e 08b são as representações gráficas bidimensionais das vistas superior e frontal dos objetos, respectivamente. Após essa análise e discussões, foi sugerida a seguinte lista de elementos: garfo, faca e colher; camiseta e calça; carro e moto; óculos e relógio; cinto e chapéu; abacaxi, uva, morango, laranja e cacho de bananas; círculo, triângulo, quadrado, losango e retângulo.

Definidos os pictogramas a serem impressos, estabeleceu-se a produção de 10 exemplares de cada representação para cada kit, além de placas com inscrições em tinta e em braille, para identificar cada elemento e para categorizar os grupos.

Em seguida, uma placa de aço usada foi recortada nas mesmas dimensões do modelo previamente impresso (Figura 09a). Para garantir a segurança dos usuários, uma borda protetora foi impressa e acoplada à placa (Figura 09b). Para melhor estética, a placa recebeu acabamento em massa plástica e tinta na cor cinza (Figura 9c).



Figura 9 – a) placa de aço usada; b) dispositivo de segurança em impressão 3D; c) placa finalizada



Fonte: Os autores (2024).

A partir daí, constituiu-se o QRT, um material didático haptico dinâmico, de fácil utilização pelo professor para montar representações gráficas alinhadas aos enunciados propostos, empregando os pictogramas disponíveis nos kits. Essa flexibilidade permite a personalização do material conforme a necessidade de cada aula ou atividade, favorecendo a acessibilidade aos diferentes objetos matemáticos, em diferentes contextos pedagógicos e promovendo a inclusão de todos.

### c) Os princípios do Desenho Universal no QRT

O redesenho do protótipo inicial para o QRT apresenta avanços sob a perspectiva do DU, solucionando limitações da versão inicial e ampliando sua aplicação pedagógica.

Um dos principais aprimoramentos foi a inclusão da dinamicidade, pois o QRT possibilita a reutilização dos pictogramas por meio de um sistema modular com uma placa metálica e imãs acoplados nos pictogramas. Essa característica torna o material mais flexível, reduz desperdícios, promovendo uma abordagem mais sustentável e econômica, refletindo o princípio da flexibilidade de uso, já que permite que o material seja rapidamente adequado a diferentes enunciados e contextos.

Outro ponto de destaque é a eficiência. A modularidade do QRT facilita a personalização das atividades, permitindo que professores configurem representações gráficas conforme a necessidade pedagógica, o que favorece o princípio da abrangência, já que modula o material a diferentes níveis de ensino e perfis de estudantes, promovendo a legitimação das diferenças e, consequentemente, a inclusão. Além disso, o baixo esforço necessário para montar e reorganizar as representações atende ao princípio de baixo esforço físico.

A padronização das representações, como o uso de um mesmo ponto de vista para objetos em uma mesma situação-problema, evita ambiguidades visuais e táteis. Esse cuidado reforça o princípio de informação de fácil percepção, garantindo que os elementos possam ser identificados de maneira clara e precisa, independentemente das limitações sensoriais dos usuários.

Quanto à segurança, o QRT manteve os cuidados do protótipo inicial, como o abaulamento das arestas e a ausência de cantos vivos. Ainda, foi adicionada uma borda protetora à placa metálica, aumentando a segurança e a tolerância ao erro durante o manuseio, pois são materiais destinados ao uso por crianças e pessoas com deficiência visual, que interagem com o material predominantemente pelo tato.

Além disso, o redesenho preserva a fidelidade aos princípios do DU presentes no protótipo inicial, como a igualdade, ao oferecer acessibilidade para usuários com deficiência visual ou para aqueles que necessitam do material físico para



compreensão de imagens representadas no plano, e a abrangência, ao criar um sistema aplicável em diversos contextos educacionais. Contudo, o QRT vai além, expandindo seu potencial de uso e eliminando barreiras associadas à necessidade de criar novos materiais para cada atividade.

Desta forma, o redesenho para o QRT aprimorou o protótipo inicial, mantendo os princípios do DU e ampliando sua flexibilidade, durabilidade e aplicabilidade. Ainda, se configura como um material inclusivo, que atende às necessidades de professores e estudantes, promovendo a inclusão de pessoas com diferentes perfis educacionais e habilidades sensoriais em ambientes escolares diversos.

**d) O Desenho Universal para Aprendizagem com o uso do QRT**

Para cada enunciado da situação-problema é apresentado, além do texto escrito, a representação gráfica bidimensional e a representação gráfica tridimensional, conforme apresentado no QRT. A disponibilização desses elementos está em consonância com os princípios do DUA, que buscam garantir o acesso equitativo à aprendizagem por meio da oferta de diferentes formas de representação, engajamento e expressão. Com isso, o QRT promove a acessibilidade e a flexibilidade, permitindo que todos os estudantes possam se beneficiar das representações gráficas bidimensionais ou do texto escrito, bem como, possibilita que os estudantes interajam com a situação proposta, favorecendo a personalização do aprendizado.

Isto está alinhado com as diretrizes do DUA, que estabelecem:

- Prover múltiplos meios de representação: ao oferecer alternativas como texto, gráficos bidimensionais e tridimensionais o material atende diferentes formas de percepção e preferências dos estudantes.
- Prover múltiplos meios de engajamento: ao incluir elementos interativos e sensoriais, o material favorece a participação ativa, promovendo a motivação dos estudantes.
- Prover múltiplos meios de ação e expressão: a possibilidade de manipular o material tridimensional permite que os estudantes expressem sua compreensão de maneira prática e personalizada, indo além das respostas escritas ou visuais.

Além disso, o DUA enfatiza a importância de criar ambientes e materiais didáticos inclusivos desde o início, reduzindo a necessidade de ajustes futuros (Góes, Costa e Góes, 2023). A combinação de recursos táteis, visuais e textuais respeita a diversidade de estilos de aprendizagem e necessidades dos estudantes, criando um contexto educacional mais justo e acessível.

Esse conjunto de práticas reforça o compromisso com uma educação inclusiva, permitindo que cada estudante explore, comprehenda e se aproprie do conhecimento, legitimando as diferenças (Morás, 2023).

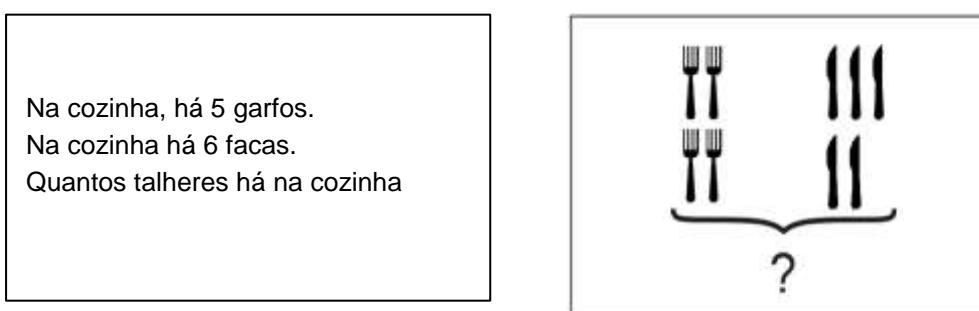
## **APLICAÇÕES DO QRT EM SITUAÇÕES-PROBLEMAS DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS**

Nesta seção, são apresentados exemplos de como o QRT pode ser aplicado para promover a acessibilidade ao enunciado de situações-problemas de estruturas aditivas para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

## Problema protótipo de composição

O enunciado a seguir (Figura 10a) apresenta um problema protótipo de uma situação de composição na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud. Já a Figura 10b, é a representação gráfica apresentada junto ao enunciado, em que do lado esquerdo consta os pictogramas de quatro garfos e do lado direito os pictogramas de cinco facas.

Figura 10 – Problema protótipo de composição

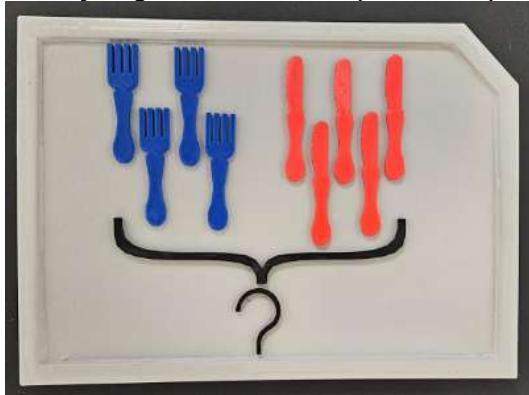


Fonte: Os autores, 2024.

Observa-se a estrutura correspondente ao protótipo das situações de composição, em que são fornecidas as partes e se procura determinar o todo: i) ele apresenta duas partes: 5 garfos e 6 facas; ii) pede o todo: o total de talheres na cozinha.

Já a representação realizada no QRT é apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Representação gráfica no QRT - problema protótipo composição



Fonte: Os autores, 2024.

As peças, fixadas por ímã, podem ser movimentadas livremente, permitindo a exploração de diferentes soluções e estratégias para a resolução da situação-problema, promovendo a reflexão e possibilitando o estabelecimento tanto do cálculo relacional quanto da estratégia para realizá-lo. Desse modo, o material permite a materialização do pensamento do estudante e favorece a interpretação/compreensão do enunciado de situações-problema para todos estudantes.

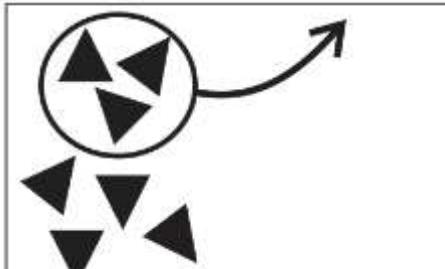


### Problema protótipo de transformação

O enunciado a seguir (Figura 12a) apresenta um problema protótipo de uma situação de transformação segundo a TCC. Já a Figura 12b, é a representação gráfica do enunciado, em que o primeiro grupo (da esquerda para a direita) possui a representação de sete triângulos e o segundo grupo, a de 3 triângulos.

Figura 12 – Problema protótipo de transformação

Em uma folha de papel, estavam desenhados 7 triângulos. Helena recortou 3 triângulos. Quantos triângulos ficaram desenhados na folha de papel?

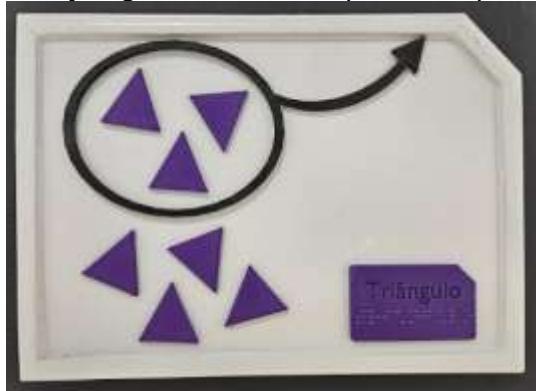


Fonte: Os autores, 2024.

Observa-se a estrutura correspondente ao protótipo de situação de transformação, em que é fornecida uma quantidade inicial, uma transformação e se pede o estado final: i) ele apresenta a quantidade inicial: 7 triângulos desenhados na folha; ii) a transformação: 3 triângulos foram recortados/retirados da folha; iii) pede o estado final: a quantidade de triângulos que ainda permanecem desenhados na folha de papel.

A seguir tem-se a representação realizada no QRT, Figura 13.

Figura 13 - Representação gráfica no QRT - problema protótipo transformação



Fonte: Os autores, 2024.

Com o QRT o estudante pode explorar diferentes soluções e estratégias na resolução de problemas de transformação, favorecendo o estabelecimento do cálculo relacional e de estratégias para a sua resolução.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto apresentou um extrato de uma pesquisa ainda em andamento que busca estabelecer meios de acessibilidade para a interpretação/compreensão de



enunciados de situações-problemas de estruturas aditivas para estudantes ainda em processo de letramento, apoiados ou não pela Educação Especial. Como parte da solução para este desafio, foi criado o material didático QRT - Quadro de Representações Tridimensionais, que se mostrou, quando utilizado de maneira apropriada, como um recurso didático inclusivo e acessível, que contribui para o acesso ao saber de cada estudante presente em sala de aula.

Iniciamos este texto com o suporte teórico necessário para o desenvolvimento do QRT, sempre direcionado pelo seu propósito, qual seja, de favorecer a interpretação/compreensão de enunciados de situações-problemas, para então, passar para a descrição do processo criativo do QRT, de seu protótipo inicial, que ainda necessita ser aplicado em contexto de sala de aula e de como este material pode ser utilizado em sala de aula, para se constituir em recurso didático.

Na pesquisa em andamento, uma outra etapa está prevista, que é a implementação, em sala de aula, das situações-problema cujos enunciados foram graficamente representados pelo QRT, segundo a abordagem do Desenho Universal para Aprendizagem, para avaliar o impacto na aprendizagem dos estudantes. As situações-problema consideradas são extraídas/inspiradas/redesenhas naquelas já validadas por pesquisas realizadas no âmbito do GEPeDiMa - grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática (Unespar/Unioeste), conforme a tipologia estabelecida pela Teoria dos Campos Conceituais.

Nesse contexto, a criação das práticas pedagógicas demandou o desenvolvimento de um material acessível a cada estudante, com o objetivo de favorecer a compreensão das representações gráficas nos enunciados de problemas matemáticos. Esse compromisso está alinhado com os pressupostos da educação inclusiva, que busca proporcionar o acesso ao saber matemático para cada estudante na sala de aula ao mesmo tempo em que, através do conhecimento matemático possibilita a todos, um desenvolvimento autônomo e cidadão..

O uso do QRT em enunciados de situações-problema vai além das limitações das representações bidimensionais, possibilitando a exploração de conceitos matemáticos em diferentes contextos. Suas funcionalidades dinâmicas, como a manipulação dos pictogramas, permitem que o professor personalize as atividades conforme os objetivos pedagógicos. Para os estudantes, o QRT facilita o registro do raciocínio e das conjecturas realizadas durante a resolução do problema, pois a representação inicial pode ser reconfigurada ao movimentar as peças sobre a placa, promovendo a reflexão e a internalização do conhecimento.

Esses aspectos do QRT são viáveis devido ao seu desenvolvimento com base nos princípios do DU, possibilitando que cada estudante possa utilizá-lo para não apenas transpor representações gráficas do plano visual para o tátil, ou seja, convertendo de bidimensionais em tridimensionais, mas, também, de enunciados escritos em apoios visuais e táteis, promovendo a acessibilidade e o engajamento de cada estudante à aprendizagem, atendendo às necessidades específicas de estudantes apoiados pela Educação Especial, sem, contudo, ser exclusivo deles. Por exemplo, o QRT beneficia tanto estudantes que aprendem melhor com recursos visuais como com os auditivos, além de possibilitar que estudantes cegos ou com baixa visão interajam com o recurso e compreendam as representações gráficas dos enunciados.

O uso do QRT, como evidenciado nos exemplos de situações-problemas de composição e transformação, ilustra como as representações gráficas 3D podem tornar o aprendizado mais tangível, ao proporcionar acesso à interpretação/



compreensão de seus enunciados e, consequentemente, atribuindo significado aos conceitos de adição e subtração, conforme os pressupostos da Teoria dos Campos Conceituais que sustenta a pesquisa. Esses exemplos demonstram como o QRT pode ser integrado a situações-problema fundamentadas na TCC, permitindo aos professores criar experiências de aprendizado que respeitem as características e as necessidades dos estudantes de cada turma.

Sem a resolução de uma diversidade de situações, abarcando toda a tipologia estabelecida por Vergnaud (2009), quando trata do campo Conceitual das Estruturas Aditivas, os estudantes não serão capazes de construir os conceitos referentes a essas operações nem de compreender as propriedades e teoremas a elas relacionados, o que demonstra a relevância do QRT enquanto recurso didático. Com isso, o QRT se configura como um recurso didático eficaz para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e para a inclusão no ensino de matemática.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei 13.146, de 6 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). 2015.

CASSANO, A. R. **A construção de jogos na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem:** caminhos possíveis para experiências de aprendizagem na educação infantil. 2022. 159f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Matemática:** Uma análise da aprendizagem em sala de aula. São Paulo: Ática, 1998.

GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A. da. Desenho universal e Desenho universal para aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva, In: GÓES, A. R. T., COSTA, P. K. A. DA. (Orgs.). **Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva.** v.1. 2022. São Carlos: Pedro & João Editores. p. 25-33.

GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A. da.; GÓES, H. C. Desenho Universal para Aprendizagem: a transformação necessária e urgente na educação. In: GÓES, A. R. T., COSTA, P. K. A. DA. (Orgs.). **Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva.** v.2. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. p. 23-30.

GÓES, Heliza Colaço. Um esboço de conceituação sobre expressão gráfica. **Educação Gráfica**, v. 17, n. 1, p. 01- 23, 2013.

LEPREDA, A. S. R. **A mobilização de ideias-base de função por estudantes autistas em uma perspectiva inclusiva.** 2022. 208 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022

MAGINA, S.; CAMPOS, T. M. M.; GITIRANA, Verônica; NUNES, Terezinha. **Representando adição, subtração:** contribuições da teoria dos campos conceituais. São Paulo: PROEM, 3a ed., 2008.

MORÁS, N. A. B. **Um dispositivo didático com potencialidades inclusivas:** um



estudo a respeito de problemas de estruturas aditivas com números naturais. 2023. 335f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

MORÁS, N. A. B.; NOGUEIRA, C. M. I.; FARIAS, L. M. S. O acesso ao saber matemático em turmas inclusivas: a diferenciação do ensino a partir de tarefas estruturadas em variáveis legitimantes de estudantes surdos. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 190–213, 2023.

NOGUEIRA, C. M. I. Educação Matemática Inclusiva: do que, de quem e para quem fala? In: KALLEF, A. M. M. R.; PEREIRA, P. C. (orgs.). **Educação Matemática: diferentes olhares e práticas**. Curitiba: Appris, 2020, p. 109-132.

NOGUEIRA, C. M. I.; BORGES, F. A. Formação docente para a inclusão nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: uma análise a partir da formulação e adaptação de enunciados de problemas matemáticos. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v.24, n.65, p. 4-28, set./dez, 2019.

NOGUEIRA, C. M. I.; SOARES, B. I. N. (2019). A influência da forma de apresentação dos enunciados no desempenho de alunos surdos na resolução de problemas de estruturas aditivas. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 21, n. 5, 2019.

PONTE, João Pedro da. **Investigação Matemática na Sala de Aula**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992.

SILVA, G.F.B. **Potencialidades inclusivas de intervenções utilizando a neurociência cognitiva para o ensino de matemática em uma turma do 3º ano do Ensino Fundamental com estudantes autistas**. 2024. 158 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Paraná, Campo Mourão, 2024

VERGNAUD, G. O que aprender? In: BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. (orgs.). **A aprendizagem matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. Curitiba: Editora CVR, 2009, p.13-35.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**: problemas de ensino de matemática na escola elementar. Curitiba: Ed. da UFPR, 2014.