



## Testando o QRT: Contribuições da primeira experiência com situações-problema

### Testing the QRT: Contributions from the First Experience with Problem Situations

Daiane Figura Raphalski<sup>1</sup> • Débora Golombieski<sup>2</sup> • Clélia Maria Ignatius Nogueira<sup>3</sup>  
• Anderson Roges Teixeira Góes<sup>4</sup>

**Resumo:** Este relato de experiência apresenta a primeira aplicação do Quadro de Representações Tridimensionais (QRT) desenvolvido como material pedagógico acessível e fundamentado nos princípios do Desenho Universal (DU). A intervenção contou com a participação de cinco estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental, incluindo dois com deficiência, em uma escola pública da rede estadual de Santa Catarina. Foram exploradas sete situações-problema de estruturas aditivas, seguindo a tipologia estabelecida pela Teoria dos Campos Conceituais e representadas de quatro formas distintas (texto, esquema, ilustração e montagem no QRT). A atividade despertou o engajamento dos estudantes, especialmente dos apoiados pela Educação Especial, e forneceu dados importantes para o aprimoramento do recurso. Os estudantes expressaram preferências sobre características físicas do material e sugeriram melhorias na clareza das representações. A experiência indicou a necessidade de ajustes metodológicos e apontou o potencial do QRT para interpretação e compreensão dos enunciados das situações-problemas.

**Palavras-chave:** Quadro de Representações Tridimensionais. Educação Matemática Inclusiva. Situações-problema de estruturas aditivas. Teoria dos Campos Conceituais.

**Abstract:** This experience report presents the first application of the Three-Dimensional Representations Framework (TDRF), developed as an accessible educational material grounded in the principles of Universal Design (UD). The intervention involved five third-grade elementary school students, including two with disabilities, at a public school in the state education network of Santa Catarina, Brazil. Seven problem situations involving additive structures were explored, following the typology established by the Theory of Conceptual Fields and represented in four distinct ways (text, diagram, illustration, and assembly using the TDRF). The activity engaged students, especially those supported by Special Education services, and provided important data for improving the resource. Students expressed preferences regarding the physical characteristics of the material and suggested improvements in the clarity of the representations. The experience indicated the need for methodological adjustments and highlighted the potential of the TDRF for the interpretation and understanding of problem statements.

**Keywords:** Three-Dimensional Representations Framework. Inclusive Mathematics Education. Additive Structure Problem Situations. Theory of Conceptual Fields.

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Paraná • União da Vitória, PR — Brasil • ✉ [daifigura@hotmail.com.br](mailto:daifigura@hotmail.com.br) • ORCID <https://orcid.org/0009-0001-7862-3430>

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Paraná • União da Vitória, PR — Brasil • ✉ [deboragolombieski@gmail.com](mailto:deboragolombieski@gmail.com) • ORCID <https://orcid.org/0009-0003-6133-846X>

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Paraná • Maringá, PR — Brasil • ✉ [cminogueira@uem.br](mailto:cminogueira@uem.br) • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0200-2061>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Paraná • Curitiba, PR — Brasil • ✉ [artgoes@ufpr.br](mailto:artgoes@ufpr.br) • ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8572-3758>

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisas recentes indicam que estudantes de anos iniciais do Ensino Fundamental, apoiados ou não pela Educação Especial, enfrentam dificuldades na interpretação de enunciados de situações-problema de matemática (Morás, Nogueira, Farias 2023; Nogueira, Borges, 2019; Nogueira, Soares, 2019). Nesse contexto, surgem iniciativas que visam ampliar o acesso à aprendizagem e reduzir barreiras pedagógicas. Uma dessas iniciativas é o Quadro de Representações Tridimensionais (QRT), material didático háptico desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologias Assistivas Educacionais (LabTAE) da Universidade Federal do Paraná, no âmbito de um projeto de pós-doutorado realizado na Universidade Estadual do Paraná. Concebido na perspectiva do Desenho Universal (DU) e composto por uma placa de aço e peças magnéticas impressas em 3D, o QRT permite representar manipulativa e visualmente os elementos presentes nos enunciados, favorecendo sua interpretação por diferentes perfis de estudantes. A Figura 1 a seguir apresenta o QRT:

Figura 1: QRT



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024

#ParaTodosVerem: Ao centro, placa de aço na cor branca composta por simbologias como setas, pontos de interrogação, chaves e formas ovais. Nas laterais esquerda e direita, diversos objetos coloridos impressos em 3D, pertencentes a formas geométricas, utensílios de cozinha, meios de transporte, peças de roupa, frutas e acessórios. Além dos objetos, há plaquinhas com o nome do objeto escrito em língua portuguesa e braille. [Fim da descrição]

Este recurso, ao favorecer a acessibilidade às representações de enunciados de problemas matemáticos, se alinha ao Desenho Universal para Aprendizagem que, segundo Sebastian-Heredero, Prais e Vitaliano (2022), incide também na elaboração de um conjunto de objetos, recursos e processos pedagógicos que visam remover as barreiras nos ambientes de aprendizagem.

Nesta direção, para identificar e minimizar as barreiras pedagógicas requer que o professor planeje e desenvolva experiências didáticas com variados tipos de

situações-problema, que desafiem os estudantes a mobilizar conceitos e estratégias, considerando suas necessidades individuais. Como destacam Morás (2023) e Nogueira (2020), isso implica legitimar as diferenças, no sentido de reconhecê-las, respeitá-las e valorizá-las.

Este relato apresenta um recorte de uma pesquisa de mestrado em desenvolvimento, ancorada nos princípios do DUA e fundamentada teoricamente na Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. A investigação também se apoia nos estudos de Magina *et al.* (2008) e na pesquisa conduzida por Morás (2023). Nesta etapa do estudo, algumas situações-problema utilizadas por Morás (2023) foram redesenhadas e representadas de diferentes formas: escrita, esquema, ilustração e, especialmente, por meio do QRT. O objetivo é analisar o potencial do QRT como recurso didático para favorecer a compreensão e interpretação de enunciados de situações-problema por parte dos estudantes. Como a pesquisa ainda está em andamento, foi realizada uma aplicação piloto com um grupo de cinco estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública da rede estadual de Santa Catarina, a fim de observar os primeiros indícios da efetividade do material.

## **2 Design<sup>5</sup> Universal para Aprendizagem**

O Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) surge nos Estados Unidos, durante a década de 1990, a partir das pesquisas realizadas pelo *Center for Applied Special Technology* (CAST). Essas pesquisas se basearam em avanços da neurociência cognitiva, especialmente na compreensão de que o cérebro humano é plástico e possui a capacidade de se adaptar e mudar em resposta às experiências vivenciadas. Com base nesse pressuposto, os pesquisadores elaboraram diretrizes que auxiliam professores a planejar e implementar práticas pedagógicas para atender a diversidade de estudantes presentes nas salas de aula regulares comuns. De acordo com Costa e Góes (2022), o conceito do DUA foi influenciado pelos princípios de acessibilidade adotados por arquitetos no DU, com o objetivo de criar ambientes acessíveis. A produção de recursos sob a perspectiva do DU deve considerar sete princípios fundamentais: ser igualitário; ser adaptável ou flexível; ser óbvio ou intuitivo; ser conhecido ou informação de fácil percepção;

---

<sup>5</sup> Termo indicado pelo Cast no quadro organizativo traduzido para a língua portuguesa no Brasil, publicado em dezembro de 2024. Ressalta-se ainda que o termo "design" está incluído no Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa (Volp) da Academia Brasileira de Letras.

ser seguro ou tolerante ao erro; sem esforço ou baixo esforço físico e abrangente.

Em 2024, após debates entre pesquisadores e a comunidade escolar, o DUA passou por atualizações. Os pontos de verificação, que orientam o planejamento com base nas diretrizes do DUA, passaram a ser denominados considerações, já que estas enfatizam a flexibilidade e as adequações sugeridas para os ambientes escolares. Para organizar essas mudanças, foi apresentada a versão 3.0 do DUA que apresenta os três princípios que orientam o planejamento do currículo: oferecer múltiplos meios de Engajamento para a aprendizagem; múltiplos meios de Representação; e múltiplos meios de Ação e Expressão. Em síntese, o primeiro princípio reconhece a diversidade de estudantes e valoriza diferentes estímulos de motivação. O segundo princípio enfatiza a importância de disponibilizar a informação por meio de variadas formas de apresentação, considerando que os estudantes percebem e compreendem de maneiras distintas. Já o terceiro princípio orienta que se oportunize aos estudantes variadas possibilidades de processamento das informações e expressão de sua aprendizagem, de acordo com suas preferências e habilidades (Góes *et al.*, 2024).

### **3 As estruturas aditivas na Teoria dos Campos Conceituais**

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de base cognitivista, foi idealizada pelo pesquisador francês Gerard Vergnaud, despontando por volta dos anos de 1990. Essa teoria busca investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino. Para isso, organiza o conhecimento em campos conceituais, cujo domínio por parte do estudante acontece durante um longo período, permeado pela experiência, maturação e aprendizagem.

Para Vergnaud (2019) um campo conceitual pode ser definido como uma terna de conjuntos: o das situações que exigem variados conceitos, esquemas e representações para serem compreendidas; o dos conceitos que contribuem para o domínio dessas situações; e o das formas linguísticas e simbólicas que permitem expressar os objetos de pensamento e conceituações nessas situações. Vergnaud (2009) estabeleceu dois campos conceituais: o das estruturas aditivas e das estruturas multiplicativas. Neste trabalho, o foco recai sob as estruturas aditivas.

Ao revisitarem a TCC, Magina *et al.* (2008) destacam que as estruturas aditivas estão relacionadas às operações matemáticas de adição e subtração, estudadas conjuntamente. Com o intuito de compreender essas estruturas, foram propostas classificações que auxiliam os professores na interpretação dos processos utilizados e dificuldades encontradas pelos estudantes para resolução de problemas envolvendo tais operações (Magina *et al.*, 2008; Vergnaud, 2009). Além disso, a classificação contribui para que o professor compreenda o significado das diferentes representações simbólicas da adição e subtração, e em sala de aula, possibilite experiências diversificadas sobre esses processos matemáticos. O domínio das estruturas aditivas não se resume à resolução do cálculo numérico, é necessário que o estudante seja exposto e resolva diversos tipos de situações-problema (Magina *et al.* 2008). Dito de outra forma, existem diferentes formas de relacionar os dados numéricos que aparecem em um enunciado de uma situação-problema. Esse é o cálculo relacional. Cálculos relacionais diferentes e com níveis de complexidade distintos, podem ser representados pelo mesmo cálculo numérico.

As estruturas aditivas são classificadas em três relações de base: composição, transformação e comparação. Para este trabalho foram consideradas as situações-problema que envolvem as duas primeiras. Em suma, a classe de composição está relacionada às situações-problema que envolvem parte e todo.

Exemplo: Na sala do terceiro ano tem 12 bandeirinhas azuis e 9 bandeirinhas vermelhas. Na sala do terceiro ano tem quantas bandeirinhas?

Chamamos de classe de transformação as situações-problema que envolvem um estado inicial, uma transformação e um estado final resultante desse processo.

Exemplo: O terceiro ano tinha 22 bandeirinhas. O terceiro ano ganhou 9 bandeirinhas da outra sala. O terceiro ano ficou com quantas bandeirinhas?

De acordo com Vergnaud (2009), classificar as situações-problema

das estruturas aditivas requer considerações tanto matemáticas quanto psicológicas, uma vez que cada categoria aponta dificuldades diferentes (cálculo relacional), ainda que resolvidas pelo mesmo algoritmo (cálculo numérico). O insucesso da criança diante da resolução de um problema, revela aquilo que ela compreendeu ou não e oportuniza ao professor intervir com questionamentos desequilibradores ou explicações necessárias.

#### **4 Procedimentos metodológicos**

Esta seção apresenta a metodologia adotada no estudo, com ênfase na utilização do QRT por meio de uma intervenção pedagógica. As situações-problema de estrutura aditiva utilizadas foram elaboradas seguindo a tipologia estabelecida pela TCC, enquanto a abordagem metodológica se sustentou nos princípios do DUA. Participaram da intervenção cinco estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental, matriculados em uma escola pública da rede estadual de Santa Catarina. Entre eles, um estudante possui transtorno do espectro autista (TEA) e uma estudante apresenta deficiência intelectual leve (DI) associada ao transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), além de artrogripose congênita; os demais não apresentam deficiências. A intervenção foi conduzida pela primeira autora (P1), com o apoio da professora regente dos estudantes, que também integra este trabalho como segunda autora (P2). Como esta foi a primeira utilização do QRT, foram exploradas três variações do material: uma placa na cor branca, uma placa na cor preta e uma placa na cor preta mais pesada que as demais. Os objetos utilizados nas situações-problema foram impressos em 3D e continham ímã ou papel imantado, sendo essas variações também avaliadas quanto à sua eficácia após o uso pelos estudantes.

Foram apresentadas sete situações problemas aos estudantes: quatro pertencentes à classe de composição e três à classe de transformação. Todas as situações-problema envolveram a temática de festa julina. Cada situação-problema manteve o enunciado, mas foi apresentada de quatro formas distintas: apenas em texto escrito, acompanhada de um esquema,

com ilustração e com a representação já montada no QRT. Além da variação na forma de apresentação, cada representação foi destacada por uma cor diferente, sendo verde, amarelo, branco e azul, respectivamente. No quadro a seguir, apresenta-se um exemplo de situação-problema utilizada durante a intervenção:

QUADRO 1: Exemplo de situação-problema

NA FESTA JULINA DA ESCOLA VIERAM 19 ESTUDANTES. 13 ESTUDANTES ESTÃO USANDO CHAPÉU. QUANTOS ESTUDANTES NÃO ESTÃO USANDO CHAPÉU?			
Escrito	Esquema	Ilustração	QRT

Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

#ParaTodosVerem: No quadro há o enunciado da mesma situação-problema representada de quatro formas distintas. A cor verde apresenta apenas o texto escrito, a cor amarela apresenta o enunciado acompanhado de um esquema que representa as crianças com e sem chapéu. Na cor branca, o enunciado traz a ilustração e na cor azul, a foto do QRT que pretende explicitar a situação-problema utilizando algarismos 19 e 13, crianças com e sem chapéu impressos em 3D e um ponto de interrogação. [Fim da descrição]

### a) Usando o QRT

No primeiro contato com o QRT, em que se objetivava que os estudantes o manipulassem, houve muito interesse e engajamento. De imediato, as crianças perceberam que ele continha elementos em braille, o que despertou ainda mais curiosidade. Em seguida, as situações-problema foram apresentadas aos estudantes que se mantiveram organizados em um mesmo grupo. Em ordem alternada, cada estudante escolhia uma das representações disponíveis para resolver a situação-problema. A partir da escolha individual, o grupo discutia coletivamente a proposta e, em conjunto, elaborava a resolução.

As primeiras situações-problemas foram rapidamente resolvidas, algumas sem que os estudantes recorressem aos apoios visuais, pois segundo eles, eram fáceis demais. À medida que novas situações-problema eram apresentadas, os estudantes variavam as escolhas no intuito de explorar as outras representações. Os dois estudantes apoiados pela

Educação Especial, foram os que mais demonstraram entusiasmo e interesse pelo uso do QRT. Apenas na última situação-problema surgiu uma discussão mais prolongada sobre a resolução, pois ela envolvia uma transformação negativa o que gerou dúvidas quanto à interpretação do resultado.

Ao final da intervenção, o material foi disponibilizado para exploração. Os estudantes passaram a utilizá-lo em atividades lúdicas, como brincar de lojinha, construir cenários, criar situações-problema e formular operações matemáticas. Logo em seguida, os estudantes foram questionados sobre a usabilidade e possíveis melhorias do QRT.

## 5 Resultados e análises

A Tabela apresenta a preferência de escolha dos estudantes pelas apresentações das situações-problemas:

<b>Tipos de apresentação do enunciado</b>	<b>Quantidade de escolhas</b>
Escrito	2
Esquema	1
Ilustração	1
QRT	3

Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Nos relatos feitos à P1, a maioria dos estudantes considerou o material de fácil utilização e reconheceu que ele fornece algumas maneiras diferentes de aprender. Também o julgaram como acessível para a maioria das pessoas. No entanto, alguns estudantes relataram dificuldade em compreender as representações no QRT, principalmente quando os objetos não estavam representados em sua totalidade de acordo com as quantidades indicadas. Para números maiores, optou-se por representá-los por meio de algarismos acompanhados de um objeto simbólico, o que gerou confusão entre os participantes, já que muitos estão habituados a realizar a contagem de forma sequencial e concreta. O contraste das cores das

placas e objetos foi validada, e a preferência foi pela placa de cor preta (4 votos). A placa mais pesada e os objetos com ímã foram descartados. Todos preferiram os objetos com papel imantado, por ser mais flexível e fácil de serem movimentados.

## **6 Considerações finais**

Por se tratar da primeira utilização do QRT antes da efetivação da pesquisa, consideramos que essa experiência contribuiu significativamente para o aprimoramento tanto do material quanto da estratégia metodológica adotada. A partir das interações dos estudantes, foi possível identificar preferências relacionadas à cor e ao peso das placas, bem como ao tipo de ímã utilizado nos objetos, permitindo ajustes importantes para tornar o recurso mais funcional e atrativo.

O piloto também possibilitou uma revisão das situações-problema, que passarão a trazer números maiores, uma vez que os estudantes demonstraram pouco esforço cognitivo com números menores. Outro ponto relevante, foi a percepção da necessidade de explicitar, com maior clareza, o propósito do QRT e seu modo de uso antes da aplicação, de forma a reforçar seu papel como ferramenta de apoio à interpretação e compreensão dos enunciados. Nesta etapa da intervenção, foram utilizadas as situações-problema de menor complexidade. Pretende-se, portanto, realizar uma nova intervenção com o restante das atividades, já considerando os ajustes necessários.

Por fim, mesmo nesta experiência inicial, o QRT demonstrou seu potencial pedagógico e inclusivo, despertando interesse, curiosidade e tentativas de uso adequado por parte dos estudantes. De modo geral, os estudantes manifestaram grande admiração pelo QRT; no entanto, os estudantes apoiados pela Educação especial foram os que mais demonstraram entusiasmo e desejo de usá-lo novamente.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

## Referências

CAST. *Design for learning guidelines* – Desenho Universal para a aprendizagem. Universal version 3.0. CAST, 2024.

COSTA, Priscila Kabbaz Alves; GÓES, Anderson Roges Teixeira; A Educação Especial e Inclusiva. In: GOES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alves (org.) *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva.*, ed.1. Curitiba: Pedro & João Editores, 2022. 247p.

GÓES, Anderson Roges Teixeira; COELHO, José Ricardo Dolenga; COSTA, Priscila Kabbaz Alves; GÓES, Heliza Colaço. Design Universal para Aprendizagem - Versão 3.0. In: GÓES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alves. *Desenho universal e desenho universal para aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para educação inclusiva.* Vol. 3. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. 309p.

MAGINA, Sandra; CAMPOS, Tania Maria Mendonça; NUNES, Terezinha. GITIRANA, Veronica. *Repensando adição, subtração: Contribuições da Teoria dos Campos Conceituais.* São Paulo: PROEM, 3a ed., 2008.

MORÁS, Nadjanara Ana Basso. *Um dispositivo didático com potencialidades inclusivas: estudo a respeito de problemas de estruturas aditivas com números naturais.* 2023. 335f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

MORÁS, Nadjanara Ana Basso; NOGUEIRA, Clelia Maria Ignatius; FARIAS, Luis Marcio Santos. *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, Clélia Maria Ignatius; BORGES, Fabio Alexandre. *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, Clélia Maria Ignatius; SOARES, Beatriz Ignatius Nogueira. 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.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio; PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; VITALIANO, Celia Regina. *Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA): uma abordagem curricular inclusiva.* 1. ed. São Carlos: De Castro, 2022.

VERGNAUD, Gerard. *A criança, a matemática e a realidade: problemas de ensino de matemática na escola elementar.* Curitiba: Ed. da UFPR, 2009.

VERGNAUD, Gerard. *Quais questões a teoria dos campos conceituais busca responder?* Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju (SE), v. 9, n. 1, p. 5-28, 2019.