



Invariantes operatórios de Estruturas Aditivas mobilizados por estudantes de 6º ano do Ensino Fundamental: pensando na superação de dificuldades

Daniele Maria Bordini Fecchio¹
Clélia Maria Ignatius Nogueira²
Roberta D'Angela Menduni-Bortolototi³

Resumo: Este texto retrata parte de pesquisa de doutorado em andamento e identifica invariantes operatórios de estruturas aditivas, mobilizados por três estudantes do sexto ano de uma escola pública do estado do Paraná, selecionados por apresentarem diferentes perfis de desempenho e mediante autorização dos responsáveis a partir de uma situação contextualizada: o preenchimento de uma ficha de inscrição para uma gincana escolar. A metodologia caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa, no qual utiliza-se uma Situação-Problema, composta por 15 tarefas que exploram o uso social do número como código, medida, contagem e ordem. Como critérios de análise, fundamentou-se na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud, que permite identificar nas representações escritas os invariantes operatórios (conceitos e teoremas-em-ação). Os resultados parciais revelam que o uso de contextos reais facilita a externalização de esquemas de ação, evidencia a consolidação de habilidades previstas na BNCC em anos anteriores e é fundamental para a inclusão e o progresso na aprendizagem da Matemática. Conclui-se que os registros permitem identificar as habilidades não consolidadas previstas no componente curricular de Matemática para os anos escolares anteriores.

Palavras-chave: Teoria dos Campos Conceituais; Educação Matemática Inclusiva; Ensino Fundamental; Dificuldades de Aprendizagem em Matemática.

Introdução

A Matemática como componente curricular é um dos campos de aprendizagem fundamentais para o desenvolvimento da pessoa e da sociedade. Todavia, os indicadores internacionais, como o *Program for International Student Assessment* (PISA) (2022), evidenciam desafios persistentes nos processos de ensino e nas trajetórias de aprendizagem na instituição escolar. Tais resultados refletem a complexidade da realidade escolar e a necessidade de estratégias que contemplem a diversidade cognitiva dos estudantes. Nesse sentido, esses dados reforçam a importância de investigações que, como este estudo, busquem

¹ Secretaria do Estado da Educação do Paraná, dmbordini@gmail.com

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, voclelia@gmail.com

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, robertamenduni@uesb.edu.br



compreender os invariantes operatórios dos estudantes, pois ao identificar se os estudantes mobilizam os conceitos ou é possível intervir de forma precoce nas dificuldades.

O documento norteador da educação brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017), tem se configurado como um apoio aos professores, e em especial, aos que ensinam a Matemática com a organização das habilidades a serem desenvolvidas nos estudantes da Educação Básica.

Estudos acerca das dificuldades de aprendizagem em Matemática apontam avanços nesta área, porém inferiores quando comparados à leitura e à escrita da língua natural (Jiménez-Fernández, 2016). Como consequência, o processo de ensino na perspectiva inclusiva necessita de estudos que contribuam para a aprendizagem de estudantes que demandam um olhar pontual para suas necessidades específicas. Nessa direção, Nogueira *et al.* (2019) ampliam essa discussão ao defenderem a adequação das práticas escolares e das políticas educacionais para contemplar não apenas sujeitos com deficiências ou transtornos do desenvolvimento, mas também pessoas historicamente marginalizadas, como estudantes com dificuldades específicas na aprendizagem da Matemática, com altas habilidades/superdotação, em situação de vulnerabilidade social ou pertencentes a grupos étnicos e socioculturais minoritários.

Além disso, a Educação Matemática Inclusiva justifica-se como um compromisso ético e político de garantia do direito ao ensino de boa qualidade para todos os estudantes, ultrapassando os limites da Educação Especial para contemplar a diversidade e as singularidades cognitivas e sociais presentes na sala de aula. Segundo Thiengo e Jesus (2023), a inclusão no ensino de Matemática exige questionar práticas tradicionais focadas em padrões homogêneos de normalidade, que historicamente excluem sujeitos com diferentes ritmos e formas de aprender. Dessa forma, esta pesquisa fundamenta-se na perspectiva de que identificar os invariantes operatórios e as estratégias de raciocínio de estudantes do 6º ano possibilita reconhecer suas potencialidades reais, superando visões



pautadas no déficit para promover intervenções pedagógicas acessíveis e verdadeiramente equitativas Além disso, pode auxiliar os professores da Educação Básica, BNCC estabelece as competências essenciais e as habilidades que devem ser desenvolvidas, servindo como parâmetro para avaliar se o letramento matemático e o uso social do número estão sendo efetivamente consolidados nesta etapa escolar.

Ao articular a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) com os objetivos de aprendizagem da BNCC, buscamos compreender como a prática pedagógica pode ser estruturada para atender à diversidade da sala de aula em uma perspectiva inclusiva. O objetivo é apresentar o desempenho de estudantes do 6º ano na mobilização de conhecimentos matemáticos e conceitos organizadores das estruturas aditivas, a partir de uma situação contextualizada: o preenchimento de uma ficha de inscrição para uma gincana escolar, que é parte integrante de um Protocolo de Pesquisa para a identificação de lacunas na aprendizagem de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental.

A metodologia caracteriza-se como um estudo de caso com natureza qualitativa, no qual utiliza-se uma Situação-Problema, composta por 15 tarefas que exploram o uso social do número como código, medida, contagem e ordem.

Para conferir transparência ao percurso investigativo, o presente artigo encontra-se estruturado em cinco seções principais. Inicialmente, a Introdução que contextualiza o cenário da pesquisa, que acontece em uma escola pública estadual do Paraná e apresenta o objetivo do estudo focado no 6º ano. Na sequência, a Fundamentação Teórica, estabelece a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud com ênfase nas estruturas aditivas. A seção de Análise e Discussão dos Resultados examina os registros escritos dos três estudantes, identificando invariantes operatórios e o uso social do número. Por fim, as Considerações Finais sintetizam as principais descobertas, refletindo sobre as contribuições do estudo para o campo da Educação Matemática Inclusiva.



Teoria dos Campos Conceituais

A TCC foi desenvolvida por Gérard Vergnaud entre as décadas de 1970 e 1980 na França, a qual tem como objetivo principal compreender o desenvolvimento dos conceitos matemáticos a partir da observação das estratégias de ação dos estudantes em ação e de seu processo de conceitualização da realidade.

Nesta seção, discutiremos como a aprendizagem ocorre por meio da interação entre o sujeito e situações que demandam a mobilização de conceitos organizadores específicos. O foco recairá sobre os Conceitos Organizadores do Campo das Estruturas Aditivas, que explora os invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação) que permitem ao estudante dar sentido ao uso dos números em contextos reais, como a ficha de inscrição analisada neste estudo. Essa perspectiva teórica possibilita a identificação, a partir dos registros as possíveis dificuldades enfrentadas pelos 3 estudantes da amostra o que permite uma leitura pedagógica sobre a aprendizagem da Matemática.

Para Vergnaud (1996), a aquisição de competências matemáticas e o domínio de um campo conceitual ocorrem progressivamente. Vergnaud (1996) define um Campo Conceitual como um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos e relações, cujo domínio exige um longo período de aprendizagem.

A formação de um conceito, na perspectiva da TCC, é compreendida através de um tripé de conjuntos indissociáveis: Situações (S), Invariantes Operatórios (I) e Representações (R).

- Situações (S): São as situações que dão sentido ao conceito, ou seja, as referências de suas diferentes propriedades. Neste caso, utilizamos o tema da ficha de inscrição para uma Gincana Escolar com o propósito de diversificar o uso dos números.
- Invariantes Operatórios (I): Correspondem ao significado do conceito e são os conhecimentos contidos nos esquemas que fundamentam a operacionalidade



das ações do sujeito. São divididos em conceitos-em-ação, categorias de pensamento considerados pertinentes na ação, que não são passíveis de serem verdadeiros ou falsos e, teoremas-em-ação, proposições consideradas verdadeiras sobre o real, que podem ser verdadeiras ou falsas, e guiam as ações (Vergnaud, 1996). A análise dos teoremas-em-ação possibilita ao professor que ensina a Matemática a identificar e a planejar intervenções, pois revelam as estratégias dos estudantes.

- Representações (R): As representações ou significantes constituem o conjunto de formas linguísticas e simbólicas que permitem representar o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (Vergnaud, 1996; 2019). Estas representações podem ser de natureza linguística (oral ou escrita) ou não linguística (como diagramas, gráficos, tabelas, expressões numéricas, fórmulas algébricas e gestos) (Vergnaud, 2014). A utilização de múltiplas representações e a articulação entre elas são indispensáveis para a conceitualização, uma vez que favorece a flexibilidade cognitiva, a estruturação do raciocínio e a aprendizagem. Sob esta ótica investigativa, o registro escrito dos estudantes é tomado como a via de acesso para a análise empírica de seus invariantes operatórios. Nesse sentido, o cerne da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) reside nos conceitos organizadores; estes, para além de sua dimensão social, possuem natureza científica e exercem a função de estruturar situações complexas, sendo mobilizados para guiar a ação e fornecer a base para a identificação das não aprendizagens e a tomada de decisões (Vergnaud, 1996).

Os Invariantes Operatórios correspondem ao significado do conceito e referem-se aos conhecimentos contidos nos esquemas que fundamentam a operacionalidade das ações do sujeito frente a uma situação. Para Vergnaud (1996), eles são fundamentais para a estruturação do pensamento matemático e subdividem-se em duas categorias principais: os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação.



Os conceitos-em-ação são compreendidos como categorias de pensamento consideradas pertinentes na ação, utilizadas pelo sujeito para identificar objetos, propriedades e relações. Por sua natureza pragmática, eles não são passíveis de serem classificados como verdadeiros ou falsos (Vergnaud, 1996), mas sim como relevantes ou não para a resolução de um problema. No contexto do instrumento utilizado neste estudo, um exemplo prático da mobilização de um conceito-em-ação ocorre quando o estudante utiliza a categoria de "quantidade" para determinar o número de pessoas que moram na mesma residência ou a quantidade de estudantes em sua turma.

Por sua vez, os teoremas-em-ação são considerados proposições sobre o real que o sujeito assume como verdadeiras e que guiam diretamente as suas ações e estratégias de resolução (Vergnaud, 1996). Diferentemente dos conceitos-em-ação, estas proposições podem ser objetivamente verdadeiras ou falsas. É o que se observa, por exemplo, nos raciocínios ativados pelo estudante no exato momento de preenchimento da Tarefa 1 (Ficha de Inscrição da Gincana Escolar). A análise rigorosa desses teoremas-em-ação possibilita ao professor que ensina a Matemática identificar as estratégias intuitivas, os acertos e as falhas cognitivas dos estudantes, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões e para o planejamento de intervenções pedagógicas adequadas.

É no âmbito dos invariantes operatórios que também se inserem os Conceitos Organizadores. No Campo Conceitual das Estruturas Aditivas, alvo deste estudo, destacam-se conceitos organizadores como: quantidades discretas e contínuas, medida, estado/transformação, comparação, composição binária, operação unitária e inversão (Vergnaud, 2019). A identificação desses invariantes nas representações escritas é o que permite mapear as aprendizagens já consolidadas e as que ainda demandam atenção.

Estabelecido o arcabouço teórico que vincula o desenvolvimento cognitivo à mobilização de esquemas em situações específicas, delinearemos o percurso investigativo que permitiu observar a prática escolar. A articulação entre os campos



conceituais de Vergnaud e as competências previstas na BNCC não se encerra na abstração teórica, mas manifesta-se materialmente nos registros produzidos pelos estudantes ao enfrentarem desafios matemáticos contextualizados.

A seguir descrevemos o Desenho Metodológico adotado e nele detalhamos as características da amostra composta pelos três estudantes e a estrutura da Situação-Problema 1, instrumento concebido para mapear os invariantes operatórios.

Desenho Metodológico

Esta investigação caracteriza-se como um estudo de caso (Gil, 2021) de natureza qualitativa (Minayo, 2001) voltado à compreensão de fenômenos complexos em seu contexto real. O objetivo é apresentar o desempenho de 3 estudantes na mobilização de invariantes operatórios de estruturas aditivas a partir de uma situação contextualizada: o preenchimento de uma ficha de inscrição de uma gincana escolar, que é parte integrante de um Protocolo de Pesquisa para verificação de desempenho em Matemática para estudantes do 6º ano.

O estudo conduz-se em estrita conformidade com os princípios éticos da legislação brasileira e tem a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Parecer nº 7.788.681 e CAAE nº 90560624.0.0000.0107, emitidos em 24/09/2025). A participação dos alunos foi formalizada mediante a assinatura do Termo de Assentimento e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis, assegurando-se o absoluto anonimato por meio do uso de códigos de identificação.

Previamente à aplicação ampla, submeteu-se a sequência diagnóstica a um estudo piloto para validar a viabilidade do protocolo em ambiente padronizado. Esta etapa ocorreu no segundo semestre de 2025, no Colégio Estadual Igléa Grollmann (Paraná), com três estudantes do 6º ano do ensino fundamental selecionados por indicação da professora regente que utilizou como critério o desempenho na aprendizagem em sala de aula e confirmados pelas notas trimestrais. Ressalta-se



que a pesquisadora não atuava como docente da turma, garantindo uma avaliação externa à dinâmica direta da sala de aula.

Os participantes realizaram as tarefas em mobiliário próximo à mesa da pesquisadora. Essa proximidade permitiu a observação detalhada das estratégias e do tempo de resposta, enquanto o restante da turma desempenhava as atividades regulares da disciplina. Neste contexto, a Situação-Problema 1 configurou-se como um protocolo de sondagem composto por 15 tarefas distintas, fundamentadas no uso social dos números. Essa proposta mobiliza competências da BNCC a serem consolidadas em etapas anteriores da Educação Básica, partindo da premissa de que identificar e registrar são processos essenciais para a construção do significado numérico (conforme previsto nas habilidades EF01MA01, EF01MA02, EF01MA18 e EF01MA17). Para isso, o protocolo explora o número em suas múltiplas facetas, solicitando registros de identificação como endereço, localidade (CEP) e contato telefônico, além de dados relacionados à massa corporal (peso), altura, data de nascimento e horários escolares.

A análise desse protocolo permitiu observar se os estudantes:

- Ativam esquemas de cardinalidade para quantificar elementos (idade, número de moradores e total de alunos) e de ordinalidade para posicionar-se em sequências, como a identificação do ano escolar;
- Discernem a função do número como código (telefone, CEP) em oposição à quantidade ou ordem, além de interpretarem grandezas contínuas (peso, altura) por meio de representações discretas;
- Transitam entre diferentes registros e usos numéricos, interpretando e transpondo informações de seu contexto pessoal para o sistema de escrita matemática.

Na Figura 1 apresentamos a estrutura da Situação-problema sob o tema "Ficha de Inscrição de uma Gincana Escolar"⁴. Esta tarefa é composta por 15 itens

⁴ Instrumento de verificação do desempenho em matemática para estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Sondagem Diagnóstica Inicial. Ficha de inscrição: a) meu nome completo é: ____; b) meu endereço é ____



que demandam diferentes saberes vinculados aos conceitos organizadores do Campo Conceitual das Estruturas Aditivas.

O objetivo desta Situação-problema é promover e consolidar a mobilização de conhecimentos relacionados aos diversos significados dos números naturais (cardinal, ordinal e código) e à natureza das quantidades (discretas e contínuas) em um contexto funcional.

Após o preenchimento da Situação-problema apresentamos no Quadro 1 os registros dos estudantes A1, A2 e A3. Para as respostas preenchidas com informações pessoais e corretas utilizaremos RC, para as informações não informadas utilizaremos NI e para parcialmente corretas PC.

Quadro 1: Respostas dos estudantes A1, A2 e A3

Tarefa solicitada	Resposta adequada	Respostas dos estudantes		
		A1	A2	A3
a) Nome do estudante		RC	RC	RC
b) Endereço		NI	NI	RC
c) Moro em:	casa ou apartamento	RC	RC	RC
d) Cidade/ Estado/ CEP	Cianorte	Cianorte	Cianorte	Cianorte
	Paraná	Paraná	Paraná	Paraná
	87.200-000	NI	NI	NI
e) Número de telefone		RC	RC	RC
f) Dia e mês de nascimento		RC	RC	RC
g) Ano de nascimento	2013, 2012, 2011	2013	2013	2013

número: ____; c) moro em uma casa () ou apartamento (); d) cidade: ____ estado: ____ cep: ____; e) o meu número de telefone é: ____; f) o dia do meu nascimento é: ____ de ____; g) eu nasci no ano de ____; h) hoje a minha idade é de ____ anos; i) o meu "peso" é ____ quilogramas; j) minha altura é ____; k) o número que representa o tamanho do meu tênis é: ____; l) o número que representa o tamanho da minha camiseta de uniforme é ____; m) na minha casa moram ____ pessoas, contando comigo; n) eu estudo no ____ ano, no período da () manhã, () tarde ou () tempo integral; o) há ____ estudantes na minha turma; p) a aula começa às ____ horas e termina às ____ horas.



Tarefa solicitada	Resposta adequada	Respostas dos estudantes		
		A1	A2	A3
h) Idade atual	11 anos	11 anos	11 anos	11 anos
i) Peso em Kg		NI	RC	RC
j) Altura		NI	RC	RC
k) Número do tamanho do calçado		RC	RC	RC
l) Tamanho da camiseta		NI	NI	RC
m) Quantidade de pessoas que moram na mesma residência		RC	RC	RC
n) Período de aula	Matutino/vespertino	RC	RC	RC
o) Horário de início e término das aulas	13h30 início/17h55 término	1:30 / 5:55	13:30 / 5:55	13:30 / 17:55

Fonte: Autoras (2026)

Análise e Discussão dos Resultados

A análise da Ficha de Inscrição, preenchida pelos estudantes (A1, A2 e A3), revela que, embora haja um domínio geral das habilidades básicas preconizadas pela BNCC quanto ao uso de números naturais para identificação e registro, existem fragilidades conceituais subjacentes na mobilização de esquemas específicos para diferentes funções do número.

Na TCC, o conhecimento é adaptativo e se manifesta através de *esquemas* mobilizados para resolver uma classe de situações. A tarefa proposta (preenchimento de formulário) configura-se como uma situação de identificação e registro numérico. Os resultados mostram que os estudantes possuem esquemas consolidados para lidar com grandezas discretas. O preenchimento correto de campos como "número da casa", "idade" e "pessoas na residência" por A1, A2 e A3 demonstra que os conceitos organizadores relacionados à cardinalidade



simples e identificação básica estão presentes. Eles reconhecem a função do número natural para quantificar conjuntos discretos do seu cotidiano imediato.

Um ponto crítico revelado pelos dados é a falha no preenchimento do CEP (Código de Endereçamento Postal). Todos os estudantes falharam nesta tarefa A1, A2 e A3 deixaram o campo sem esta informação. Sob a ótica da TCC, isso evidencia um Conceito-em-Ação Frágil. Embora os estudantes compreendam a função de código ao registrarem o número da casa, eles demonstram não conseguir estender esse invariante operatório para o CEP. O diagnóstico da situação falhou, pois, o estudante não reconheceu o CEP como um número identificador, e neste contexto, sugere que este conceito de número, ainda é percebido pela criança como um código abstrato pois não tem relação com contagem ou ordem visual e assim, não está automatizado em sua estrutura cognitiva.

A análise dos erros de A1 revela uma lacuna nos esquemas de mensuração. Enquanto registrou quantidades discretas (idade, contagem de pessoas que estudam na mesma turma e as pessoas que moram na mesma casa), omitiu de medidas contínuas, como o peso e altura. Na TCC, isso indica que os invariantes operatórios necessários para lidar com grandezas contínuas, aquelas que exigem instrumentos de medida e unidades padronizadas, são mais complexos e menos estáveis do que aqueles usados para a contagem simples. A omissão não é apenas um esquecimento, mas um indício de que o esquema para processar essas grandezas necessita de situações que façam sentido para o estudante.

O caso do estudante A2 oferece um exemplo claro da distinção entre diferentes funções do número. A2 registrou sua idade (11 anos), mas omitiu o dia e mês de nascimento. Teoricamente, isso sugere que o conceito de idade, uma cardinalidade, é mobilizado assim como a data de nascimento, que envolve noções de ordinalidade e sequência temporal. O estudante opera bem com a quantidade, mas falha na localização temporal sequencial, o que pode indicar uma fragmentação na construção do conceito de tempo e ordem.



Vergnaud (1996) postula que os conceitos se formam através de situações diversificadas, neste sentido, as omissões dos alunos, especialmente o endereço completo em A2 e o CEP, sinalizam uma falta de vivência com essas informações. A persistência dos campos em branco demonstra que os alunos não conseguiram realizar o diagnóstico preciso da informação requerida, função central que os invariantes operatórios podem mostrar. O esquema de preencher um formulário estava incompleto porque os alunos não possuíam as representações mentais necessárias para buscar ou converter a informação do seu contexto social para o registro formal.

Considerações Finais

A atividade, embora simples, expôs fragilidades nos conceitos organizadores dos estudantes. Para promover uma aprendizagem de longo prazo, a intervenção pedagógica não deve focar apenas em algoritmos aritméticos. É necessário propor situações que possibilite ao estudante transitar entre as diferentes funções do número, como código, ordem, medida e quantidade e, a realizar a conversão de representações, solidificando assim os conceitos que hoje se apresentam frágeis. As omissões observadas não devem ser interpretadas apenas como desatenção, mas como uma lacuna a ser sanada. Portanto, o fato de os estudantes deixarem campos em branco demonstra que não possuem esquemas desenvolvidos para buscar ou converter essa informação quando ela não faz parte de sua vivência cotidiana imediata.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017 (<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>) Acesso em: 18 fev. 2026.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- GIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, G. Superando dificuldades de aprendizagem em matemática. **REDIMAT**, v. 1, p. 56–73, 2016. (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5372756.pdf>) Acesso em: 18 fev. 2026.
- MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18



ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

NOGUEIRA, C. M. I. et al. Educação Matemática Inclusiva: discussões e perspectivas. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 24, n. 64, p. 4-15, set./dez. 2019.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). PISA 2022 **Assessment and Analytical Framework**. Paris: OECD Publishing, 2022. (https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-assessment-and-analytical-framework_dfe0bf9c-en.html) Acesso em: 18 fev. 2026.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. (Org.). **Didática das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p. 155-191.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escolar elementar**. Curitiba: Editora da UFPR, 2014.

VERGNAUD, G. Quais questões a teoria dos campos conceituais busca responder? **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 9, n.1, 2019.