



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

O pensamento algébrico no âmbito da neurodiversidade: discutindo a resolução de equações algébricas

Elton de Andrade Viana¹

Ana Lucia Manrique²

O texto apresenta um recorte de uma pesquisa de nível de Doutorado em Educação Matemática com o objetivo de apresentar um estudo sobre o desenvolvimento do pensamento algébrico em ambientes de aprendizagem que incluem estudantes neuroatípicos. Assume como referenciais importantes os pressupostos do movimento da neurodiversidade e a fenomenologia da percepção. No caminho metodológico, os dados foram produzidos em duas escolas públicas de ensino fundamental da cidade de São Paulo, com a participação de estudantes neuroatípicos. O estudo culminou com a sistematização de um modelo explicativo sobre como alguns fatores se relacionam na construção de um primeiro significado diante de uma atividade na aula de matemática, e conclui que os meios semióticos são fundamentais nas discussões que são realizadas pelos educadores matemáticos sobre o desenvolvimento do pensamento algébrico no âmbito da neurodiversidade.

Palavras-chave: autismo; equações algébricas; matemática; pensamento algébrico.

Introdução

Neste texto, apresentamos uma discussão que considera o cenário educacional constituído pela inclusão de estudantes geralmente identificados nas escolas de educação básica como estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma terminologia da *American Psychological Association* (APA), que o define como um dos Transtornos do Neurodesenvolvimento que se manifestam na humanidade. No entanto, as individualidades e as diferentes formas pelas quais os estudantes identificados com TEA manifestam desejos, ansiedades e respostas nas atividades que são propostas no cotidiano escolar, nos direcionaram para reflexões que não se limitam ao que é relacionado em manuais da área da saúde como autismo.

Nos últimos anos, nossas reflexões passaram a se pautar no movimento da neurodiversidade, que entende o autismo através de uma perspectiva mais sociológica do que clínica. Nesse movimento, novas dinâmicas terminológicas sobre o autismo se constituíram e isso tem influenciado fortemente a escrita dos textos que temos produzido na Educação Matemática, como este que apresentamos no âmbito deste evento científico. Por

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP, e-mail: eltondeandradeviana@gmail.com

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP, e-mail: analuciamanrique@gmail.com



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

exemplo, a denominação ‘pessoas com TEA’, a partir do movimento da neurodiversidade, tem sido substituída por ‘pessoas neuroatípicas’, sendo que aquelas pessoas que geralmente não têm TEA, são denominadas ‘pessoas neurotípicas’.

Assim, embora existam diferentes paradigmas, principalmente de natureza clínica e médica, que tentam explicar e definir o autismo, ao longo dos anos temos pautado as nossas reflexões no movimento da neurodiversidade, um movimento social e político, que é no cenário mundial representado pelos neurologicamente diferentes.

Nesse movimento, o neurologicamente diferente é uma nova categoria que se soma a outras já mencionadas em termos de classe, gênero e raça, e que amplia a percepção do modelo social da deficiência que traz avanços para a era em que vivemos. O movimento da neurodiversidade também é fruto de um mundo conectado que surgiu com o advento da internet, que permitiu que comunidades em suas diferenças interagissem, se encontrassem e se comunicassem.

Como argumentam Giménez, Díez-Palomar e Civil (2007), uma definição transformadora e inclusiva de alfabetização matemática se concentra nos caminhos que cada pessoa usa para alcançar o conhecimento matemático convencionalizado, e são precisamente esses caminhos que procuramos examinar em nossos estudos quando abordamos o autismo no paradigma da neurodiversidade, que por sua vez, considera as diferenças humanas nesse espectro que se forma na neurodiversidade.

É se ancorando no movimento da neurodiversidade e seus pressupostos como um novo paradigma para compreensão do autismo, que temos realizado uma pesquisa que tem como objetivo apresentar um estudo sobre o desenvolvimento do pensamento algébrico em ambientes de aprendizagem que incluem estudantes neuroatípicos.

Iniciamos com a apresentação de algumas considerações sobre como entendemos a percepção no nosso estudo, já que esse é um elemento que se destacou na pesquisa que temos desenvolvido nos últimos anos. Em seguida, compartilhamos o caminho metodológico assumido, um recorte dos dados produzidos com a respectiva análise e algumas considerações encaminhadas a partir da análise dos dados.

A percepção como elemento importante a ser considerado no estudo

Ao contrário da psicologia, não entendemos a percepção a partir de uma explicação simplista que a define como a 'elaboração das sensações'. A noção de percepção que



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

assumimos aqui é aquela iniciada pelo filósofo e matemático alemão Edmund Husserl (1859-1938) e que foi retomada pelo filósofo francês Maurice Merleau-Ponty (1908-1961). No prisma fenomenológico consolidado por esses filósofos, a percepção é seletiva, ou como explica Husserl (2006), intencional. Esse caráter seletivo e intencional da percepção é detalhado por Galimberti (2006), quando explica que:

[...] a percepção humana é, em si, técnica, como seleção da oferta indiscriminada de estímulos e construção de sentido a partir da projeção futura visualizada como resposta ao interesse que o olhar desperta. Ao selecionar os estímulos imediatamente presentes e abarcar aqueles úteis para a projeção futura, a percepção humana, quebrando o imediatismo da natureza, constrói um mundo” (p. 212).

Assim, a percepção se constitui primeiramente na seleção, a fim de que o que interessa ao sujeito apareça no todo que lhe está disponível, e é a partir daí que temos o mundo, por sua vez, criado pela percepção. Eis a intenção anunciada por Husserl e a compreensão do mundo dada por Merleau-Ponty (1999) quando escreveu que “não é preciso perguntar se percebemos verdadeiramente um mundo, é preciso dizer, ao contrário: o mundo é o que nós percebemos” (p. 13-14).

É com foco na percepção, e conforme discutido no campo fenomenológico, que um estudo sobre como as percepções se efetivam no desenvolvimento do pensamento algébrico em ambientes de aprendizagem que incluem estudantes neuroatípicos.

Diante dos postulados advindos da escola filosófica promovida por Franz Brentano (1838-1917), que defende a existência de um objeto dentro de todos os fenômenos mentais, e que, portanto, haveria um objeto imanente a toda experiência particular, alinhamos em nossa análise com a fenomenologia de Husserl, assumindo que há um objeto visado na experiência, mas com a consideração de que o que se entende por "objeto" na escola filosófica de Brentano não é imanente (HUSSERL, 2008; 2012).

Ao invés de um objeto imanente à experiência, Husserl entende que existe um objeto intencional, que, por sua vez, deve ser transcendente a qualquer experiência intencional particular, pois se o objeto intencional de uma experiência fosse um constituinte mental inerente à própria experiência, toda nova experiência implicaria um novo objeto intencional.



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

Como nenhum objeto, seja mental ou físico, pode ser genuinamente imanente à experiência, o ser humano não percebe nenhuma das partes que compõem sua experiência perceptiva, conforme exemplificado por Shim (2017), quando esclarece que o ser humano não vê nenhuma parte de sua experiência visual, porque em vez disso você vê através dessa experiência.

Esse objeto intencional que Husserl propõe é o que buscamos identificar em cada um dos elementos que são analisados no estudo que temos desenvolvido, discutindo como esse objeto é observado quando o estudante realiza determinada atividade que lhe é proposta na escola. Assim, apresentamos um recorte de um estudo realizado no nível de doutorado, e que discute atividades envolvendo equações algébricas.

O caminho metodológico assumido

Estamos considerando o que Lavery (2003) esclarece sobre a construção do conhecimento em estudos pautados na fenomenologia. Segundo esse autor, na abordagem fenomenológica, o conhecimento é visto como a melhor compreensão produzida até o momento, e não como afirmação do que se é, em última análise, como o real.

Logo, analisamos os dados reconhecendo que retomar o que foi discutido aqui será fundamental para avançar no conhecimento que produzimos na Educação Matemática sobre o desenvolvimento do pensamento algébrico no âmbito da neurodiversidade.

Isso implica esclarecer que não nos baseamos em uma ideologia de inovação, que, conforme definido por Riva-Flores (2021), é uma ideologia de pesquisa em que os problemas educacionais são resolvidos com a implementação de novas estratégias e técnicas que visam melhorar a educação, limitando-se a ser funcional a um sistema educacional já estabelecido, e que não modifica questões mais profundas desse sistema.

Portanto, neste texto, compartilhamos uma análise dos dados produzidos no estudo que conduzimos em duas escolas públicas da cidade de São Paulo e com a participação de estudantes neuroatípicos. Os dados foram produzidos por meio de vídeos, fotografias e anotações em diário de campo.

Nos dados produzidos, registramos momentos em que os estudantes neuroatípicos realizaram atividades propostas pelos professores tanto na aula de matemática quanto no Atendimento Educacional Especializado (AEE), que é um serviço educacional oferecido no Brasil para os estudantes público-alvo da Educação Especial. A partir dos dados produzidos



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

nesses momentos e do cruzamento de observações que se revelaram ao analisá-los, percebemos que há uma discussão importante sobre a percepção tal como compartilhamos nas próximas linhas.

Compartilhando a análise de alguns dados produzidos na pesquisa

Ao se envolverem em uma atividade realizada na aula de matemática e conduzida por um professor de Matemática, os estudantes de uma determinada turma do 9º ano do ensino fundamental estavam a lidar com equações polinomiais de 1º grau, com a proposta de que fosse identificado o valor correspondente à incógnita. Às vezes a equação era escrita no quadro e os alunos copiavam no caderno, outras vezes, o professor anotava a equação no caderno do estudante.

A Figura 1 mostra os registros realizados por três estudantes neuroatípicos (estudantes A, B e C) na resolução de algumas das equações que foram apresentadas pelo professor de Matemática durante essa atividade. Em nossa análise preliminar, observamos que o primeiro significado que os estudantes constroem ao ver o desconhecido, é o que se destaca como digno de discussão teórica em pesquisas que visam abordar o pensamento algébrico no âmbito da neurodiversidade.

Figura 1: Resolução de equações algébricas apresentada pelos estudantes A, B e C

Estudante A	Estudante B	Estudante C
$3 + 2x^4 = 9$	$3x + 1 = 7$	$3 + 2x = 9$ $3 + 2x = 7$
$3x^4 + 1 = 7$	$3E + E = 8$	$3x - 1 = 8$ $3x - 1 = 8$
$3x - 1 = 8$ GRAU NV2 $3 - 1 = 2$ ok $x = ?$ 	$2c + 3 = 9$	$3E + E = 8$ $3 + 1 + 4 = 8$

Fonte – Arquivo dos autores.



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

Enquanto o estudante A interpreta a incógnita como o indicativo de que precisa descobrir um valor que deve ser somado aos outros valores numéricos explicitados no primeiro membro da equação, tornando a equivalência verdadeira (por exemplo, na primeira equação calcula $3 + 2 + 4 = 9$), o estudante B interpretou a incógnita ora como um símbolo operatório de multiplicação, cabendo a ele identificar qual seria o segundo fator desse cálculo (quando a incógnita era representada pela letra 'x'), ora como um valor a ser encontrado para tornar a equivalência verdadeira, mesmo desconsiderando os valores que aparecem ao lado de uma das incógnitas.

O estudante C, por sua vez, preocupou-se em reescrever as equações, interpretando a incógnita como um símbolo operacional de multiplicação da mesma forma que o estudante B, mas o 'impasse' de não ter outro fator após o 'símbolo' foi resolvido pelo estudante multiplicando o número por ele mesmo. Ao reescrever as equações, ele se preocupou em tornar as equivalências verdadeiras, mesmo que para isso tivesse que substituir o número expresso no lado direito da equação.

Notamos que a construção de significados na percepção dos estudantes ao visualizarem essas equações tornou-se um terreno fértil para discussão em nossa pesquisa, pois a forma como eles interpretam e 'percebem' os símbolos e letras operativas utilizados nas equações algébricas, diversificaram e nos guiaram às considerações que apresentamos a seguir neste texto.

É importante considerar que é já na seleção dos recursos que são utilizados na aula de matemática, ou mesmo na seleção de estratégias e tipos de leitura que faz do mundo, que cada estudante vai além do imediatismo que está no campo do sensível, ou seja, o campo formado pelo que ele vê sobre a mesa de trabalho na atividade, pelo ambiente em que se encontra, pelas pessoas presentes etc. Esse além do imediatismo se manifesta de diferentes formas, quando os estudantes se sentam à mesa, quando começam a manipular jogos e recursos específicos, quando manipulam uma folha de papel e um lápis etc.

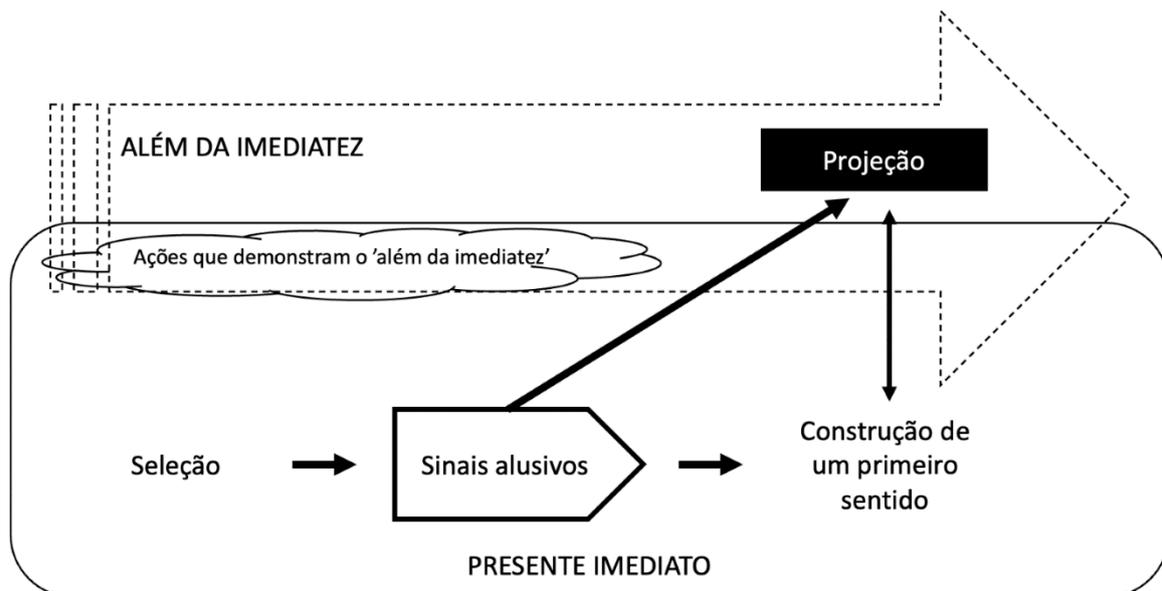
Não vamos tratar aqui de definir o que é esse além do imediatismo, mas das ações que demonstram sua existência na percepção dos estudantes. Esse além do imediatismo que se demonstra por meio dessas ações é uma característica que distingue o ser humano dos demais animais, pois como nos lembra Galimberti (2006), a percepção humana tem a característica de ir além do imediatismo sensível, característica que não está presente na percepção animal observada em outros seres vivos.



É nesse além do imediatismo que, em nossa análise, identificamos o que chamamos de projeção, a partir da qual o estudante constrói um primeiro sentido no campo perceptivo, considerando os signos alusivos que estão no presente imediato e que, por sua vez, apontam para essa projeção. Quando um estudante manipula, por exemplo, um jogo pedagógico de dominó que apresenta cálculos a serem realizados, as operações matemáticas expressas em cada peça do jogo (sinais alusivos) podem ser reveladas como se fossem pistas de que o estudante precisa de respostas por meio de um cálculo (projeção), e é a partir dessa projeção que pode pegar uma folha de papel e um lápis para, utilizando a técnica que achar adequada, encontrar uma resposta para cada operação matemática apresentada no jogo (primeiro significado construído).

Esse modelo de análise se destacou na nossa pesquisa com potencial para analisar não apenas os dados apresentados neste texto, mas também outros dados que foram produzidos ao longo dos anos.

Figura 2: Modelo explicativo sistematizado no estudo



Fonte – Arquivo dos autores.



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

Na atividade ilustrada neste texto, envolvendo equações algébrica, os estudantes ao buscarem uma solução para as equações algébricas apresentadas pelo professor, observaram a existência de signos alusivos, que não são atribuídos apenas à letra ou símbolo operatório que aparece na equação, mas se estendem à sua trajetória escolar pessoal.

O entendimento de que a ausência de um segundo termo em uma operação matemática indica que é preciso operar com o mesmo número explicitado antes do símbolo operatório (como fez o estudante C), revela como um primeiro significado (o significado que o cálculo consiste em operar dois termos) foi revelado a partir de uma projeção que o estudante faz considerando os sinais e pistas que se mostram na expressão matemática.

Algumas considerações

Nossa pesquisa tem revelado nos últimos anos que o pensamento algébrico no âmbito da neurodiversidade se desenvolve na interação que se efetiva entre estudantes e professores, mas assim como já identificou Radford (2010), junto a essa interação, temos a utilização de meios semióticos de objetificação, que por sua vez, caracteriza o processo pedagógico e didático em que se dá a generalização do pensamento algébrico.

Esses meios semióticos de objetivação se mostram nos sinais e artefatos de diferentes tipos (símbolos matemáticos, palavras utilizadas, gestos, dentre outros), e isso se torna mais evidente quando observamos os estudantes através do prisma da neurodiversidade. É a manipulação desses recursos semióticos que suscita a ativação de uma dinâmica de trabalho no pensamento humano que entendemos como fundamental para o desenvolvimento do pensamento algébrico.

Quando focamos nas atividades realizadas pelos estudantes neuroatípicos, observamos que a manipulação de recursos semióticos ocorre a partir de uma percepção demonstrada pelos estudantes durante a manipulação, percepção essa que revelava elementos que precisam ser sistematizados para que seja possível discutir como o pensamento algébrico está presente no instante de manipulação, de sensação, de gesticulação e de expressão comunicativa.

Investigações já realizadas na Educação Matemática sobre o desenvolvimento do pensamento algébrico concluíram que mecanismos de percepção altamente evoluídos associados a uma sofisticada coordenação rítmica de gestos, palavras e símbolos, formam fundamentos importantes no processo de generalização algébrica (RADFORD, 2006; 2010),



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

e a sistematização do que observamos nos dados produzidos na nossa pesquisa, como os que compartilhamos neste texto, possibilitou o desenvolvimento de um primeiro modelo explicativo para compreendermos como essa percepção é ativada no desenvolvimento do pensamento algébrico.

É importante esclarecer que nossa proposta não é que o modelo explicativo apresentado seja entendido como um modelo exclusivo para estudarmos o desenvolvimento do pensamento algébrico de estudantes neuroatípicos, pois o entendemos como um modelo que pode auxiliar-nos para uma discussão envolvendo todos os estudantes, tanto neuroatípicos como neurotípicos. O que enfatizamos neste texto é que esse modelo é mais intenso em termos de sua dinâmica de ativação e, de forma mais explícita, quando focamos nos estudantes neuroatípicos.

Em nossa análise, considerar estudantes neuroatípicos e neurotípicos nas nossas pesquisas é um importante ponto de reflexão que precisamos fazer na Educação Matemática. Estudos que abordem a forma como ambos, estudantes neuroatípicos e neurotípicos, percebem as equações algébricas por exemplo, precisa ser um tópico mais bem explorado para que avancemos nas reflexões que realizamos na Educação Matemática com uma perspectiva inclusiva tanto no nível teórico como no nível prático.

Referências

GALIMBERTI, U. **Psiche e techne**: o homem da idade da técnica. São Paulo: Paulus, 2006.

GIMÉNEZ, J.; DÍEZ-PALOMAR, J.; CIVIL, M. Exclusión y matemáticas. Elementos que explican la investigación actual en el área. In: GIMÉNEZ, J.; DÍEZ-PALOMAR, J.; CIVIL, M. (Coords.), **Educación matemática y exclusión**. Barcelona: Graó, 2007. p. 9-44.

HUSSERL, E. **A ideia da fenomenologia**. Rio de Janeiro: Edições 70, 2008.

HUSSERL, E. **Ideias para uma fenomenologia pura e para uma filosofia fenomenológica**. Introdução geral à fenomenologia pura. São Paulo: Ed. Ideias e Letras, 2006.

HUSSERL, E. **Investigações lógicas**: investigações para a fenomenologia e a teoria do conhecimento. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

LAVERTY, S. M. Hermeneutic phenomenology and phenomenology: a comparison of historical and methodological considerations. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 2, n. 3, p. 21-35, 2003.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.



III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

04 a 06 de setembro de 2023

Instituto Federal do Espírito Santo

Vitória-ES

RADFORD, L. Algebraic thinking and the generalization of patterns: a semiotic perspective. **Anais...** Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Educations, 28. Mérida, México, 2006. v. 1, p. 2-21.

RADFORD, L. Algebraic thinking from a cultural semiotic perspective. **Research in Mathematics Education**, v. 12, n. 1, p. 1-19, mar. 2010.

RIVAS-FLORES, J. I. Transformar la investigación para transformar la educación. In: RIVAS-FLORES, J. I. (Coord.). **Investigación transformativa e inclusiva en el ámbito social y educativo**. Barcelona: Ediciones Octaedro, 2021. p. 13-36.

SHIM, M. K. Husserl's spatialization of perceptual consciousness. In: WALTON, R.; TAGUCHI, S.; RUBIO, R. (Eds.). **Perception, affectivity, and volition in Husserl's phenomenology**. Springer, 2017. p. 37-56.