

REFLEXÕES SOBRE O ACESSO AOS OBJETOS OSTENSIVOS NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES CEGOS

Daiana Zanelato dos Anjos¹
Universidade Federal de Santa Catarina
daizanelato@gmail.com

Méricles Thadeu Moretti²
Universidade Federal de Santa Catarina
mthmoretti@gmail.com

Resumo:

Esta pesquisa nos permite refletir sobre o acesso do objeto matemático de conhecimento por estudantes com deficiência visual. Assumindo a ideia da educação na perspectiva inclusiva, apoiamo-nos em aspectos epistemológicos e cognitivos da teoria dos Registros de Representação Semiótica, estudada pelo filósofo e psicólogo Raymond Duval e, de maneira superficial, no filósofo da linguagem Ludwig Wittgenstein para problematizar o ensino ostensivo aos objetos de conhecimento em matemática, fazendo sucintas aproximações entre as duas teorias. A reflexão gerada a partir de alguns questionamentos e dos seus desdobramentos nos permitiu refletir, em perspectiva, o quanto há para se desbravar em relação à matemática inclusiva no que toca à cegueira e os objetos de conhecimento em matemática.

Palavras-chave: Estudantes Cegos. Objeto de conhecimento em matemática. Ensino Ostensivo. Não-congruência semântica.

Introdução

Nas últimas três décadas³, com a ascensão da Educação Inclusiva, devido, em especial, a Declaração de Salamanca (1994), a Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – e, por último, a Lei nº 13.146/15 (BRASIL, 2015) - Lei Brasileira de Inclusão - as pesquisas que se debruçam sobre a dificuldade de apreensão do conhecimento matemático não se restringem somente a conhecer o estudante que não compreende matemática pelas dificuldades intrínsecas da disciplina mas, também, aos estudantes que possuem alguma deficiência, como a cegueira, por exemplo. As

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC).

² Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC).

³ Selecionamos as últimas três décadas, pois foi em 1988, com a promulgação da Constituição Federal que houve a formalização da inclusão dos alunos com necessidades educativas especiais na rede regular de ensino, como consta nos incisos III, IV e V do Artigo 208.

inquietações geradas com a educação matemática de estudantes cegos vêm crescendo e alcançando resultados que estão presentes em pesquisas como as de Fernandes e Healy (2007, 2009), Fernandes (2004, 2008), Mello (2013, 2015), Anjos (2015), Moretti e Anjos (2014, 2016), entre muitas outras.

Neste trabalho, primeiramente, discutimos a relação entre a Teoria de Registros de Representação Semiótica, em especial, o fenômeno da não-congruência semântica e a problemática da aprendizagem em matemática por estudantes cegos, fazendo aproximações com a filosofia de linguagem de Ludwig Wittgenstein e o ensino ostensivo de objetos de conhecimento. Na sequência, a partir de uma situação suposta, mostramos os possíveis registros de representação semiótica quando se pretende acessar o objeto de conhecimento em matemática função, tanto pelo estudante que enxerga como pelo estudante cego. Encerrando, apontamos perspectivas de estudos na área, tanto do ensino quanto da aprendizagem de matemática para estudantes cegos.

Não-congruência Semântica para refletir a aprendizagem matemática por estudantes cegos

Para iniciar a discussão em volta do acesso ao objeto de conhecimento em matemática, embasamo-nos nos estudos de Duval (1995, 2009, 2011). De maneira superficial, buscamos também nos apoiar em Wittgenstein (1979) no que concerne a ideia de ensino ostensivo e não ostensivo. No que tange a utilização do embasamento em Wittgenstein, juntamente com o que traz Duval, esclarecemos que trata-se apenas de algumas aproximações relacionadas ao ensino ostensivo, sem muito se estender.

Para acessarmos os objetos matemáticos (questão cognitiva) se faz necessário uma representação semiótica (questão epistemológica), já que os objetos matemáticos “não estão diretamente acessíveis à percepção ou à experiência intuitiva imediata” (DUVAL, 2012, p. 268), sendo objetos ideais e não reais.

Uma das questões iniciais evidenciadas por Duval (2009, 2011), localiza-se na distinção que deve ser percebida entre o objeto e a sua representação, bem como na forma de acesso aos objetos matemáticos. Pois pensemos: como acessar o objeto matemático sendo ele um objeto dito ideal? Para Duval (2011), essa questão se responde com o uso de representações semióticas desses objetos ideais. Sendo assim, a representação mental desses

objetos de conhecimento devem ser exteriorizadas para tornarem-se perceptíveis ao sujeito, ou seja, “a representação externa só pode efetuar-se a partir de um sistema semiótico” (DUVAL, 2004, 34).

O objeto de conhecimento em matemática aparece como o invariante do conjunto de variações possíveis das suas representações (DUVAL, 2011, p. 18), e neste caso, é esta variedade de representações que permite o acesso ao objeto e a diferenciação entre este e a sua representação. Para elucidar esta ideia bastante complexa, buscamos trazer no Esquema 1, o que nos parece o “movimento” que ocorre na busca pela compreensão em matemática:

Esquema 1 – Representações Mentais e Representações Semióticas na aprendizagem matemática



Fonte: Os Autores.

Parece-nos que, ao buscar a compreensão em matemática, passa-se por um movimento de vai e vem, da exteriorização do objeto de conhecimento à interiorização pelo contato com a representação semiótica. Isso porque “a representação mental é a interiorização de tudo que é percebido” segundo os estudos de Vygotsky (1962)⁴ e Piaget (1968)⁵ apud (DUVAL, 2012, p. 269).

Fazendo uma ponte e apoiando-nos nas ideias sobre o ensino ostensivo encontrada em Wittgenstein (1979, p.11), onde, na visão do autor, há a possibilidade de fazer uma associação entre a palavra e a coisa, ou melhor, o objeto de conhecimento,

⁴ VYGOTSKI, L.S. **Thought and Language**. Trad. Hanfmann & Vakar. Cambridge: MIT Press, 1962/1934.

⁵ PIAGET, J. **La Formation du symbole chez l'enfant**. Neuchatel, Delachaux&Niestlé, 1968/1946.

buscamos trazer esta noção para refletir alguns aspectos do caso do acesso do objeto em matemática, especialmente pelo estudante cego.

Vamos tomar a seguinte situação: podemos dizer que para que qualquer estudante compreenda o conceito de função (não ostensivo - representação mental) ele terá acesso através de suas representações, sejam elas, algébricas, geométricas, gráficas (que são ostensivas através das representações semióticas). Grosseiramente esclarecendo, as representações semióticas nos proporcionam acesso aos objetos ostensivos para assim, nos permitir acesso aos objetos não ostensivos. Dessa maneira, através da interpretação da teoria de Wittgenstein, teríamos que um gráfico de uma função seria um registro ostensivo e a noção de função em que o aluno terá acesso através do registro gráfico e do trânsito entre outras representações seria uma noção não ostensiva.

A tese de Duval⁶ leva em conta que as representações de um objeto matemático serão utilizadas por estudantes que fazem uso de todos os sentidos. Da mesma forma, acredita-se também, que as ideias de Wittgenstein (1979) não foram pensadas para o caso especial da cegueira. Como neste estudo o foco é o estudante cego, o maior questionamento, reside justamente no seguinte ponto: as representações que fazem o estudante que enxerga acessarem o objeto matemático ou a coisa, assim mencionada por Wittgenstein, permitem o acesso ao objeto também pelo estudante cego?

Trilha metodológica e levantamento de situações para reflexão

Partindo de um trabalho de maior escala, utilizamos a análise documental como forma metodológica para coletar os dados necessários com o objetivo de refletir aos questionamentos levantados. Para Lüdke e André (1986, p. 39), os documentos “não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto”.

Estudamos a 6^a unidade do livro didático do Sistema de Ensino Positivo (CAMPAGNARO, 2012), 9^o ano do Ensino Fundamental que contém 26 páginas, numeradas de 18 a 43, as quais foram transcritas para o Braille (CAMPAGNARO, 2014) e que passam a ter 52 páginas, numeradas de 39 a 90. Observamos, de imediato, um aumento significativo no número de páginas. Adianta-se que esta constatação se deve em muito por

⁶ Leia-se Duval (2004, 2011, 2012).

conta da presença de expressões matemáticas, uma das razões da escolha desta unidade para este estudo que focará questões relacionadas à transcrição da escrita do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa⁷. Ao investigar o livro didático transcrito para o Braille e o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa⁸, constatou-se a instalação do fenômeno da não-congruência em expressões presentes nestes dois documentos, as quais foram mostradas em detalhes em uma trabalho de dissertação de uma das autoras⁹. Partindo destas constatações e da percepção da linearidade em expressões escritas em Braille, vamos analisar uma determinada situação, pensada para a reflexão. Analisemos a expressão no Quadro 1 abaixo. Na situação mostrada abaixo, realizou-se o tratamento para simplificar a expressão $\frac{x+1}{x^2-1}$, como vemos nos Passos I a III:

Quadro 1 – Tratamento da simplificação da expressão $\frac{x+1}{x^2-1}$ em tinta e em Braille.

Passos	Expressão em tinta	Expressão em Braille
I	$\frac{x+1}{x^2-1}$	
II	$\frac{x+1}{(x+1)(x-1)}$	
III	$\frac{1}{x-1}$	

Fonte: Moretti e Anjos (2016, p. 404).

No exemplo mostrado no Quadro 1 acima, os estudantes que enxergam têm a possibilidade de acompanhar de maneira espacial a apresentação de cada passo do tratamento até alcançar o resultado desejado. Esta forma espacial de apresentação das expressões, ainda permite a este estudante a manipulação algébrica conhecida em matemática como “cancelamento”, em que termos semelhantes presentes simultaneamente

⁷ Trata-se de um documento elaborado pela Comissão Brasileira do Braille que reúne toda a linguagem matemática em Braille, que vai desde o nível fundamental ao médio (BRASIL, 2006).

⁸ Para maiores esclarecimentos, consultar Anjos (2015).

⁹ Anjos, 2015.

no numerador e no denominador da expressão podem ser cancelados desde que não sejam nulos.

Imaginemos agora esta mesma situação para o estudante cego que deverá aplicar o tratamento da maneira indicada na terceira coluna do Quadro 1. No caso do estudante cego o procedimento é o mesmo que para o estudante que enxerga, a principal diferença, é que o estudante cego, além de ter um número bem maior de caracteres, não tem na escrita espacial o reconhecimento imediato da fração e dos seus três elementos: traço de fração, numerador e denominador.

Nas expressões dos passos I, II e III em tinta do Quadro 1, há 29 caracteres, já em Braille são 50 caracteres. Este nos parece um aumento significativo de caracteres para o estudante cego decodificar; somam-se a isso, o fato de que a leitura por este estudante é até três vezes mais lenta e fátigante do que a leitura do estudante que enxerga (NOLAN e KEDERIS, 1969; GIL, 2000), e, pode-se acreditar, a execução do procedimento desses passos que deve ser executado em máquina Braille, uma vez que memorizar toda esta expressão ficaria ainda mais complicado. Duval (2004, p. 55) nos indica que onde existe a mudança de forma existirá a mudança de conteúdo e, neste caso, é o que nos parece acontecer com a escrita linear das frações. Acreditamos ser este, não um impedimento de aprender, mas um diferencial que deve ser transmitido ao professor de matemática de um estudante cego.

Passamos à situação hipotética criada no Quadro 2 abaixo. Pensamos no ensino do objeto de conhecimento Função e, para tanto, algumas possibilidades de representações semióticas que fariam tanto o estudante cego quanto o estudante que enxerga acessar este objeto:

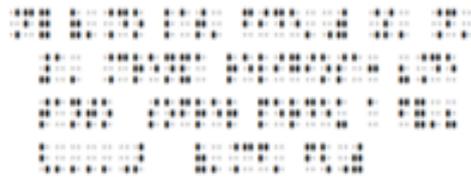
Quadro 2: Registros de Representação do conceito de Função em tinta e em Braille

REGISTRO ESTUDANTE QUE ENXERGA ESTUDANTE CEGO

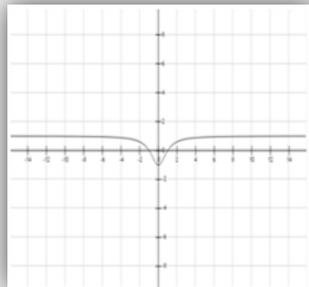
Algébrico	$f(x) = \frac{x^2 - 1}{x^2 + 1}$	
-----------	----------------------------------	--

Língua
Natural¹⁰

O quociente entre o quadrado de um número subtraído de um e o quadrado de um número somado a um



Gráfico¹¹



?

Fonte: Os Autores.

Partindo desta situação hipotética, e sabendo que o objeto matemático “aparece como um invariante do conjunto de variações possíveis de suas representações” (DUVAL, 2011, p. 18), algumas questões se fazem presentes: 1) No caso do estudante cego o número de variações de representações é o mesmo que no caso do estudante que enxerga? 2) Até que ponto isso afetaria o acesso ao objeto matemático, sendo que o recurso a muitos registros é necessário para que não se confunda objeto e as suas representações? 3) Qual o custo cognitivo de algumas representações na cegueira? 4) A necessidade em transitar entre vários registros de representação será sempre possível partindo dos registros de representação utilizados pelos estudantes que enxergam?

Tanto o aumento no número de caracteres ao transcrever da tinta ao Braille, como a mudança de forma, no caso especial das expressões fracionárias, podem ser fatores de interferência negativas na aprendizagem destes estudantes. Como também, como levantamos na situação hipotética, a “falta” de representações para acessar determinados objetos ostensivos em matemática. Mas, em contrapartida, ao levantar estes pontos de possível dificuldade para os estudantes cegos, não estamos colocando o estudante cego como pessoa impossibilitada de aprender matemática e sim, como pessoa com condição, no mínimo, diferenciada e tentando chamar à atenção dos professores para o ensino destes estudantes,

¹⁰ No caso da língua natural, não fizemos a conversão exata do texto para o Braille.

¹¹ Poderíamos pensar nas adaptações criadas, por exemplo, como o Multiplano de Ferronato (2002). Em contrapartida, pensemos nas possibilidades de aquisição para a sala de aula inclusiva do ensino regular e outras questões vêm à nossa mente que não cabem a reflexão gerada por tal pesquisa.

pois acreditamos que existe a necessidade de formação continuada para trabalhar a matemática inclusiva.

Considerações e Perspectivas

Tomando aspectos epistemológicos e cognitivos ao nos apoiar na teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval, nos preocupamos em trazer à tona algumas questões que nos fizessem refletir a aprendizagem de matemática por estudantes cegos. Pensando na perspectiva inclusiva de ensino de matemática, será que as representações de objetos de conhecimento ditos ideais apresentadas aos estudantes que enxergam fazem com que o estudante cego acesse o objeto matemático não ostensivo de forma significativa?

Tomamos conhecimento de como o número aumentado de caracteres na transcrição da tinta ao Braille pode ser um ponto de dificuldade quando se pensa o tratamento de expressões matemáticas de grande ou pequeno porte. Como se não bastasse, também refletimos sobre a mudança de forma existente na escrita de expressões fracionárias em tinta (não-linear) e em Braille (linear). Por fim, mesmo em situação hipotética, nos colocamos à frente de alguns questionamentos relacionados ao conceito ostensivo de função: 1) No caso do estudante cego o número de variações de representações é o mesmo que no caso do estudante que enxerga? 2) Até que ponto isso afetaria o acesso ao objeto matemático, sendo que o recurso a muitos registros é necessário para que não se confunda objeto e as suas representações? 3) Qual o custo cognitivo de algumas representações na cegueira? 4) A necessidade em transitar entre vários registros de representação será sempre possível partindo dos registros de representação utilizados pelos estudantes que enxergam?

Todo o processo que vem nos mobilizando a levantar estes questionamentos, tem nos permitido inferir alguns pontos, que são: 1) acreditamos que todo o conceito a ser trabalhado com o estudante cego em matemática deveria ser pensado tendo em mente as dificuldades aqui apontadas e não tomar como base materiais ou programas em matemáticas utilizados com estudantes que enxergam; 2) há a necessidade de formação de professores de matemática para lidar na diversidade, seja ela, a deficiência visual ou qualquer outra e 3) há a necessidade de aprendizado do Sistema Braille pelo professor de matemática que possibilita, entre outros aspectos, sanar dúvidas dos estudantes em sala de aula e elaborar

materiais adaptados que permitirão, na medida do possível, o acesso aos objetos matemáticos.

Todos estes apontamentos foram baseados em nossa reflexão e nos permitem desenhar perspectivas de estudos futuros nesta temática profícua que pensa o ensino e aprendizagem de matemática para a inclusão de estudantes cegos em classes regulares de ensino.

Referências

ANJOS, Daiana Zanelato dos. **Da Tinta ao Braille: estudo de diferenças semióticas e didáticas dessa transformação no âmbito do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa – CMU e do Livro Didático em Braille**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

ANJOS, Daiana Zanelato dos; MORETTI, Mércles Thadeu. **CMU – Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa: uma análise de seu uso pelo professor de matemática**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, VIII, 2014, Sergipe. Anais: Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, VIII. EDUCON, Sergipe. p. 1-11. 2014.

ANJOS, Daiana Zanelato dos; MORETTI, Mércles Thadeu. **Transcrição da tinta ao Braille: apontamentos de algumas diferenças semio-cognitivas**. Zetetiké, v. 24, n. 3, p. 395-408. 2016.

BRASIL. LEI nº. 9394, de 20 dez.1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, Diário Oficial, 1996.

_____. Lei 13.146/2015 de 6 de Julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Diário Oficial: 07/07/2015. 2015.

_____. INEP. **Censo Escolar**. Disponível em: www.portal.mec.gov.br. Acesso em jan. 2016.

CAMPAGNARO, Maria Fernanda Martini. **Matemática: 9º Ano**. Curitiba: Positivo, 2012.

_____. **Matemática: 9º Ano**. Transcrição em Braille: CAP/Florianópolis. Curitiba: Positivo, 2014.

DUVAL, Raymond. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Suisse: Peter Lang, 2004.

_____. **Ver e Ensinar Matemática de outra Forma. Entrar no modo matemático de pensar: os registros de representação semióticas.** São Paulo: PROEM, 2011a.

_____. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento.** Trad. de M. T. Moretti. Revemat, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat>.

FERNANDES, S. H. A. A. **Uma análise Vygotskiana da apropriação do conceito da simetria por aprendizes sem acuidade visual.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

_____. **Das experiências sensoriais aos conhecimentos matemáticos: uma análise das práticas associadas ao ensino e aprendizagem de alunos cegos e com visão subnormal numa escola inclusiva.** Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. **As concepções de alunos cegos para os conceitos de área e perímetro.** In: Encontro Nacional de Educação Matemática, IX, 2007. Anais... ENEM, Belo Horizonte. p. 1-1. 2007.

_____. **O papel dos gestos nas práticas matemáticas daqueles que não podem ver: relações entre atividade semiótica e corporal.** In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, IV, 2009. Anais... SIPEM, São Paulo. p. 150-151. 2009.

FERRONATO, Rubens. **A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GIL, Marta (Org). **Deficiência Visual.** Brasília: MEC. Secretaria de Educação à Distância. 2000.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Rosane do Carmo. **Descomplicando a escrita Braille: considerações a respeito da deficiência visual.** Curitiba: Juruá, 2009.

MELLO, Elisabete M. **A atuação do professor de matemática frente a uma sala de aula inclusiva com alunos cegos.** In: Encontro Nacional de Educação Matemática, XI, 2013. Anais... ENEM, Curitiba. p. 1-10. 2013.

_____. **A visualização de objetos geométricos por alunos cegos: um estudo sob a ótica de Duval.** Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de



Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

NOLAN, Carson Y.; KEDERIS, Cleves J. **Perceptual factors in Braille Word recognition**. New York: American Foundation for the Blind, 1969.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais**. Salamanca: UNESCO, 1994.

WITTGEINTEIN, Ludwig. *Investigações Filosóficas*. São Paulo: Abril Cultural, 1979 (Coleção Os Pensadores).