



## **Registros de Representação Semiótica, Braile e Educação Matemática Inclusiva: identificando possibilidades**

### **Registers of Semiotic Representation, Braille and Inclusive Mathematical Education: identifying possibilities**

Pricila Basilio Marçal Lorencini<sup>1</sup>

Clélia Maria Ignatius Nogueira<sup>2</sup>

Veridiana Rezende<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

Este artigo relata a etapa inicial de pesquisa em andamento com o objetivo de investigar as possibilidades inclusivas e de aprendizagem de uma sequência didática sobre função afim, sustentada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, *em que procedimentos e representações gráficas* são descritos em língua natural (oral ou escrita) por duplas de alunos do 2º ano do Ensino Médio, em que uma das alunas possui baixa visão grave. As atividades foram transcritas em braile, o que demandou uma investigação comparativa do tema função exponencial, com o objetivo de identificar se os diferentes tipos de registros de representação semiótica, conversões e tratamentos, que são explorados no livro didático de Matemática em tinta estão presentes na versão

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, Brasil. E-mail: pricila\_marcal@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, Paraná, Brasil. Docente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática - PRPGEM da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. Docente do Centro Universitário de Matemática – Unicesumar; docente aposentada da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Paraná, Brasil. E-mail: voclelia@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática - PRPGEM da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campo Mourão, Paraná, Brasil. Docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, Paraná, Brasil. E-mail: rezendeveridiana@gmail.com.

em braile. A constatação da presença desses elementos respaldam possíveis análises futuras de produções em braile, a luz da Teoria de Registros de Representação Semiótica sem o apoio da produção em tinta.

**Palavras-chave:** Educação Matemática Inclusiva. Livro didático em braile. Alunos cegos ou com baixa visão grave. Registros de Representação Semiótica.

## ABSTRACT

This article reports the initial stage of research in progress with the objective of investigating the inclusive and learning possibilities of a didactic sequence on related function, supported by the Theory of Semiotic Representation Registers, in which procedures and graphic representations are described in natural language oral or written) by doubles of students in the second year of high school, in which one of the students has low vision. The activities were transcribed in braille, which required a comparative investigation of the exponential function theme, in order to identify if the different types of semiotic representation, conversions and treatments registers that are explored in the textbook of Mathematics in ink are present in the Braille version. The confirmation of the presence of these elements supports possible future analyzes of Braille production, in light of the Theory of Semiotic Representation Registries without the support of ink production.

**Keywords:** Inclusive Mathematics Education. Textbook in Braille. Blind students or with low severe vision. Registers of Semiotic Representation.

## Introdução

A inquietação que deu origem à pesquisa da qual apresentamos aqui uma de suas etapas, emergiu da observação informal de uma das autoras, em 2017, quando professora do sistema público regular de ensino do Estado do Paraná, sobre o uso do livro didático de Matemática adaptado em braile<sup>4</sup> por uma aluna do 1º ano do Ensino Médio que apresenta baixa visão grave, isto é, baixa visão progressiva e irreversível devido ao quadro de distrofia de cones e bastonetes, com Acuidade Visual: A/V: O/D 20/400 e O/E 20/400.

Nestas observações, identificaram-se algumas fragilidades no livro didático transcrito em braile, tais como: símbolos matemáticos desconhecidos pela aluna sem que fossem acompanhados de alguma nota ou tabela explicativa; alguns sinais muito próximos entre si dificultando a sua distinção tátil; falha no alto relevo, devido ao desgaste ou por algum problema na impressão braile, também dificultando sua percepção tátil e a omissão de figuras, como gráficos de funções sem comentários ou descrição sobre eles. Dentre estas fragilidades, a ausência dos gráficos de funções foi a que mais causou inquietações à pesquisadora, uma vez que, segundo a Proposta Pedagógica Curricular de Matemática (documento que

---

<sup>4</sup> Usaremos o termo *transcrito em braile*, ao fazermos referência ao Código Nemeth (Código Braille Nemeth para a Matemática e Ciências) criado pelo matemático americano Abraham Nemeth e publicado em 1952. O Código Nemeth tem como objetivo padronizar a leitura de notação matemática e científica, usando os seis pontos do código Braille padrão. Atualmente, no Brasil, a transcrição dos textos matemáticos em braile seguem as Normas Técnicas para Produção de Textos em Braille e o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa, do Ministério de Educação – MEC (2006).

sistematiza a organização do currículo na escola) do colégio em que a aluna estuda, o Conteúdo Estruturante<sup>5</sup> Funções é aprofundado no 1º ano do Ensino Médio englobando os conteúdos: Função Afim, Função Quadrática, Função Polinomial, Função Modular, Função Exponencial, Função Logarítmica, Progressão Aritmética e Progressão Geométrica.

Diante do exposto, foi realizado um levantamento no Banco de Teses da Capes<sup>6</sup>, assim como no Portal do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - IBICTOASISBR<sup>7</sup>, das pesquisas realizadas sobre o ensino de Matemática para estudantes cegos e o uso do Sistema Braille para o ensino de Matemática, buscando materiais como artigos, teses, dissertações que explorassem este tema. E diante da escassez de pesquisas nesta área, a presente pesquisa começou a ser pensada em uma perspectiva inclusiva.

Considerando que para haver inclusão é preciso se legitimar as diferenças, o que não significa que o atendimento ao aluno com necessidades educacionais especiais deva ser individualizado, pois o ensino pode ser individual e não considerar as especificidades do aluno e pode ser coletivo e considerá-las.

Desta forma ao se buscar a superação das dificuldades desse aluno, por meio de atividades coletivas *todos* os alunos serão beneficiados independentemente de suas limitações, a questão de pesquisa que norteou esta investigação foi: como minimizar as lacunas existentes no livro didático transcrito em braille de maneira a oportunizar a aprendizagem da aluna com baixa visão grave mediante a oferta de atividades que também considerassem os demais alunos videntes?

Uma das possibilidades, seria a audiodescrição dos gráficos das funções, entretanto, esta exige profissionais capacitados e regras muito bem estabelecidas, distantes dos recursos disponíveis na sala de aula, além de que solicitar a realização desses serviços aos setores responsáveis pela adaptação de materiais se mostrava inviável, tanto pelo tempo que demandaria quanto por necessitar de recursos financeiros.

Outra possibilidade, seria a professora realizar a descrição dos gráficos, o que também se mostrou inviável, pois não há como o professor individualizar o ensino em detrimento dos demais alunos. Aventou-se então a possibilidade de que a descrição fosse realizada pelos

---

<sup>5</sup> “Entende-se por Conteúdos Estruturantes os conhecimentos de grande amplitude, os conceitos e as práticas que identificam e organizam os campos de estudos de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a sua compreensão. Constituem-se historicamente e são legitimados nas relações sociais” (PARANÁ, 2008, p.49).

<sup>6</sup> <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

<sup>7</sup> <http://oasisbr.ibict.br/vufind/>

próprios colegas da turma. Porém, seria necessário que tal ação também se constituísse em momento de aprendizagem para os alunos videntes.

Decidiu-se então pela realização de atividades em duplas, nas quais é solicitado aos alunos descrever em língua natural, na modalidade escrita ou oral, uma representação gráfica de função afim. Isto foi considerado porque, ao realizarem este tipo de tarefa, os alunos efetuariam a transição de um registro de representação semiótico para outro, o que Duval, na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, chama de conversão. Ao mesmo tempo, seria possível identificar e analisar, nas conversas dos alunos, os conhecimentos matemáticos mobilizados e explicitados durante o processo de resolução da atividade, o que Vergnaud, na Teoria dos Campos Conceituais, chama de forma predicativa do conhecimento, ou seja, a capacidade do aluno saber explicitar um conceito.

Outro pressuposto considerado foi de que uma sala de aula inclusiva possibilita que os alunos possam ter acesso a vários grupos de aprendizagem, a saber: grande grupo, que é o que determina o contrato didático, os fundamentos e a finalidade da aprendizagem; grupos de projeto; em que os alunos podem desenvolver projetos diferenciados atendendo suas peculiaridades e interesses; grupos de nível, em que alunos com o mesmo ritmo de aprendizagem, cultural, social e de deficiência se sintam entre seus pares; trabalho em duplas, possibilitando o convívio e as trocas e o trabalho individual. O que precisa ser destacado é que seja qual for o grupo de aprendizagem escolhido pelo professor para determinada atividade, deve ser o mesmo para todos os alunos, ou seja, não é uma atitude inclusiva estabelecer que as atividades possam ser realizadas em duplas apenas quando um de seus componentes for um aluno com necessidade educativa especial, por exemplo.

Para limitar o campo de estudo desta pesquisa, dentro do Conteúdo Estruturante Função, faz-se a opção pelo Conteúdo Básico<sup>8</sup> Função Afim, pois se trata de um conceito que começa a ser explorado no último ano do ensino fundamental (9º ano) sendo aprofundado no decorrer do Ensino Médio.

Com estes recortes esta pesquisa tem como sujeitos colaboradores alunos do 2º ano do Ensino Médio, dos quais uma aluna possui baixa visão grave, pela possibilidade de se identificar se o conhecimento relacionado ao conteúdo Função Afim está consolidado ou se

---

<sup>8</sup> “Entende-se por conteúdos básicos os conhecimentos fundamentais para cada série da etapa final do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, considerados imprescindíveis para a formação conceitual dos estudantes nas diversas disciplinas da Educação Básica (PARANÁ, 2008, p.76)”.

ainda há elementos que precisam ser revistos e corrigidos e se orienta pelas seguintes questões:

1. Ao se buscar formas de superação de dificuldades educacionais específicas de um aluno é possível se proporcionar um ensino de Matemática de boa qualidade para *todos* os alunos?
2. A descrição na língua natural (oral ou escrita) de representações gráficas de função afim e a realização em dupla, de atividades que não apenas possibilitam, mas consideram as discussões, o diálogo como base para sua solução, podem suprir as lacunas detectadas no livro adaptado em braile, promovendo a aprendizagem/consolidação do conceito de função afim para TODOS os estudantes?

Para responder as essas questões foram estabelecidos como Objetivo Geral: Investigar as possibilidades inclusivas e de aprendizagem de uma sequência didática sobre função afim *em que procedimentos e representações gráficas* são descritos em língua natural (oral ou escrita) por duplas de alunos do 2º ano do Ensino Médio e como objetivos específicos:

- Identificar se a descrição em língua natural (oral ou escrita) de representações gráficas e procedimentos para a resolução de atividades envolvendo função afim podem minimizar as lacunas do livro adaptado em braile
- Identificar se a forma predicativa do conhecimento é estabelecida por alunos do 2º ano do Ensino Médio mediante tarefas matemáticas envolvendo representações gráficas da Função Afim.
- Identificar se a realização de atividades matemáticas em duplas promovem o respeito às diferenças possibilitando ações inclusivas em sala de aula.

Como um dos objetivos específicos da pesquisa é identificar e analisar se e como a forma predicativa do conhecimento é mobilizada pelos alunos, todas as duplas foram orientadas a registrar por escrito as resoluções das tarefas, assim como, gravar as suas conversas em áudio, por meio de aplicativo para celular. Cada dupla tinha pelo menos um celular ou smartphone com o aplicativo para gravação de voz baixado com antecedência.

Para atender ao primeiro objetivo específico será realizada uma entrevista semiestruturada com a aluna de baixa visão grave, após a análise das “falas” e da produção escrita (em tinta e em braile) da dupla com a aluna com baixa visão grave. Para atender ao segundo objetivo, as falas e produções escritas de todas as duplas serão analisadas, entretanto, é descrita, em detalhes, apenas a análise das falas e produções escritas da dupla que tem como

uma das componentes a aluna com baixa visão, sempre dialogando com os resultados obtidos na análise das demais duplas.

Para atender ao terceiro objetivo específico será aplicado às duplas de alunos videntes um questionário. O participante vidente da dupla com a aluna com baixa visão grave será convidado a responder o questionário em forma de entrevista com a pesquisadora. Como o principal instrumento de coleta de informações é a sequência didática, sua elaboração demandou estudos teóricos acerca do conteúdo escolhido, suas ideias base, as filiações entre elas e, principalmente acerca da teoria de Raymond Duval.

Inicialmente foi feito um levantamento no site Google Scholar — Google Acadêmico (ferramenta de pesquisa do Google que permite pesquisar em trabalhos acadêmicos, literatura escolar, jornais de universidades e artigos variados) de dissertações, teses e monografias que abordam o conteúdo Função Afim voltado aos alunos do Ensino Médio, das quais foram selecionadas, os trabalhos de Guimarães (2010), Fortes (2011) e Tozo *et al* (2016), por apresentarem atividades que explorassem os diversos tipos de registros de representação semiótica ou que pudessem ser adaptadas para esta finalidade. Isto porque a sequência de tarefas elaboradas e/ou adaptadas para esta pesquisa não visava apenas atender a aluna com baixa visão grave, como também favorecer os demais alunos desta turma, pois, segundo a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, as atividades que propiciam a transição entre os diferentes tipos de registros de representação semiótica são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Para garantir que a aluna com baixa visão grave tivesse as mesmas condições de acesso ao conhecimento, toda sequência didática seria transcrita para o braile e assim, uma questão prévia precisava ser esclarecida: a escrita em braile possibilitaria os mesmos registros de representação semiótica, as mesmas transformações, que são objetos de análise de produções em tinta, segundo a teoria de Duval? Responder a esta questão foi primordial para as etapas seguintes da investigação, uma vez que as atividades da sequência didática objeto de estudo e principal instrumento de coleta de dados foi elaborada com fundamentos na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Raymond Duval.

No presente artigo, apresentamos a investigação prévia<sup>9</sup>, que nos possibilitou considerarmos a elaboração da sequência didática que foi transcrita em braile para a realização pela aluna com baixa visão grave, a partir dos pressupostos da TRRS.

### O levantamento inicial

Começamos fazendo um levantamento de artigos publicados sobre a temática da Educação Matemática Inclusiva nas revistas Boletim Gepem, Bolema, Zetetiké e Educação Matemática Pesquisa, e encontramos uma publicação em que em um estado da arte, referente a estes mesmos veículos, Da Costa, Gil e Elias (2016) apontam que ainda são poucas as pesquisas voltadas para alunos cegos ou com baixa visão grave.

Dos 427 artigos identificados com o uso dos descritores empregados, nas cinco bases de dados consultadas, publicados de 2001 a 2015, apenas 11 trataram do ensino de matemática para estudantes com deficiência visual. Mais da metade dos estudos tratou de geometria (sete) e os demais de conteúdos básicos quatro (DA COSTA; GIL; ELIAS, 2016, p.11).

Dos Anjos e Moretti (2017), ao tomarem como material de análise as produções de todos os anais do ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática) e do SIPEM (Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática); banco de tese da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e; bancos de tese das universidades UNICAMP, UNESP e PUC/SP, apontam um número maior de produções de pesquisas sobre ensino e aprendizagem em Matemática para estudantes cegos, totalizando 58 trabalhos.

[...] as pesquisas que versam sobre a temática de nosso interesse [...] são, em sua maioria, resultado de artigos científicos publicados no ENEM e SIPEM (30 dos 58 trabalhos), 22 deles são dissertações de mestrado e apenas 6 são teses de doutorado. [...] Como sabemos, as pesquisas que resultam em teses de doutorado são aquelas em que os autores se debruçam sobre a temática por mais tempo e profundidade e, no caso do ensino e aprendizagem de matemática para estudantes cegos, isso aconteceu em apenas 5 dos 58 trabalhos encontrados. O número irrisório de trabalhos que aprofundam estudos sobre a temática da aprendizagem de matemática pelo estudante cego, nos faz pensar em uma maneira de trazer essas preocupações à pauta das discussões na educação matemática inclusiva (DOS ANJOS; MORETTI, 2017, p. 18)

Dentre estes 58 trabalhos analisados,

---

<sup>9</sup> A parte referente aos dados e suas análises foi adaptada de trabalho das mesmas autoras, intitulado *Diferentes tipos de registros de representação semiótica e suas possibilidades em braile*, apresentado e publicado nos anais do VIII congresso brasileiro de educação especial, realizado de 14 a 18 de novembro na cidade de São Carlos, SP e constante das referências.

[...] apenas Mello (2015) utilizou o referencial teórico dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval e propôs a criação de uma prancheta para a visualização de objetos geométricos com o intuito de reforçar a necessidade de utilização de diferentes representações para promover a diferença entre o objeto e representação (DOS ANJOS; MORETTI, 2017, p.19).

Apesar da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, ter se fortalecido como referência teórica nas pesquisas em Educação Matemática, os que abordam suas relações com o braile é muito reduzido e não encontramos nenhum que realizasse análises de livros transcritos em braile, à luz desta teoria.

Duas conjecturas emergiram a partir dessas constatações: a primeira se refere à própria teoria que por tratar de registros de representação semiótica poderia pressupor o predomínio do aspecto visual nas análises realizadas minimizando suas contribuições no caso do livro em braile; a segunda se relaciona à própria concepção do livro de Matemática transcrito em braile, isto é, se este material se resume à transcrição em braile do livro em tinta, então estes apresentariam os mesmos registros, não sendo, portanto, necessária a sua análise. Consideramos que as duas conjecturas são falsas. Primeiro, porque não há um predomínio do aspecto visual nos registros de representação semiótica e segundo, porque não existe nenhuma garantia de que a escrita em braile possibilitaria os mesmos registros, as mesmas transformações e demais aspectos que são objeto de análise de um livro em tinta segundo a teoria de Duval.

Considerando que a TRRS atribui grande importância aos diferentes tipos de registros de representação semiótica, assim como as transformações nestes registros, para a construção do conhecimento matemático e que o braile é um sistema de códigos diferenciado que possibilita a representação da língua natural em sua forma escrita, dos símbolos (algébricos e numéricos), das figuras e dos gráficos matemáticos, consideramos que analisar comparativamente o livro didático em tinta e o adaptado em braile poderíamos identificar se a escrita em braile possibilitaria os mesmos registros de representação semiótica, as mesmas transformações, que são objetos de análise de produções em tinta, segundo a teoria de Duval.

Como estudo exploratório, foi realizada a análise do tema Função Exponencial em um livro didático de Matemática transcrito em braile e em seu correspondente em tinta, tendo como foco os seguintes tipos de registros de representação semiótica propostos por Duval: língua natural, sistema de escrita simbólico (algébrico e numérico), figural (figuras planas ou tridimensionais), gráficos (cartesianos), bem como suas possíveis conversões e os tratamentos.

Para isso consideramos que, converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro. [...] *A conversão é então uma transformação externa em relação ao registro da representação de partida* (DUVAL, 2009, p. 58-59, grifo do autor), enquanto que um *tratamento* é a transformação de uma representação obtida como dado inicial em uma representação considerada como terminal em relação a uma questão, a um problema ou a uma necessidade, os quais fornecem o critério de parada na série de transformações efetuadas. Um tratamento é uma *transformação de representação interna a um registro* de representação ou a um sistema (DUVAL, 2009, p. 56-57, grifo do autor).

O tema Função Exponencial foi escolhido por se tratar de um tópico de forte apelo visual uma vez que a representação gráfica da Função Exponencial fornece informações importantes sobre as características desta função que são mais difíceis de serem constatadas considerando-se apenas sua representação algébrica. Analisamos inicialmente o livro em tinta e depois sua transcrição para o braile e cotejamos os resultados. A análise demandou trabalho minucioso e demorado em função da grande atenção para sua exploração, já que o livro impresso em braile não possui anotações em tinta, havendo necessidade de idas e vindas entre ambos os materiais.

### **Tipos de registros de representação Semiótica, conversões e tratamentos no livro didático de matemática em tinta e transcrito em braile**

Em relação aos tipos de Registros de Representação Semiótica evidenciados no Livro Didático de Matemática transcrito em braile, podemos destacar que, no capítulo analisado, que corresponde ao conteúdo “Funções exponenciais”, foram identificados os seguintes tipos de registros:

- Língua natural – além da *função de comunicação* muito utilizada no Livro Didático de Matemática transcrito em braile para dar informações ou orientações ao aluno cego ou com baixa visão grave e para descrever imagens ilustrativas; também apresenta *função cognitiva* quando, por meio de exemplos ou exercícios, utiliza a Língua Portuguesa para esclarecer o processo cognitivo. Ver Quadro 1:

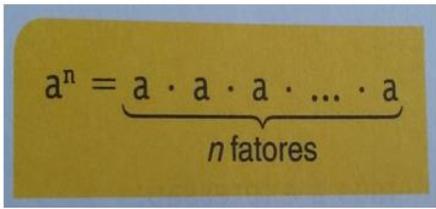
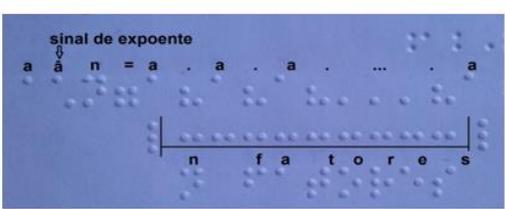
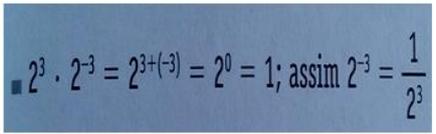
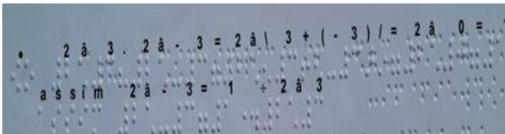
Quadro 1 – Registro em língua natural

|                       |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Função de comunicação | Orientação              | <p>1 3 4 mat ciência e apl v 1 1</p> <p>Nota de transcrição: Para todas as figuras, esquemas, tabelas, fotos e gráficos deste arquivo:</p> <p>peça orientação ao professor</p>                                                                                                                                         |
|                       | Descrição de imagens    | <p>Foto de um recenseador em pé na frente de uma casa.</p> <p>O censo é realizado a partir da coleta de dados efetuada pelos recenseadores que visitam cada domicílio.</p>                                                                                                                                             |
| Função Cognitiva      | Descrição de um esquema | <p>Esquema</p> <p>Dados do esquema</p> <p>1ª geração → casal</p> <p>2ª geração pais + mães</p> <p>3ª geração avós + avós</p> <p>número de membros da geração</p> <p>1ª geração 2 = 2<sup>1</sup> 2<sup>1</sup></p> <p>2ª geração 4 = 2<sup>2</sup> 2<sup>2</sup></p> <p>3ª geração 8 = 2<sup>3</sup> 2<sup>3</sup></p> |

Fonte: Arquivo das autoras (notação em tinta feita pelas pesquisadoras)

- Sistema de escrita simbólico (algébrico e numérico) – Algébrico: por meio dos símbolos algébricos formalizados, ou seja, registros escritos de equações, expressões, funções, de propriedades das operações ou generalização de padrões aritméticos. Numérico: por meio do registro escrito de operações que envolvem apenas números. No Quadro 2 são apresentadas as formas algébrica e numérica do cálculo de uma potência.

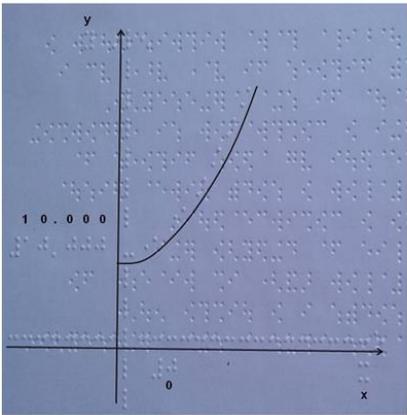
Quadro 2 – Registro em sistema de escrita simbólico

|                               | Livro impresso em tinta                                                           | Livro adaptado em braile                                                           |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Escrita simbólico (algébrico) |  |  |
| Escrita simbólico (numérico)  |  |  |

Fonte: Arquivo das autoras (notação em tinta feita pelas pesquisadoras)

- Gráficos – por meio dos gráficos cartesianos. Este tipo de registro é o menos encontrado no Livro Didático de Matemática transcrito em braile. Na maioria dos casos observados apresenta-se apenas uma caixa de texto com os dizeres “gráfico da função”. Neste capítulo analisado, por exemplo, só foram encontrados quatro esboços de gráficos (como apresentado no Quadro 3) e doze citações da presença dos gráficos;

Quadro 3 – Registro gráfico

| Esboço do gráfico                                                                   | Texto indicativo                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

Fonte: Arquivo das autoras (notação em tinta feita pelas pesquisadoras)

Em comparação ao livro em tinta, aqui encontramos um erro de digitação. No texto original, o valor no eixo y corresponde a 100.000 e na transcrição ficou apenas 10.000. Equívocos como esse, se não percebidos pelo professor, podem interferir na resolução do exercício realizada pelo aluno cego ou com baixa visão grave.

Em relação ao sistema figural (figuras planas ou tridimensionais), no capítulo analisado, não foi encontrado nenhum registro deste tipo, nem no livro impresso em tinta e nem no livro transcrito em braile.

Como o nosso objetivo era identificar os diferentes tipos de registros, conversões e tratamentos explorados no Livro Didático de Matemática transcrito em braile, analisando as diferentes formas de representação semiótica que servem de apoio pedagógico ao aluno cego ou com baixa visão grave, optamos pela análise dos exercícios e suas respectivas respostas apresentadas pelo autor do livro nas páginas finais do livro em tinta e no volume “Anexos – Respostas” do livro transcrito em braile. Apresentamos aqui os resultados referentes a um dos exercícios analisados trazendo o enunciado em tinta (Figura 1) para auxiliar a leitura e a respectiva transcrição em braile (Figura 2) buscando identificar se ocorrem os mesmos registros de representação semiótica e as mesmas transformações.



Figura 1 – Exercício 23 em tinta: tipos de registros de representação semiótica e transformações

**23.** Em uma região litorânea, a população de uma espécie de algas tem crescido de modo que a área da superfície coberta por elas aumenta 75% a cada ano, em relação à área coberta no ano anterior. Atualmente, a área da superfície coberta pelas algas é de, aproximadamente, 4 000 m<sup>2</sup>. Suponha que esse crescimento seja mantido.

**Lingua natural para ler e interpretar os dados do exercício.**



a) Faça uma tabela para representar a área coberta pelas algas daqui a um, dois, três, quatro e cinco anos, contados a partir desta data.

**CONVERSÃO**

|                        |       |        |          |          |          |
|------------------------|-------|--------|----------|----------|----------|
| área (m <sup>2</sup> ) | 7 000 | 12 250 | 21 437,5 | 37 515,6 | 65 652,3 |
| tempo (anos)           | 1     | 2      | 3        | 4        | 5        |

**Sistema de escrita Simbólico (numérico).**

b) Qual é a lei da função que representa a área (y), em m<sup>2</sup>, que a população de algas ocupará daqui a x anos?

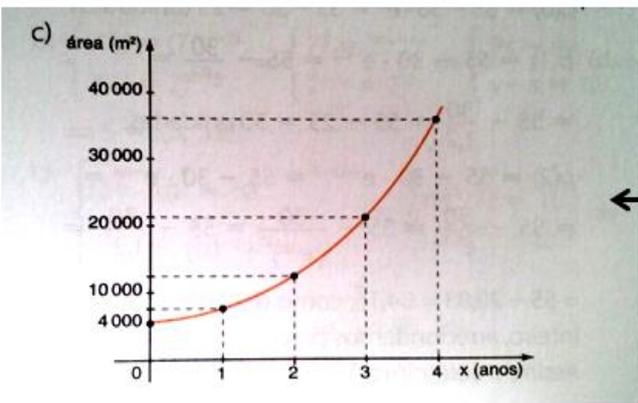
**TRATAMENTO**

b)  $y = 4000 \cdot 1,75^x$

**Sistema de escrita Simbólico (algebrico).**

c) Esboce o gráfico da função obtida no item b).

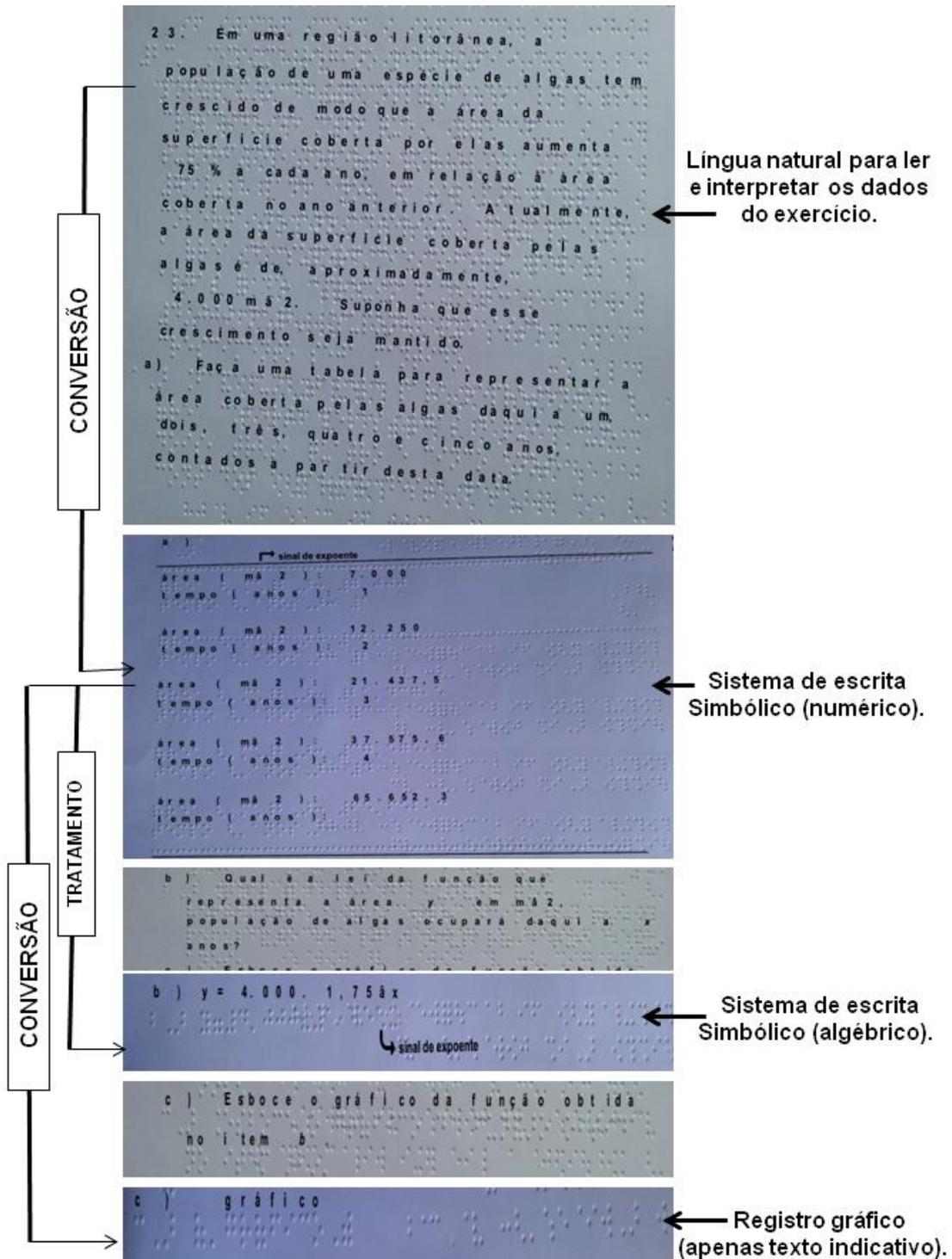
**CONVERSÃO**



**Registro gráfico.**

Fonte: Iezzi *et al* (2013) adaptado pelas pesquisadoras

Figura 2 – Exercício 23 em braile: tipos de registros de representação semiótica e transformações

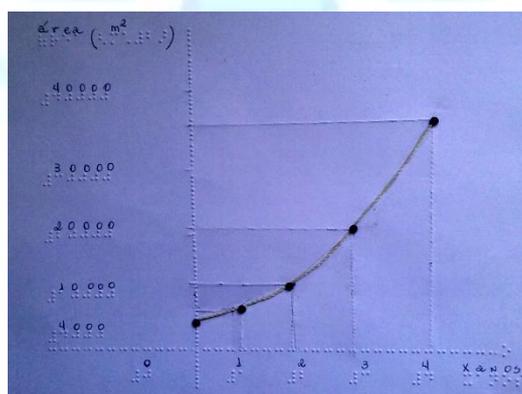


Neste exercício foram identificados os seguintes registros de representação semiótica tanto no livro em tinta (Figura 1) quanto em braile (Figura 2): língua natural e sistema de

escrita simbólico (numérico e algébrico). E podemos identificar as transformações do tipo tratamento e conversão. Apesar de não constar no livro analisado em braile a representação gráfica da função, destacamos que é perfeitamente possível fazê-la, ou seja, o fato de o livro não trazer a representação gráfica não significa que não seria possível este tipo de registro de representação semiótica. Para melhor exemplificar este fato, pedimos para um centro de apoio especializado no atendimento de pessoas cegas - APADEVI - Associação dos Pais e Amigos dos Deficientes Visuais, organização não governamental, que auxilia a manutenção das salas de recursos multifuncionais da área visual das escolas estaduais, para fazer a transcrição do gráfico em braile (ver Figura 3).

Esta mesma entidade fez a transcrição para o braile da sequência didática objeto de estudo da pesquisa original.

Figura 3 – Exercício 23 em braile: registro gráfico



Arquivo das autoras

A ausência do registro gráfico foi percebida em diversos outros exercícios e exemplos do tema estudado para este artigo. Na maioria dos casos observados apresentava-se apenas uma caixa de texto com os dizeres “gráfico”, como pode ser observado na resposta do item c, do exercício 23 (Figura 2) ou “gráfico da função”.

Uma hipótese para justificar a ausência dos gráficos pode ser a de que o processo de transcrição de um registro gráfico requer mais tempo e também material específico, tais como: linhas, barbante, marcadores em plástico, cola, papéis de diversas texturas e até mesmo mais páginas, já que, em geral, cada gráfico ocupa muito espaço no material em braile.

Em alguns casos, talvez até mesmo a limitação espacial, ou seja, o tamanho da página para representar um gráfico em braile poderia interferir em sua transcrição. E tudo isto acarretaria mais custos e tempo maior na produção do livro didático em braile. Talvez por

isso, em diversos momentos o transcritor de textos em braile opte por apenas inserir um texto indicativo da presença do gráfico. Cabe destacar que na ausência destes registros gráficos, os alunos precisam da orientação do professor, ou outros recursos, como a descrição dos gráficos em língua natural, para ter acesso às mesmas informações que o aluno vidente na resolução das atividades ou para a compreensão dos exemplos dados.

Vale ressaltar que a Teoria de Registros de Representação Semiótica é uma teoria bem complexa que vai além de identificar se um registro de representação semiótica sofreu apenas uma transformação tipo tratamento ou conversão. Para Duval (2011), transitar de um registro de representação semiótica para outro em apenas um sentido não é suficiente, pois

[...] a possibilidade de um aluno converter em um sentido não implica jamais a possibilidade que ele possa fazê-lo no sentido inverso. A conversão direta e a conversão inversa são duas tarefas cognitivas tão diferentes quanto subir ou descer um caminho íngreme na montanha. Em outras palavras, para que haja coordenação sinérgica de vários registros, é preciso ser capaz de converter as representações nos dois sentidos e não em um único (DUVAL, 2011, p. 118).

Neste caso, apesar de se verificar no exercício 23 (Figuras 1 e 2) alguns tratamentos e conversões, não há indícios suficientes para afirmar que o aluno compreenderia o conteúdo analisado (Função Exponencial), pois só são exigidas do aluno conversões diretas, ou seja, não se pode afirmar que ele seria capaz de transitar no sentido inverso da conversão proposta. Por exemplo, no exercício analisado, é proposto para o aluno a conversão da língua natural para o registro simbólico (numérico), mas não é proposto para o aluno a conversão inversa (do registro simbólico para a língua natural). Assim como, há a conversão do registro simbólico (numérico) para o registro gráfico, mas não a conversão inversa (do registro gráfico para o registro simbólico).

Em relação aos tratamentos e conversões, identificamos neste capítulo que os tratamentos são as transformações mais comuns e mais utilizadas. Na primeira parte do capítulo analisado, por exemplo, os exercícios (de 1 a 9) estavam relacionados ao cálculo de potências de expoentes natural e inteiro negativo e o uso de suas propriedades, não exigindo nenhuma transformação do tipo conversão, apenas tratamentos dentro do mesmo tipo de registro, neste caso, dentro do próprio sistema de escrita simbólico (numérico). Na segunda parte, os exercícios (de 10 a 16) estavam relacionados ao cálculo de potências de expoente fracionário e suas propriedades, também não exigindo nenhum tipo de transformação do tipo conversão, sendo que, apenas um exercício, requer o tratamento do registro simbólico algébrico para o numérico. Na terceira parte, os exercícios (de 17 a 27) estavam relacionados

ao cálculo de potências de expoentes irracional e real, a introdução da função exponencial e sua representação gráfica, portanto, nesta seção, há uma variedade maior dos tipos de registros, de onde podemos perceber algumas transformações do tipo conversão. Dentre os exercícios de 28 a 46, com exceção de um em que há a necessidade de se realizar a conversão do registro simbólico (algébrico) para o registro gráfico e assim obter a solução de uma inequação exponencial, os demais demandam apenas cálculos enfatizando o registro simbólico (algébrico).

Entre os diferentes tipos de registros identificados, no capítulo analisado, destacaram-se: língua natural, sistema de escrita simbólico (numérico e algébrico) e o registro gráfico, conforme apresentamos resumidamente no seguinte quadro comparativo (Quadro 4) entre os registros de representação semiótica propostos por Duval em tinta e transcritos em braile:

Quadro 4 – Quadro Comparativo: Tipos de registros de representação semiótica em tinta e em braile

| <b>REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA</b> | <b>EM TINTA</b>                                                                                                                                                            | <b>EM BRAILE</b>                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LÍNGUA NATURAL</b>                       | <i>FUNÇÃO DE COMUNICAÇÃO</i><br>Ausente                                                                                                                                    | <i>FUNÇÃO DE COMUNICAÇÃO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• notas de orientação ao aluno;</li> <li>• descrição de imagens ilustrativas;</li> </ul>               |
|                                             | <i>FUNÇÃO COGNITIVA</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• textos explicativos e enunciados;</li> </ul>                                                              | <i>FUNÇÃO COGNITIVA</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• textos explicativos e enunciados;</li> </ul>                                                              |
| <b>SIMBÓLICO</b>                            | <i>ALGÉBRICO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• registros escritos de funções, de propriedades das operações ou generalização de padrões aritméticos;</li> </ul> | <i>ALGÉBRICO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• registros escritos de funções, de propriedades das operações ou generalização de padrões aritméticos;</li> </ul> |
|                                             | <i>NUMÉRICO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• registro escrito de operações que envolvem apenas números;</li> </ul>                                             | <i>NUMÉRICO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• registro escrito de operações que envolvem apenas números;</li> </ul>                                             |
| <b>REGISTRO GRÁFICO</b>                     | <i>GRÁFICO CARTESIANO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esboço gráfico;</li> </ul>                                                                              | <i>GRÁFICO CARTESIANO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esboço gráfico;</li> </ul>                                                                              |
| <b>FIGURAL</b>                              | Ausente                                                                                                                                                                    | Ausente                                                                                                                                                                    |

Arquivo das autoras

Em relação ao registro figural (figuras geométricas planas ou tridimensionais) que não constava no tema analisado, acreditamos que se as conversões relacionadas a este registro

forem possíveis em tinta, elas também serão possíveis no livro transcrito em braile. Da mesma forma, se existem as possibilidades dos registros de representação semiótica, a transformação inversa também será possível. Destacamos que apesar de este artigo apresentar a análise realizada sobre um exercício, foi observado que, no capítulo referente ao conteúdo Função Exponencial, não constava o registro de representação semiótica figural em nenhum momento.

Em alguns casos pontuais, identificamos a ausência dos gráficos de funções e de descrição em língua natural deles que serviriam de exemplificação para os alunos cegos ou com baixa visão grave na resolução dos exercícios propostos posteriormente, podendo trazer prejuízos na aprendizagem deste conteúdo. É preciso destacar que tais gráficos estão presentes na versão em tinta do mesmo livro. Outros aspectos que merecem atenção que foram observados durante a análise, são: erros de digitação e ausência de dado no processo de transcrição do conteúdo do livro em tinta para o livro em braile (ver Figura 4).

Figura 4 – Exercício 23: erros de digitação no processo de transcrição

a)

|                             |       |        |          |          |          |
|-----------------------------|-------|--------|----------|----------|----------|
| <b>área (m<sup>2</sup>)</b> | 7 000 | 12 250 | 21 437,5 | 37 515,6 | 65 652,3 |
| <b>tempo (anos)</b>         | 1     | 2      | 3        | 4        | 5        |

a )

↗ sinal de expoente

área ( m<sup>2</sup> ) : 7 . 0 0 0  
tempo ( anos ) : 1

área ( m<sup>2</sup> ) : 12 . 2 5 0  
tempo ( anos ) : 2

área ( m<sup>2</sup> ) : 21 . 4 3 7 . 5  
tempo ( anos ) : 3

área ( m<sup>2</sup> ) : 37 . 5 7 5 . 6  
tempo ( anos ) : 4

área ( m<sup>2</sup> ) : 65 . 6 5 2 . 3  
tempo ( anos ) :

Fonte: Arquivo das autoras (notação em tinta feita pelas pesquisadoras)

Na figura 4, na tabela que corresponde a resposta proposta no livro didático em tinta, no tempo 4 (anos) a área seria de 37 515, 6 (m<sup>2</sup>), porém na tabela transcrita no livro didático

em braile, neste mesmo item (tempo 4 – em anos) a área dada é de 37. 575, 6 (m<sup>2</sup>), o que leva a uma diferença de 60 m<sup>2</sup>. Além disso, há a ausência do número 5 na última linha, que se refere ao tempo 5 (em anos), deixando uma lacuna na tabela transcrita em braile. Equívocos como esse, se não percebidos pelo professor, podem interferir na compreensão do assunto pelo aluno cego ou com baixa visão grave. Há que se destacar que, na maioria dos casos, o professor não conhece braile o que dificulta a percepção de equívocos ou omissões no material disponibilizado para o aluno cego.

Ainda em relação à Figura 4, pode-se verificar que a disposição dos dados nas tabelas em tinta e em braile se diferencia. Na tabela em tinta, os dados são dispostos em linhas e coluna para facilitar a visualização, leitura e interpretação das informações. Já na transcrição para o braile, os dados são dispostos apenas em linhas, ou seja, como a leitura do aluno cego ou com baixa visão grave é feita pelo tato, os dados são dispostos seguindo a linearidade da escrita braile, facilitando a leitura e interpretação dos dados. Porém apesar das configurações se diferenciarem, não há limitações ou prejuízos neste tipo de representação em braile.

### **Considerações finais**

Considerando que a Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval, comprovadamente, em função de inúmeras investigações realizadas, contribui para os processos de ensinar e aprender Matemática, buscamos suas implicações na Educação Matemática Inclusiva, particularmente no que se refere a alunos cegos e com baixa visão e, nosso primeiro passo nesta direção está sendo identificar quais são os tipos de registros de representação semiótica, conversões e tratamentos explorados em livros didáticos de Matemática transcritos em braile.

Em relação aos tipos de transformações nos registros de representação semiótica, identificamos que os tratamentos foram os mais enfatizados e exigidos dos alunos ao realizarem as atividades propostas. Vale ressaltar que os tipos de transformações observadas neste artigo estão diretamente relacionados à proposta metodológica do autor e não no fato de ser um livro transcrito em braile. Por isso, acreditamos que as demais possibilidades de tratamentos e conversões que são realizadas em tinta também poderão ser realizadas em braile, como por exemplo, a conversão do registro gráfico para o registro simbólico, ou do registro gráfico para a língua natural, ou do registro simbólico para a língua natural, entre outras.

Por fim, considerando a importância atribuída pela teoria das Representações Semióticas aos diferentes tipos de registro, dos quais, os registros em língua natural, nossa constatação principal é a de que o Livro Didático de Matemática transcrito em braile, não deve se resumir a uma tradução literal do livro em tinta. Representações gráficas e com apelo visual, que não forem adaptadas em relevo, devem ser convertidas em língua natural, de maneira a que os cegos pudessem ter acesso, às mesmas informações, mesmo com tipos diferentes de registro, o que nos é sustentado, teoricamente, pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

Este trabalho não esgota o tema, apenas aponta que o sistema de escrita em braile possibilita análises de produções considerando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, e que os registros de representação semiótica e transformações presentes no livro transcrito em braile correspondem ao contido no livro em tinta, no que diz respeito ao conceito de Função Exponencial no livro analisado. Como informação adicional, a investigação realizada apontou para a presença de equívocos e omissões no Livro Didático de Matemática transcrito em braile o que constituem indicativos da necessidade de pesquisas sobre este material.

Com a confirmação de que a escrita em braile possibilita os mesmos registros de representação semiótica, as mesmas transformações, que a escrita em tinta, passou-se à elaboração da sequência didática objeto de estudo da pesquisa original, com destaque para as conversões na língua natural. Apesar da pesquisa estar em andamento, a sequência já foi aplicada e os primeiros resultados analisados apontam para as possibilidades de a descrição, de maneira informal, realizada por colegas de turma, das representações gráficas da função afim, minimizam as lacunas encontradas no livro didático adaptado em braile, favorecendo a aprendizagem da aluna com baixa visão grave, ao mesmo tempo em que possibilita aos alunos videntes explicitarem seus conhecimentos.

## **Referências**

DA COSTA, Ailton Barcelos; GIL, Maria Stella C. de Alcântara; ELIAS, Nassim Chammel. Os Conteúdos da Matemática Ensinados para Pessoas com Deficiência Visual de 2001 a 2015. **Anais** do VII Congresso Brasileiro de Educação Especial. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Ailton\\_Costa/publication/311295109\\_Os\\_Conteudos\\_da\\_Matematica\\_Ensinados\\_para\\_Pessoas\\_com\\_Deficiencia\\_Visual\\_de\\_2001\\_a\\_2015/links/584](https://www.researchgate.net/profile/Ailton_Costa/publication/311295109_Os_Conteudos_da_Matematica_Ensinados_para_Pessoas_com_Deficiencia_Visual_de_2001_a_2015/links/584)

0be1208ae2d21755f3dc6/Os-Conteudos-da-Matematica-Ensinados-para-Pessoas-com-Deficiencia-Visual-de-2001-a-2015.pdf>. Acesso em: 10 nov 2018.

DOS ANJOS, Daiana Zanelato; MORETTI, Mércles Thadeu Ensino e Aprendizagem em Matemática para Estudantes Cegos: Pesquisas, Resultados e Perspectivas. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 10, n. 1, p. 15-22, 2017.

DUVAL, Raymond. In: DE FREITAS, José Luiz Magalhães; REZENDE, Veridiana. Entrevista: Raymond Duval e a teoria dos registros de representação semiótica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 2, n. 3, 2013.

\_\_\_\_\_. **Ver e ensinar Matemática de outra forma, entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas**. Organização: Tânia M. M. Campos. Tradução: Marlene Alves dias. São Paulo: Editora PROEM, 1ª ed., 2011.

\_\_\_\_\_. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. (Trad.). Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

IEZZI, Gelson et al. **Matemática: ciência e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2013. v. 1.

Marçal, Pricila Basílio; NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius; REZENDE Veridiana. Diferentes tipos de registros de representação semiótica e suas possibilidades em braile. **Anais**. VIII Congresso Brasileiro de Educação Especial. São Carlos: UFSCar, 14 a 17 de novembro de 2018.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares para Educação Básica: Matemática**. Curitiba: SEED, 2008.

**Submetido em Novembro de 2018**

**Aprovado em Dezembro de 2018**