

## Produto educacional

**Caderno de atividades em alto-relevo: estudando a função quadrática por meio de gráficos táteis****High-relief activity booklet: studying the quadratic function through tactile graphics****Cuaderno de actividades en altorrelieve: estudio de la función cuadrática mediante gráficos táctiles**Luis Fernando Ferreira de Araujo<sup>1</sup> [0009-0000-9832-7180]Silvia Teresinha Frizzarini<sup>2</sup> [0000-0002-0909-4475]**Resumo**

O produto educacional aqui apresentado é resultado de uma pesquisa denominada "Ensino de Matemática para pessoas cegas com o uso do *software* Monet: criando gráficos táteis para o ensino de função quadrática", realizada no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias da UDESC. Tal produto consiste num caderno de atividades que traz representações do objeto de conhecimento "função quadrática" nos registros algébrico, gráfico, tabular e em língua natural, acessíveis por meio do tato e visão, graças a presença simultânea e sincronizada das escritas em braille e à tinta, e de gráficos e tabelas plotados em alto-relevo. O objetivo deste produto é proporcionar aos estudantes cegos de Ensino Médio o acesso tátil às representações da referida função e, ao mesmo tempo, servir como material de apoio ao professor, mesmo que este não domine o Sistema Braille. Construídas com os *softwares* Braille Fácil e Monet, e impressas em braille, tais representações foram submetidas à avaliação e aprovação de dois especialistas cegos, revisores de textos em braille. A experimentação das atividades contou com a participação de dois alunos cegos. A pesquisa foi fundamentada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval e aderiu os critérios estabelecidos por Cerqueira e Ferreira para a produção de materiais táteis. Neste trabalho qualitativo, com estudo de caso como abordagem metodológica, concluiu-se que um material adequado, combinado com o "Procedimento de interpretação global", representa para o cego, um mecanismo integral para a análise das representações da função quadrática por meio dos sentidos remanescentes.

**Palavras-chave:** Deficiência visual. Braille fácil. Software Monet. Função quadrática. Gráficos táteis.**Abstract**

The educational product presented here is the result of a research project entitled "Teaching mathematics to blind people using Monet software: Creating tactile graphics for the teaching of quadratic functions," conducted within the scope of the Professional Master's Program in Teaching Sciences, Mathematics, and Technologies at UDESC. This product consists of an activity booklet that provides representations of the knowledge object "quadratic function" in algebraic, graphic, tabular, and natural language formats, accessible through touch and vision. This accessibility is made possible by the simultaneous and synchronized presence of Braille and ink writings, as well as embossed graphics and tables. The goal of this product is to offer blind high school students' tactile access to

<sup>1</sup>[luisaraujo@fcee.sc.gov.br](mailto:luisaraujo@fcee.sc.gov.br), Mestre em Ensino de Ciências Matemática e Tecnologias, professor de matemática, Fundação Catarinense de Educação Especial, São José, Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup>[silvia.frizzarini@udesc.br](mailto:silvia.frizzarini@udesc.br), Doutora em Educação para a Ciência e Matemática, professora e coordenadora/chefe do departamento de matemática, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

representations of the mentioned function while also serving as a support material for teachers, even if they are not proficient in the Braille System. Constructed with the Braille Fácil and Monet software and printed in Braille, these representations underwent evaluation and approval by two blind experts who serve as Braille text reviewers. The experimentation of the activities involved the participation of two blind students. The research was grounded in Duval's Theory of Semiotic Representation Registers and adhered to the criteria established by Cerqueira and Ferreira for the production of tactile materials. In this qualitative work, with a case study as the methodological approach, it was concluded that an appropriate material, combined with the "Global Interpretation Procedure," represents an integral mechanism for blind individuals to analyze representations of the quadratic function through their remaining senses.

**Keywords:** Visual impairment. Braille fácil. Monet software. Quadratic function. Tactile graphics.

## Resumen

El producto educativo presentado aquí es el resultado de una investigación titulada "Enseñanza de matemáticas para personas ciegas con el uso del software Monet: Creación de gráficos táctiles para la enseñanza de funciones cuadráticas", realizada en el marco del Programa de Maestría Profesional en Enseñanza de Ciencias, Matemáticas y Tecnologías de la UDESC. Este producto consiste en un cuaderno de actividades que proporciona representaciones del objeto de conocimiento "función cuadrática" en formatos algebraicos, gráficos, tabulares y de lenguaje natural, accesibles mediante el tacto y la visión. Esta accesibilidad es posible gracias a la presencia simultánea y sincronizada de escrituras en Braille e tinta, así como de gráficos y tablas en relieve. El objetivo de este producto es ofrecer a los estudiantes ciegos de secundaria acceso táctil a las representaciones de la función mencionada, al mismo tiempo que sirve como material de apoyo para los profesores, incluso si no dominan el Sistema Braille. Construidas con los programas Braille Fácil y Monet e impresas en Braille, estas representaciones fueron sometidas a la evaluación y aprobación de dos expertos ciegos que actúan como revisores de textos en Braille. La experimentación de las actividades contó con la participación de dos estudiantes ciegos. La investigación se fundamentó en la Teoría de los Registros de Representación Semiótica de Duval y se adhirió a los criterios establecidos por Cerqueira y Ferreira para la producción de materiales táctiles. En este trabajo cualitativo, con un enfoque metodológico de estudio de caso, se concluyó que un material adecuado, combinado con el "Procedimiento de Interpretación Global", representa un mecanismo integral para el análisis de las representaciones de la función cuadrática a través de los sentidos restantes.

**Palabras clave:** Discapacidad visual. Braille fácil. Software Monet. Función cuadrática. Gráficos táctiles.

## 1 Introdução

Um aspecto singular que deve ser considerado no ensino-aprendizagem da Matemática é que objetos matemáticos, como os números, as funções e os triângulos, não estão acessíveis de forma direta ou instrumental, isto é, não há um acesso tangível a esses objetos. Todavia, tem-se acesso às suas **representações** (Duval, 2004). Em outras palavras, o que se exprime no papel não são números, funções ou triângulos, e sim as representações semióticas desses objetos em diferentes registros. Dessarte, a função quadrática pode ser representada através de uma parábola no registro gráfico, de uma equação quadrática no registro algébrico, por uma tabela no registro tabular ou por meio de um texto no registro da língua natural (Duval; Moretti, 2012).

Duval e Moretti (2012) explicam que a diversidade de registros é indispensável para que o estudante não confunda o objeto com sua representação. Esclarecem ainda que a apreensão do conhecimento matemático está intimamente ligada à mobilização destes registros, por meio de operações cognitivas denominadas formação, tratamento e conversão.

A formação de uma representação identificável se caracteriza pela aplicação de regras de conformidade preestabelecidas, que asseguram o reconhecimento de uma representação em um determinado registro. A “enunciação de uma frase (compreensível numa língua natural dada), a composição de um texto, o desenho de uma figura geométrica, a elaboração de um esquema e a expressão de uma fórmula” são exemplos de formação (Duval; Moretti, 2012, p. 271).

O tratamento corresponde à transformação de uma representação em outra, sem que haja mudança de registro. As representações, “ $5 + 3$ ” e “8” são um exemplo de tratamento. Já a conversão, consiste numa mudança de registro, numa transformação externa em que o objeto matemático passa a ser representado por um registro diferente do inicial. A função “ $f(x) = x^2 - 3$ ”, representada inicialmente pelo registro algébrico, passa a ser representada por uma parábola no registro gráfico (Duval, 2004; Duval; Moretti, 2012).

Neste contexto semiótico, os estudantes cegos e não cegos se encontram em situação parecida, pois ambos só podem ter acesso aos objetos do conhecimento matemático através das representações que envolvem os sentidos remanescentes, como o tato e a audição. Entretanto, a falta de material didático apropriado dificulta o acesso a tais representações (Mello, 2015; Araujo, 2018).

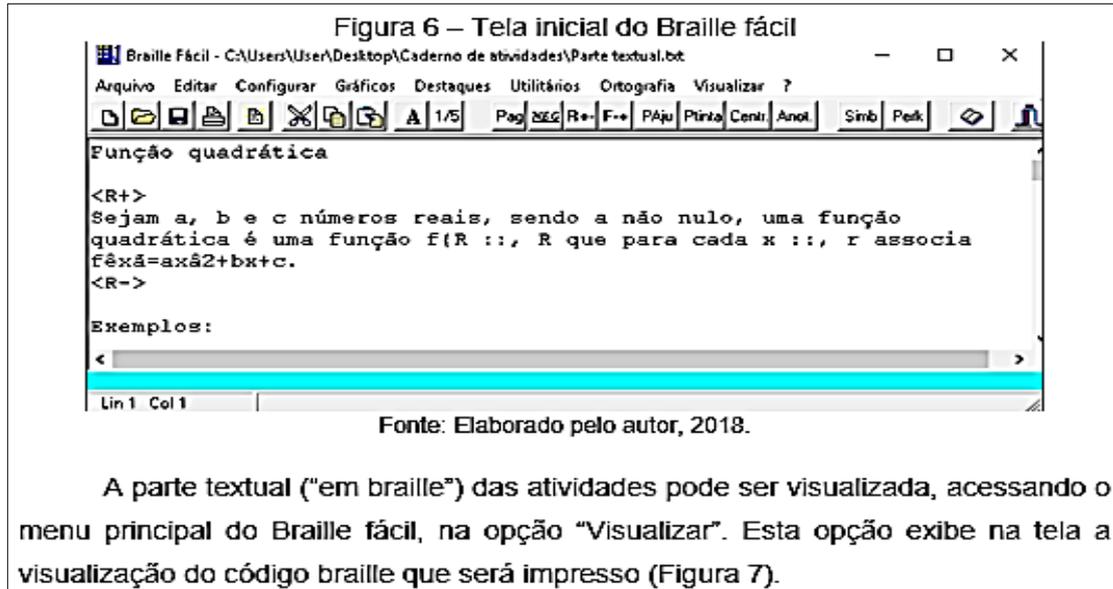
O sistema de leitura e escrita braille tem desempenhado um papel fundamental na produção de materiais didáticos direcionados à pessoa cega. Contudo, quando esta produção é voltada aos conteúdos presentes na Matemática, este sistema apresenta algumas fragilidades: através dele só é possível exprimir representações nos registros algébricos e em língua natural; em muitos casos não há congruência semântica entre aquilo que está escrito em braille e em escrita comum ou “à tinta”; a falta de familiaridade dos professores (não especializados) com esse sistema tátil representa um obstáculo na interação entre professor e estudante.

A necessidade de acesso aos objetos por meio de diferentes registros de representação semiótica, a carência de material adequado que ofereça esse acesso ao estudante cego, a falta de familiaridade dos professores com o braille e a incongruência semântica que esse sistema apresenta em relação à escrita “à tinta”, levaram à pesquisa que deu origem a um produto educacional descrito na seção seguinte.

## 2 Descrição/Metodologia

O produto educacional se constitui de um material didático concreto, especificamente de um caderno de atividades que contém representações da função quadrática nos registros algébrico, gráfico, tabular e em língua natural, acessíveis aos estudantes cegos, por meio do tato, e aos seus professores não cegos, por meio da visão. Tal produto foi elaborado em duas versões, sendo a primeira em PDF e a segunda composta por um conjunto de arquivos próprios para impressão em braille e alto-relevo (Figura1).

Figura 1 – Página do produto na versão em PDF



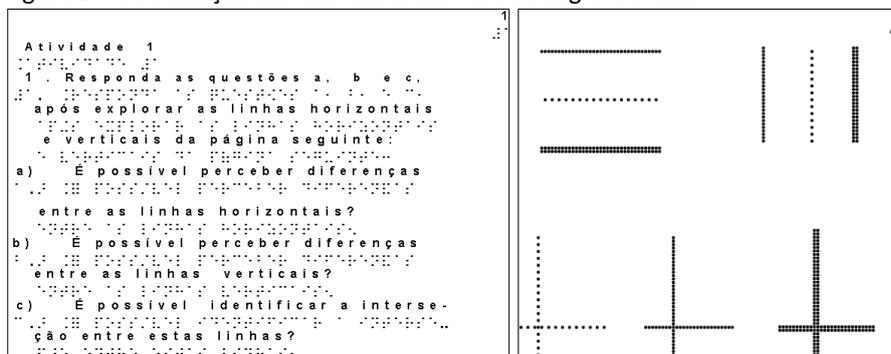
Fonte: Acervo do autor (2023).

A versão em PDF está dividida em dois capítulos: o primeiro apresenta orientações para que o professor possa obter a “versão para impressão em braille e alto-relevo”, baixar, instalar e configurar os *softwares* compatíveis, além de imprimir as atividades usando diversos modelos de impressoras braille; e no segundo o professor pode visualizar em “braille negro” e “à tinta” simultânea e sincronizadamente todas as atividades do caderno, bem como ter acesso aos objetivos e dicas para aplicação de cada uma delas.

Tais atividades estão organizadas em três etapas distintas, a saber: **a)** atividades para significação tátil; **b)** atividades para formação de representações identificáveis; e **c)** atividades para conversão de representações. Na etapa (**a**), espera-se que o estudante cego estabeleça contato tátil com o material e que, por meio de leituras guiadas pelo professor, experiencie, reconheça e distinga as texturas e relevos usados na composição das representações da função quadrática, presentes ao longo do caderno.

Esse reconhecimento e distinção de texturas e relevos é denominado “**Significação tátil**” (Cerqueira; Ferreira, 2000, p.3). A Figura 2 traz um exemplo de atividade destinada à referida significação.

Figura 2 – Visualização das atividades em “braille negro e à tinta”



A etapa (**b**) é composta por atividades que visam o reconhecimento das regras de conformidade usadas na construção de cada representação, especialmente nas

representações relativas aos registros gráfico e tabular. Nesta proposta, o reconhecimento das regras de conformidade se dá por meio da associação de um conjunto de texturas e relevos a cada componente da representação, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 1 – Associação entre algumas texturas e componentes do gráfico

Objetivos específicos	Descrição da textura	Componente gráfico
Associar a textura ao eixo cartesiano (x).	Linha dupla horizontal	
Associar a textura ao eixo cartesiano (y).	Linha dupla vertical	
Associar a textura como linhas de ligação entre pares ordenados.	Linha pontilhada horizontal	
Associar a textura como linhas de ligação entre pares ordenados.	Linha pontilhada vertical	
Reconhecer como extremidade dos eixos (x) e (y).	Seta nas extremidades dos eixos (x) e (y)	
Associar a origem de um sistema de eixos cartesianos.	Interseção de linhas duplas	
Associar a textura e a curva a uma parábola.	Linha curva	

Fonte: Adaptado de Araujo (2018).

Conhecer determinadas regras de conformidade é parte importante do processo de **formação de representações identificáveis** (Duval; Moretti, 2012). Um exemplo desse tipo de atividades pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Visualização das atividades em “braille negro e à tinta”

**Atividade 2**

1. Após explorar o gráfico da página 4, responda as questões a seguir:

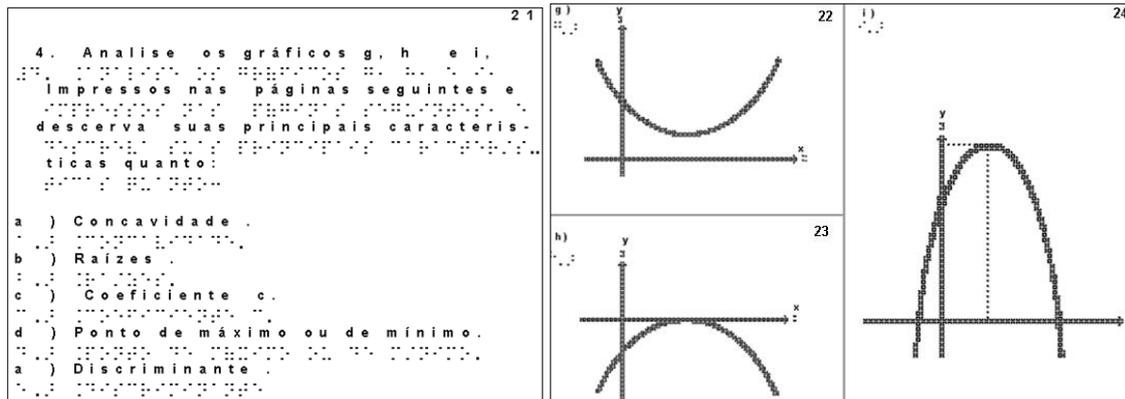
a) Qual textura representa o eixo cartesiano x?

b) Qual textura representa o eixo cartesiano y?

Fonte: Adaptado de Araujo (2018).

A etapa **(b)** é composta, ainda, por atividades introdutórias destinadas ao trabalho do professor com o estudante cego e aborda conceitos importantes, como: conceito de função, de função quadrática, máximo, mínimo, vértice, noções de simetria, dentre outros. A Figura 4 traz um exemplo destas atividades.

Figura 4 – Visualização das atividades em “braille negro e a tinta”



Fonte: Adaptado de Araujo (2018).

Na etapa **(c)** as atividades do caderno versam sobre a operação cognitiva de conversão, fundamental para a apreensão dos conceitos matemáticos (Duval, 2004). Para a aplicação das atividades, o “Procedimento de Interpretação global das propriedades figurais”, elaborado por Duval (2011), foi utilizado como ferramenta metodológica. Tal procedimento consiste em estabelecer a congruência entre as variáveis visuais presentes no gráfico da função e as unidades significativas da representação algébrica correspondente.

As atividades foram construídas a partir da forma canônica da função quadrática  $f(x) = a(x - w)^2 + k$ , uma vez que através dela é possível perceber mais facilmente que as mudanças efetuadas no gráfico da função provocam alterações em sua representação algébrica correspondente e vice-versa (Maia, 2007; Moretti; Thiel, 2012). A escolha das variáveis utilizadas para as atividades do produto educacional teve como base o trabalho desenvolvido por Maia (2007), no qual foram estabelecidas 4 (quatro) variáveis visuais e suas unidades significativas correspondentes.

O Quadro 2 apresenta a descrição das variáveis visuais e suas respectivas unidades significativas. Em razão do tato ser o principal canal de acesso a essas variáveis, o termo “variável visual” foi substituído pelo termo “**variável tátil**”.

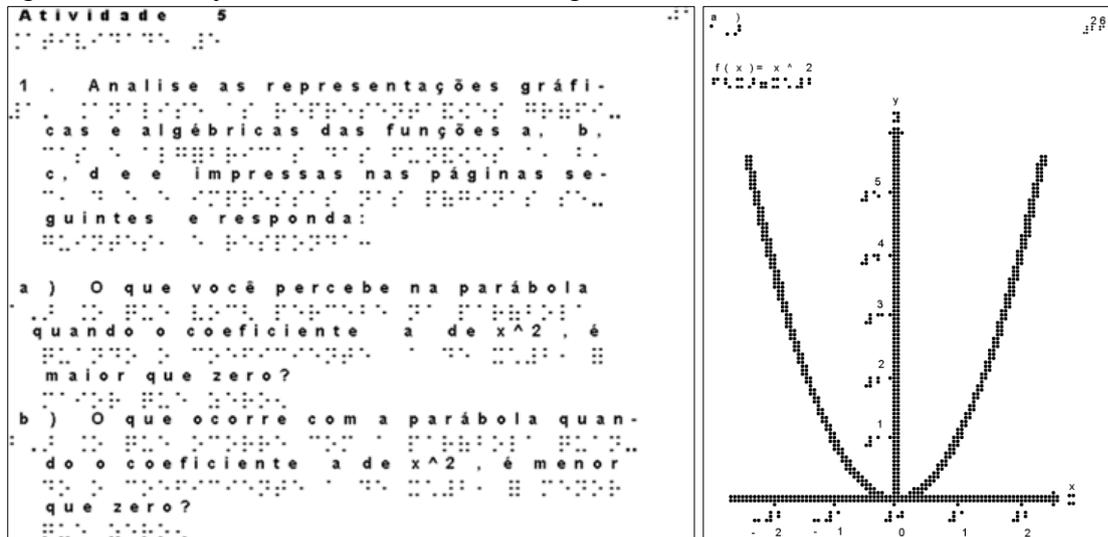
Quadro 2 – Variáveis táteis e unidades significativas correspondentes

Variável tátil	Valor	Unidade significativa correspondente
Concavidade da parábola (com simetria vertical)	Voltada para cima	Parâmetro $a > 0$ (ausência do símbolo -)
	Voltada para baixo	Parâmetro $a < 0$ (presença do símbolo -)
Abertura da parábola	Mais aberta	$0 <  a  < 1$
		$ a  = 1$
	Mais fechada	$ a  > 1$
(Translação vertical) Posição do vértice da parábola com relação ao eixo das abscissas	Na origem	$k = 0$
	Abaixo do eixo	$k < 0$
(Translação horizontal) Posição do vértice da parábola com relação ao eixo das ordenadas	À esquerda do eixo	$w > 0$
	na origem	$w = 0$
	À direita do eixo	$w < 0$

Fonte: Adaptado de Maia (2007.p. 65).

A partir das atividades presentes no caderno, o professor pode aplicar o Procedimento de Interpretação global das propriedades figurais para auxiliar o estudante cego a perceber que, em um gráfico da função quadrática, mudanças nas variáveis táteis provocam alterações nas unidades significativas da representação algébrica correspondente e que mudanças nas unidades significativas provocam alterações no gráfico. Assim, o aluno é capaz de executar a operação cognitiva de conversão. A Figura 5 expõe um exemplo desse modelo de atividade.

Figura 5 – Visualização das atividades em “braille negro e à tinta”



Fonte: Adaptado de Araujo (2018).

Segundo os ensinamentos de Cerqueira e Ferreira (2000), a elaboração do caderno de atividades na “versão para impressão em braille e alto-relevo” seguiu alguns critérios necessários para confecção de materiais concretos acessíveis ao tato. Nesta direção, levou-se em consideração o tamanho e o peso do caderno, a significação tátil alcançada por meio de suas texturas e relevos, a facilidade de manuseio, a resistência e a segurança.

A partir da avaliação de profissionais cegos especialistas em revisão braille e da experimentação realizada com os professores e estudantes que participaram da pesquisa que deu origem ao produto educacional, estabeleceu-se os seguintes parâmetros para construção de representações nos registros gráfico e tabular:

Quadro 3 – Parâmetros empregados na construção e impressão das representações

Parâmetro	Descrição dos parâmetros usados nas representações no registro gráfico
PR1	Eixos (x) e (y) do gráfico com espessura de 2,5 mm, textura mais densa em relação utilizada para plotar a parábola
PR2	Setas diferentes do padrão da seta braille nas extremidades dos eixos cartesianos;
PR3	Escrita braille distante 5 mm, em relação ao eixo cartesiano (x)
PR3	Escrita braille distante 3,5 mm, em relação ao eixo cartesiano (y)
PR4	Linhas pontilhadas auxiliares para localização de pares ordenados, construídas a partir de pontos braille distantes a 3,5 mm
PR5	Aplicação de maior densidade nos pontos braille que compõe a parábola
PR6	Escrita “a tinta” concomitante com a escrita braille
PR7	Folhas com dimensões de 11 por 12 polegadas
PR8	Utilização do espaço total da folha, para plotagem do gráfico
PR9	Margens: superior 2 cm, inferior 1 cm, direita 1 cm, esquerda 2 cm
PR10	Papel gramatura 120.

PR11	Gráfico e tabelas plotados em folhas separadas
PR12	Ausência de partes moveis
<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição dos parâmetros usados nas representações no registro tabular</b>
PR13	Tabela impressa com as orientações em paisagem
PR14	Bordas da tabela impressas em relevo, com espessura aproximada de <b>1 mm</b>
PR15	Escrita braille distante no mínimo <b>5 mm</b> em relação as bordas tabela

Fonte: ARAUJO (2018).

Definidos os parâmetros, foram construídas as representações no registro gráfico e tabular, e na sequência, estas foram confeccionadas com o *software* Monet 1.0, que consiste em um gerador de gráficos táteis. O Braille Fácil foi empregado na editoração do texto em braille e as impressoras braille no processo de impressão. O resultado pode ser observado na versão impressa do caderno (Figura 6). Para obter uma cópia dessa versão, é necessário baixar o conjunto de arquivos que compõe a “versão do caderno de atividades para impressão em braille e alto-relevo”.

Figura 6 – Versão do caderno impressa em braille e alto-relevo.



Fonte: ARAUJO (2018a, p.148).

A instalação do *software* Braille Fácil (Figura 7) também é necessária em virtude da compatibilidade que ele apresenta com as impressoras destinadas para impressão braille. Os procedimentos para baixar, instalar e configurar este *software*, bem como para visualizar o *layout* das atividades antes de imprimi-las, está descrito na versão em PDF do produto educacional.

Figura 7 – Captura da tela do Braille Fácil



Fonte: Acervo do autor (2023).

A versão em PDF oferece, ainda, instruções para operação das impressoras braille, Basic-D V4, modelo de pequeno porte, disponível em 66 salas do Atendimento Educacional Especializado da rede estadual de ensino de Santa Catarina, bem como para operação das impressoras Juliet pro- 60 e Express 150, modelos de médio porte, normalmente usadas em centros e núcleos de apoio pedagógico e atendimento às pessoas com deficiência visual.

### 3 Aplicação/Resultados

Ao iniciar a construção do produto educacional, constatou-se a ausência de documentos oficiais que normatizassem o uso dos gráficos táteis no Brasil, corroborando com os apontamentos de Barbosa et al., 2008 *apud* Duarte, 2014. Contudo, apurou-se que Cerqueira e Ferreira (2000) definiram o tamanho, a significação tátil, a facilidade de manuseio, a resistência e a segurança como critérios necessários para produção de materiais acessíveis ao tato, estes como já mencionado, aplicados na confecção desse produto educacional.

Além da aplicação destes critérios, a construção do produto educacional evidenciou a necessidade de definir parâmetros (PR) que confirmem regularidade na confecção de cada representação, uma vez que estas regularidades contribuem para o processo de aquisição de significado tátil e funcionam como “regras de conformidade”, que, quando reconhecidas pelo estudante cego, auxiliam no processo de formação de representações identificáveis da função quadrática (Araujo, 2018, 2023).

Durante a experimentação das atividades do produto, averiguou-se que a formação de representações identificáveis acessíveis ao tato depende de processos que envolvem: **(a)** distinção de “contrastes” e texturas; **(b)** atribuição de significado a esses contrastes e texturas; e **(c)** reconhecimento e associação destas representações ao objeto matemático representado. Sendo assim, a intervenção do professor por meio da realização de leituras guiadas, ao menos nos contatos iniciais com as representações gráficas e tabulares, é imprescindível (Araujo, 2018, 2023).

Conclui-se, portanto, que o “Procedimento de interpretação global das propriedades figurais”, estabelecido por Duval, se mostrou um instrumento eficiente para apreensão do objeto matemático “função quadrática”, uma vez que, durante a aplicação das atividades, proporcionou aos estudantes cegos participantes da pesquisa que deu origem ao produto, a possibilidade integral de análise das representações nos registros gráfico e algébrico e tabular, por meio dos sentidos remanescentes.

Nas atividades de conversão, os estudantes conseguiram estabelecer relações de congruência entre as variáveis táteis presentes no gráfico e as unidades significativas correspondentes na representação algébrica. Por conseguinte, puderam efetuar coordenadamente a mudança de registro, bem como a operação conversão em ambos os sentidos.

### 4 Considerações finais

Após finalizada a aplicação das atividades do produto educacional, verificou-se que um caderno de atividades escrito em braille e “à tinta”, de forma simultânea e sincronizada, contribui para que os estudantes cegos matriculados na rede regular de ensino tenham acesso aos diferentes registros de representação semiótica da função quadrática.

Embora existam limitações técnicas para a impressão simultânea do braille e da tinta, sendo, portanto, necessária a inserção manual da escrita à tinta, um texto híbrido com estes

dois sistemas de escrita sincronizados contribui para a inclusão efetiva de estudantes cegos na sala de aula, visto que nem todos os professores possuem o domínio da grafia em braille.

Sendo assim, espera-se que o produto educacional sirva de incentivo para que outros pesquisadores prossigam com pesquisas e produzam materiais similares, que abordem outras funções, como a exponencial, a logarítmica e a função afim. Sugere-se estudos futuros que tenham enfoque no desenvolvimento de produtos educacionais que versem sobre operação cognitiva de tratamento.

Outras informações sobre a concepção e experimentação das atividades, podem ser encontradas na dissertação que deu origem ao produto educacional aqui descrito, clicando no link: [Dissertação do autor](#).

Para obtenção do produto educacional, nas versões para impressão em braille e PDF, basta clicar no link: [Produto educacional](#), fazer download do arquivo em PDF e da pasta “**caderno.zip**”, onde está armazenado o conjunto de arquivos que compõem o caderno de atividades. Para maiores informações sobre a impressão da versão em braille ou sobre o desenvolvimento de cadernos similares, é possível entrar em contato com o autor pelo endereço de e-mail: [luisaraujo@fcee.sc.gov.br](mailto:luisaraujo@fcee.sc.gov.br).

## Referências

ARAUJO, Luis Fernando Ferreira de. **Ensino de Matemática para pessoas cegas com uso do software Monet**: criando gráficos táteis para o ensino de função quadrática. 2018. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Joinville, 2018.

ARAUJO, Luis Fernando Ferreira de. **O processo de formação de representações identificáveis para o ensino de função quadrática para estudantes cegos**. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v. 29, n. 67, p. 1-21, ago. 2023.

CERQUEIRA, Jonir, B.; FERREIRA, Elise, M. B. Os recursos didáticos na educação especial. **Rev. Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, ed. 15, jan/abr. 2000.

DUARTE, Thiago Ribeiro. **Construção de métodos para criação de gráficos acessíveis a pessoas com deficiência visual: utilizando o MONET**. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v. 19, n. 56, p. 9-18, dez. 2014.

DUVAL, Raymond. **Semiosis y pensamiento humano**: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Tradução de Myriam Vega Restrepo. Santiago de Cali: Universidad del Valle – Instituto de Educación y Pedagogía, 2004.

DUVAL, Raymond; MORETTI, Trad. Mércles Thadeu. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Revemat: **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, dez. 2012.

DUVAL, Raymond. **Gráficos e equações**: a articulação de dois registros. Trad. Mércles Thadeu Moretti. REVEMAT, Florianópolis (SC), v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011.

MAIA, Diana. **Função Quadrática**: um estudo didático de uma abordagem computacional. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em educação matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

MELLO, Elisabete Marcon. **A visualização de objetos geométricos por alunos cegos**: um estudo sob a ótica de Duval. 2015. 170 f. Tese - (Doutorado) - Curso de Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

MORETTI, Mércles T.; THIEL, A. A. O ensino de matemática hermético: um olhar crítico a partir dos registros de representação semiótica. **Praxis Educativa**, [s.l.], v. 7, n. 2, p.379 - 396, dez. 2012.