

A Preparação de Materiais Digitais sobre Derivadas e a Verbalização para Estudantes com Deficiência Visual

André P. Freire¹, Daiane A. H.R. Ament², Evelise R. C. G. Freire³

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

A interação de pessoas com deficiência visual e materiais digitais é efetuada primordialmente com software leitor de telas. A interação com conteúdo matemático por software leitor de telas apresenta desafios importantes para permitir a compreensão e exploração dos conteúdos para tarefas de resolução de problemas matemáticos a partir da síntese de voz [4].

Diferentes leitores de tela efetuam a leitura de conteúdo matemático em formatos com o Mathematical Markup Language (MathML) [2], Latex ou AsciiMath⁴. Atualmente, há leitores como o JAWS (Job Access With Speech), VoiceOver da Apple e ChromeVox para Google Chrome que fazem leitura de conteúdo matemático em inglês e outras línguas, mas não em português. O leitor de telas de código aberto NVDA (NonVisual Desktop Access) teve uma versão do plugin Access8Math⁵ com suporte para o Português. O DoxVox⁶ também disponibilizou o software SonoraMat, que faz leitura em Português de conteúdo em AsciiMath.

Em trabalhos anteriores deste grupo de pesquisa [3], foram realizadas investigações sobre formas de promover interações para promover a exploração de fórmulas matemáticas com os leitores ChromeVox e Access8Math do NVDA. Em outro trabalho [1], foi feita uma comparação das formas de leitura de formulações algébricas simples com o leitor SonoraMat do DoxVox e com o Access8Math.

Entretanto, ainda há pouco conhecimento sobre as formas de leitura de conteúdo matemático mais avançado, como de cálculo, e sobre as formas de preparação de materiais desse tipo de conteúdo em diferentes formatos por professores de matemática para o atendimento de discentes com deficiência visual que utilizam software leitor de telas. Este trabalho apresenta reflexões sobre as formas de leitura de conteúdo de derivadas, no contexto de cursos de Cálculo. Foram realizadas análises sobre o processo de escrita de fórmulas contendo derivadas com os formatos Latex, AsciiMath e as variantes do MathML presentation e MathML content. Foram efetuadas as leituras desses conteúdos utilizando os leitores SonoraMat e o plugin Access8Math do NVDA.

Para exemplificação neste resumo, são mostrados os resultados da edição e leitura da fórmula da derivada parcial

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} y \sin x^2 \quad (1)$$

Em Latex, a fórmula é escrita como $\frac{\partial^2}{\partial x^2} y \sin x^2$. Em AsciiMath, como 'frac(del ^ 2)(del x ^ 2) y sin x ^ 2'. Em MathML, há duas variantes: MathML Content e MathML presentation. Em MathML presentation, a lógica é similar à do Latex, com elementos de marcação. A partir de uma conversão de Latex para MathML Presentation, seria obtido o código: `<mrow> <mfrac> <msup> <mi>∂</mi> <mn>2</mn> </msup> <mrow>`

¹apfreire@ufla.br

²daiane.ament@ufla.br

³evelise.freire@ufla.br

⁴<https://asciimath.org>

⁵<https://addons.nvda-project.org/addons/access8math.en.html>

⁶<https://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>

$\frac{\partial}{\partial x} \sin(x^2)$

Realizando uma edição manual para produzir o código em MathML Content, obteria-se: `<apply><partialdiff/> <bvar> <ci> x </ci> <degree> <cn> 2 </cn> </degree> </bvar> <apply> <ci> y </ci> <apply><sin/> <apply><power/> <ci> x </ci> <cn> 2 </cn> </apply> </apply> </apply>`.

O leitor de telas NVDA com o plugin Access8Math leria o conteúdo escrito em MathML Presentation ou AsciiMath como "fração com numerador diferencial parcial e denominador diferencial parcial x ao quadrado, y seno x ao quadrado". Este plugin ainda não dispõe de função para leitura em MathML Content. O sistema DoxVox com SonoraMat faz a leitura do conteúdo em AsciiMath como "divisão, em cima derrôn, em baixo, derrôn, x ao quadrado; y seno de; x ao quadrado".

A experiência com a análise de edição e leitura de conteúdos para trabalho com ensino de derivadas para estudantes com deficiência visual usando leitores de tela levanta diversas reflexões sobre a situação atual e direções para trabalhos futuros. Primeiramente, nota-se que há carência de leitores de tela com suporte para a leitura de conteúdo em MathML Content em língua portuguesa. O MathML content provê conteúdo de forma semântica, de forma a verbalizar não só dos nomes dos símbolos na sua forma gráfica, mas do seu significado matemático. A leitura nos formatos MathML Presentation, Latex e AsciiMath apresenta limitações na compreensão. Esses formatos também têm limitação em relação a possíveis ambiguidades. Nos exemplos, pode haver dúvida se o final da leitura "ao quadrado" aplica-se somente à variável x ou a toda a expressão.

Além das limitações com os sistemas leitores de tela, ainda há limitações para o processo de produção de materiais por professores. Ainda há poucas alternativas para a edição de conteúdo matemático em formato que leitores de tela possam ser com enriquecimento semântico e com menor ambiguidade. Não há disponibilidade de editores que gerem código *MathML content* de forma gráfica. A análise realizada neste trabalho mostra a necessidade de maior avanço no desenvolvimento de leitores de tela com suporte a conteúdos avançados de matemática, bem como do desenvolvimento de ferramentas com uso facilitado para a produção de materiais por professores para discentes com deficiência visual.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES, CNPq, FAPEMIG e FAPESP pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] V. H. S. Avelar, E. R. C. G. Freire e A. P. Freire. "Uma comparação na aplicação das ferramentas DOSVOX e NVDA na leitura de formulação algébrica como forma de apoio para estudantes com deficiência visual". Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics** 9.1 (2022).
- [2] World Wide Web Consortium. **Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0**. Online. Acessado em 29/03/2024, <https://www.w3.org/TR/MathML3/>. 2014.
- [3] H. M. C. Guedes, P. C. F. Cardoso, E. R. C. Freire, W. M. Watanabe e A. P. Freire. "Screen-Reader Based Contextual Exploration of Mathematical Formulas in Brazilian Portuguese: Design, User Evaluation and Teaching Scenario in the Context of Numerical Analysis". Em: **Journal on Interactive Systems** 14.1 (2023), pp. 546–561.
- [4] O. G. Klingenberg, A. H. Holkesvik e L. B. Augestad. "Digital learning in mathematics for students with severe visual impairment: A systematic review". Em: **British Journal of Visual Impairment** 38.1 (2020), pp. 38–57.