

Una Propuesta para la Creación de una Plataforma Asistida por la Inteligencia Artificial para la Construcción de Objetos de Aprendizaje de Matemática

Evandro Alberto Zatti

evandro.zatti@live.com

<https://orcid.org/0000-0003-3123-1197>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Brasil.

Renata Balbino

rebalbino@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0003-3402-3422>

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Curitiba, Brasil.

Silvana Gogolla de Mattos

syl.mattos@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6685-8638>

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Curitiba, Brasil.

Marco Aurélio Kalinke

kalinke@utfpr.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Brasil.

Recibido: 02/12/2021 **Aceptado:** 15/02/2022

Resumen

Este artículo presenta un proyecto que considera la creación de una plataforma para construcción de Objetos de Aprendizaje (OA) de Matemática, que hace uso de programación intuitiva y es asistida por la Inteligencia Artificial (IA). Para contestar a la pregunta orientadora “¿qué caminos seguir para crear esta plataforma?” se propone la posibilidad de adoptar tres enfoques, que contemplan el desarrollo, la búsqueda de entendimientos sobre ambientes de programación intuitiva, y la propuesta de concepción de la interfaz de la plataforma, denominada GenIA. Estos enfoques son objeto de investigaciones de doctorado en curso en universidades federales del sur de Brasil. Tales investigaciones adoptan como metodología la Investigación en Diseño Educativo, según la cual se desarrollan las fases preliminar, de prototipado y de evaluación. Los resultados obtenidos hasta el momento indican la posibilidad de contribuir con la difusión de la práctica de construcción de OA, así como a perspectivas sobre el uso de IA y de programación intuitiva, que tengan en cuenta las necesidades de los involucrados en los procesos de enseñanza

y aprendizaje de Matemáticas. Además, pueden promover la aproximación de diferentes áreas, como Educación Matemática e Informática, a través de temas de estudio que incluyen Ergonomía y Design de Interacción.

Palabras clave: Educación Matemática. Inteligencia Artificial. Programación Intuitiva. Objetos de Aprendizaje.

Uma Proposta para a Criação de uma Plataforma Assistida pela Inteligência Artificial para Construção de Objetos de Aprendizagem de Matemática

Resumo

Este artigo apresenta um projeto que considera a criação de uma plataforma para construção de Objetos de Aprendizagem (OA) de Matemática, que faz uso de programação intuitiva e é assistida por Inteligência Artificial (IA). Para responder à questão norteadora “que caminhos seguir para criar a referida plataforma?”, propõe-se a possibilidade de adoção de três abordagens, que contemplam o desenvolvimento, a busca por compreensões sobre ambientes de programação intuitiva, e a proposta de concepção da interface da plataforma, denominada GenIA. Essas abordagens são objetos de pesquisa de doutorado em andamento em universidades federais no sul do Brasil. Tais pesquisas adotam como metodologia a Pesquisa em Design Educacional, segundo a qual devem ser desenvolvidas as fases preliminar, de prototipagem e de avaliação. Os resultados obtidos até o momento indicam a possibilidade de contribuição com a difusão da prática de construção de OA, bem como perspectivas de uso da IA e da programação intuitiva, que levem em consideração as necessidades dos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática. Ademais, podem promover a aproximação de diferentes áreas, como a Educação Matemática e a Ciência da Computação, por meio de temas de estudo que incluem a Ergonomia e o Design de Interação.

Palavras-chave: Educação Matemática. Inteligência Artificial. Programação Intuitiva. Objetos de Aprendizagem.

A Proposal for the Creation of an Artificial Intelligence-Assisted Platform for the Construction of Mathematics Learning Objects

Abstract

This paper presents a project that comes up with the creation of a platform for the construction of Learning Objects (LO) for Mathematics, which makes use of intuitive programming and is assisted by Artificial Intelligence (AI). To answer the guiding question “which paths could be followed to create this platform?”, it is proposed the possibility of adopting three approaches, which contemplate the development, the search for understandings about intuitive programming environments, and the proposal of conception of the platform interface, called GenIA. These approaches are objects of doctoral research that are ongoing at federal universities in southern Brazil. Such researches adopt as methodology the Research in Educational Design, according to which the preliminary, prototyping and evaluation phases must be developed. The results obtained so far indicate the possibility of contributing to the dissemination of the practice of building LOs, as well as to perspectives on the use of AI and intuitive programming, which consider the needs of those involved in the teaching and learning processes of Mathematics. Moreover, they can promote the approximation of different areas, such as Mathematics

Education and Computer Science, through study themes that include Ergonomics and Interaction Design.

Keywords: Mathematics Education. Artificial Intelligence. Intuitive Programming. Learning Objects.

Introdução

O uso das Tecnologias Digitais (TD) no âmbito educacional pode contribuir para a formação humana, não apenas para atender a uma demanda social ou de trabalho. Lévy (2010) considera que a difusão das TD promove mudança nas relações de interação entre os indivíduos, e tais mudanças tendem a aparecer tanto nas atividades cotidianas de cunho pessoal quanto na implementação em processos de automação no ambiente profissional.

No que se refere à Educação Matemática, salienta-se a importância de (re)conhecer as formas com as quais o uso das TD pode favorecer diferentes possibilidades nos processos de ensino e de aprendizagem (Kalinke & Mocrosky, 2014 e Kalinke & Balbino, 2016). Uma dessas possibilidades está na utilização de Objetos de Aprendizagem (OA), cujos impactos demandam compreensões quanto à sua inserção nestes processos.

Nesse artigo adota-se a definição de OA de acordo com o conceito desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTem¹), para quem “entende-se por OA qualquer recurso virtual, de suporte multimídia, que pode ser usado e reutilizado com o intuito de apoiar e favorecer a aprendizagem e um conteúdo específico, por meio de atividade interativa na forma de animação ou simulação” (Kalinke & Motta, 2019, p. 14).

Existem diversos ambientes tais como software, plataformas² e aplicativos que podem contribuir com a interação entre professores e estudantes, ao serem utilizados para a construção de OA com objetivo educacional. Além da construção de OA esses ambientes permitem armazenar, publicar conteúdos, acompanhar as atividades dos estudantes, bem como desenvolver ferramentas que possam auxiliar na construção do conhecimento de conteúdos específicos.

¹ <https://gptem5.wixsite.com/gptem>.

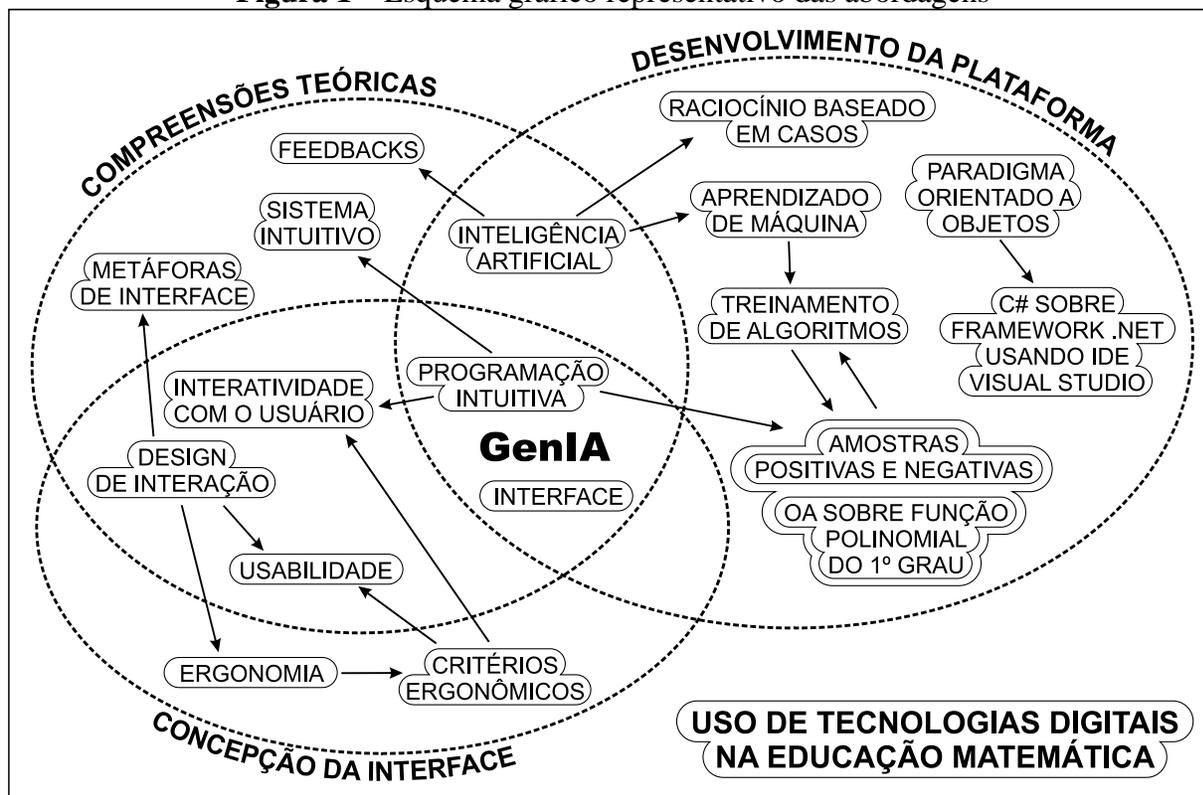
² Neste artigo entende-se plataforma como um conjunto de componentes de software que podem ser combinados na construção de soluções computacionais com aplicabilidade em diferentes áreas de conhecimento ou contextos.

Indo ao encontro da possibilidade de construção e inserção de OA nos processos de ensino e de aprendizagem, este artigo apresenta um projeto que visa a criação de uma plataforma para construção de OA de Matemática. Para tanto, busca-se responder à seguinte questão: que caminhos seguir para criar a referida plataforma?

Uma vez que a plataforma, denominada GenIA, é assistida por IA e baseia-se na programação intuitiva, sua criação considera um contexto multidisciplinar. Nesse sentido, propõe-se um projeto que contempla diferentes abordagens: o desenvolvimento da plataforma, a busca de compreensões sobre ambientes de programação intuitiva e a proposta de concepção da sua interface.

Entende-se que a busca sobre as possibilidades da IA e as compreensões sobre ambientes de programação intuitiva, paralelamente à proposta de concepção da interface da GenIA, podem corroborar com o seu desenvolvimento. A Figura 1 ilustra as três abordagens mencionadas e algumas de suas relações.

Figura 1 – Esquema gráfico representativo das abordagens



Fonte: Os autores (2022)

Neste artigo são descritas as abordagens propostas no projeto: *desenvolvimento da plataforma, compreensões teóricas e concepção da interface*. A plataforma possibilitará, por meio da manipulação de elementos gráficos, de forma intuitiva, a construção de OA de Matemática. As compreensões teóricas têm o intuito de fundamentar o uso de TD nos processos educacionais de Matemática, e objetiva, a partir das relações entre Design de Interação e IA, compreensões sobre possibilidades educacionais nos ambientes de programação intuitiva. Sendo a GenIA voltada aos processos educacionais, a terceira abordagem destaca a importância de privilegiar a interatividade e a usabilidade do usuário, que neste caso é o professor. Para isso, apresenta uma proposta de concepção da sua interface, fundamentada nos conceitos de Ergonomia e Design de Interação.

A adoção da IA na plataforma é um de seus diferenciais, uma vez que poderá indicar e encaminhar alternativas para que o professor possa construir seus OA. Para que a IA possa atuar, optou-se pelo treinamento de algoritmos por aprendizado de máquina. Esse treinamento ocorre por meio de amostras positivas e negativas de OA, que serão construídos na própria plataforma. Considera-se como uma amostra positiva um recurso digital construído na GenIA (jogo, animação etc) que satisfaça a definição de OA apresentada anteriormente e que contemple o conteúdo de função polinomial do 1º grau. A escolha por este conteúdo em específico será justificada na próxima seção. Uma amostra negativa, por sua vez, é um recurso digital, também construído na GenIA, que não atenda aos critérios considerados como sendo uma amostra positiva.

A metodologia adotada para o encaminhamento de cada uma das abordagens desse projeto é de caráter qualitativo e embasa-se em estudos teóricos e reflexivos, apoiados nos trabalhos de Bicudo (2011). Para essa autora, na pesquisa qualitativa, “o fenômeno investigado é sempre situado/contextualizado. Exploram-se as nuances dos modos de a qualidade mostrar-se e explicitam-se compreensões e interpretações” (Bicudo, 2011, p. 21).

Visando situar e contextualizar as abordagens no âmbito educacional, adotam-se também aspectos metodológicos da Pesquisa em Design Educacional (PDE). Esta relaciona-se ao estudo sistemático de concepção, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais. Plomp (2013) explicita que a metodologia é indicada para o desenvolvimento de projetos e produtos educativos ou inovadores destinados à resolução de problemas educacionais. No caso da

utilização da PDE como estudos de desenvolvimento, esse autor indica a distinção das seguintes fases:

- Fase preliminar: necessidades e análise de contexto, revisão da literatura, desenvolvimento de estrutura conceitual ou teórica para o estudo;
- Fase de prototipagem ou desenvolvimento: fase de desenho iterativo que consiste em iterações, composta por microciclos de pesquisa que visam o aprimoramento da intervenção;
- Fase de avaliação: fase com o intuito de avaliar se a solução ou intervenção atende às especificações pré-determinadas (Plomp, 2013, p. 19, tradução nossa).

Uma vez que a PDE se caracteriza como um sistema cíclico de iterações no processo de investigação, essas fases podem ocorrer em diferentes momentos. A avaliação, por exemplo, não acontece apenas ao final da pesquisa. Após o desenvolvimento de cada versão da GenIA, nas fases de prototipagem, serão realizadas avaliações sucessivas para verificar de que forma a plataforma atende às funcionalidades planejadas. Caso seja necessário, a revisão de literatura poderá ser ampliada e também outros protótipos poderão ser desenvolvidos.

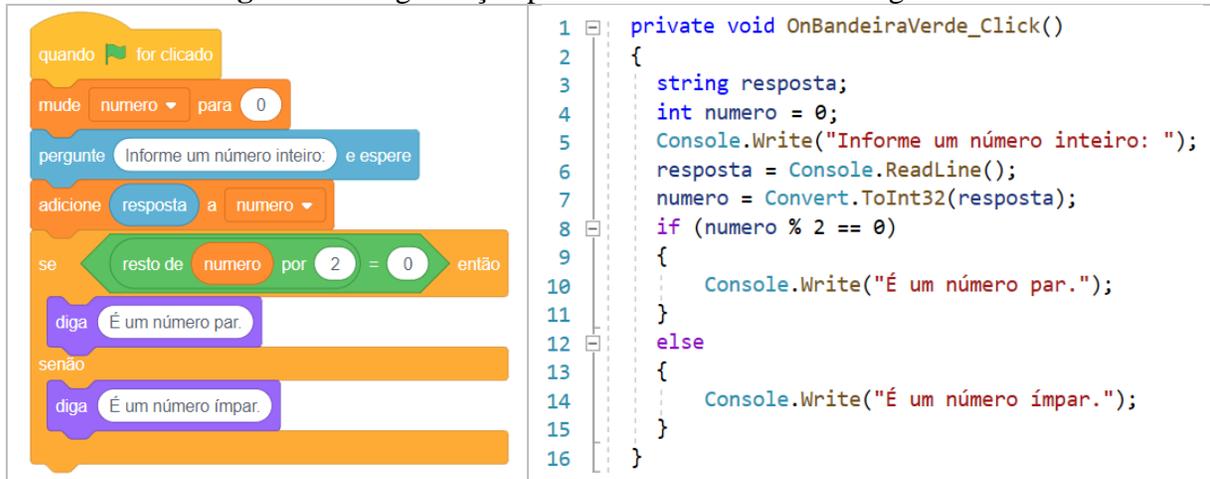
As abordagens descritas neste artigo encontram-se em diferentes estágios de evolução. Assim, as fases indicadas na PDE podem ser apresentadas como prevista ou em andamento, visto que, por se tratar de um processo iterativo, a conclusão das fases se dará na finalização do percurso de cada uma das abordagens. As próximas sessões explicitam os processos envolvidos na concepção e criação da GenIA, na busca de compreensões sobre ambientes de programação intuitiva e na proposta de concepção da interface desse produto educacional.

Desenvolvimento da plataforma

Esta abordagem considera aspectos técnicos computacionais para o desenvolvimento da plataforma, seguindo direcionamento da Engenharia de Software. Para tanto, considera o levantamento de requisitos, a análise e projeto, a programação e os testes da plataforma, que permitirá a construção dos OA por meio de programação visual e intuitiva. Um olhar sobre alguns softwares e plataformas que permitem a construção de OA revela que a programação pode acontecer de forma visual e intuitiva por diferentes maneiras. Por exemplo, o Scratch e o App Inventor são softwares que fazem uso de programação por blocos, nos quais os comandos são representados por figuras geométricas que são encaixadas como em quebra-cabeças. A

Figura 2 ilustra essa combinação de blocos no Scratch (à esquerda), estabelecendo um paralelo com o código de programação na linguagem C# (à direita).

Figura 2 - Programação por blocos no Scratch e código em C#



Fonte: Os autores (2022)

Observa-se que a programação por blocos é análoga ao paradigma da programação estruturada, no qual os elementos são dispostos de maneira aninhada (um dentro do outro).

A GenIA, entretanto, implementa a programação intuitiva de um modo diferente dos softwares citados. Nela, os comandos gráficos são organizados em um fluxograma, que é uma representação esquemática de um algoritmo. Neste tipo de diagrama, os comandos são interligados por setas que indicam a direção do fluxo, isto é, a sequência segundo a qual os comandos serão executados.

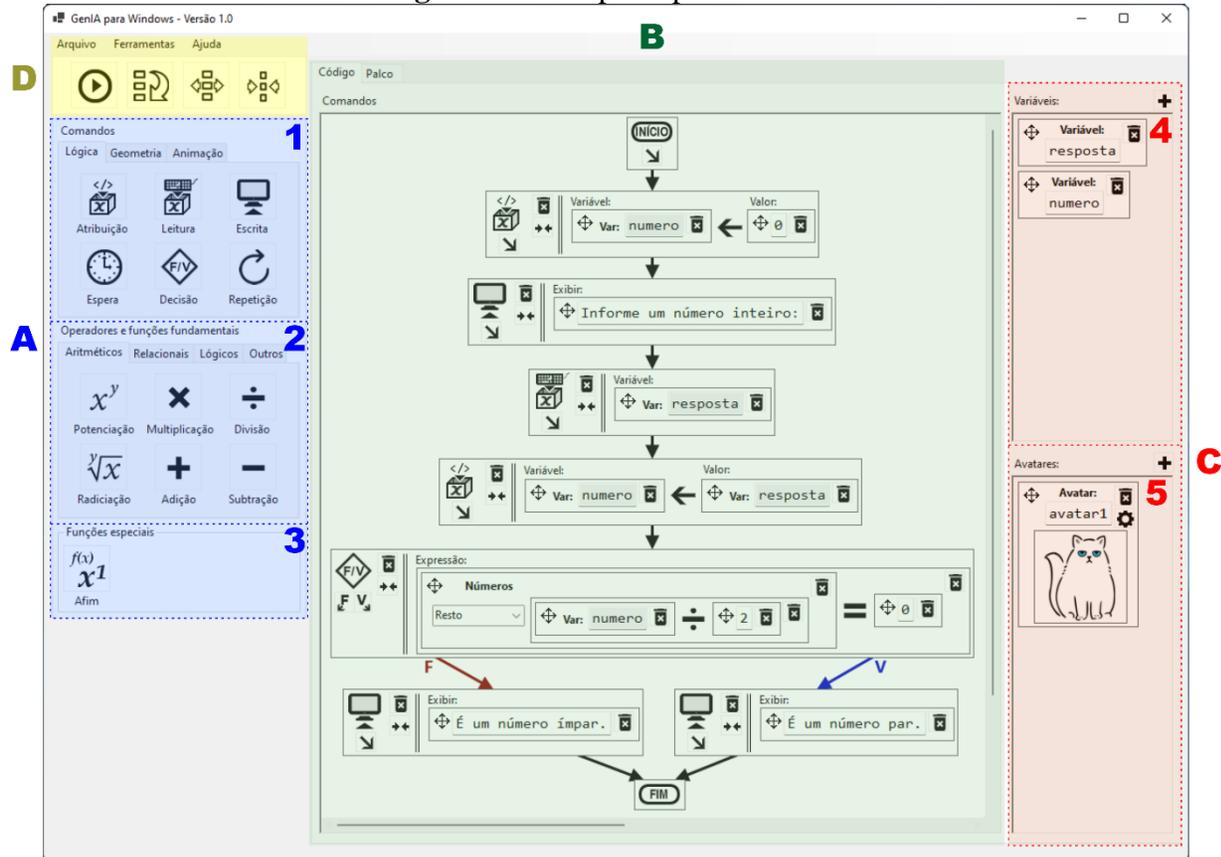
Optou-se por utilizar esse tipo de representação gráfica dos elementos porque representações de conceitos em fluxo são comumente utilizadas em diferentes áreas de conhecimento para organização de conteúdo e resolução de problemas. Organogramas e mapas conceituais também fazem uso de figuras geométricas interligadas por linhas ou setas.

Ao adotar essa perspectiva, nesta abordagem será possível investigar se o fato de ter um conhecimento prévio com o uso de fluxogramas, sem necessariamente ter tido contato com programação de computadores, poderia reduzir o tempo despendido na familiarização com o uso da plataforma em comparação ao uso de blocos, recurso utilizado com ênfase no contexto da programação.

A Figura 3 mostra a tela principal da GenIA. Essa tela está dividida em quatro regiões e, para contribuir com a compreensão do leitor, foram aqui identificadas pelas letras A, B, C e D,

nas cores azul, verde, vermelho e amarelo, respectivamente. Igualmente, os números de 1 a 5 indicam os painéis que são subdivisões das regiões.

Figura 3 – Tela principal da GenIA



Fonte: Os autores (2022)

Na região A, são disponibilizados os comandos, operadores e funções que podem ser combinados para a construção do OA. Nessa região, os elementos são divididos em abas e painéis, considerando diferentes categorias, a fim de facilitar sua localização.

No painel 1 (*Comandos*), os elementos básicos de programação, que representam estruturas sequenciais, de decisão e repetição, estão sob a aba *Lógica*. A aba *Geometria* traz comandos como o traçado de plano cartesiano, retas e segmentos. Por fim, a aba *Animação* disponibiliza comandos voltados à movimentação de avatares e interação com o usuário.

No painel 2 (*Operadores*) estão organizados nas abas *Aritméticos*, *Relacionais*, *Lógicos* e *Outros*, sendo que esta última engloba operações com cadeias de caracteres, trigonometria e números. Por fim, no painel 3 (*Funções especiais*) há um painel com funções voltadas à criação de conteúdo de Matemática.

A região B possui duas abas: *Código* e *Palco*. A aba de código traz o espaço no qual será construído o fluxograma. Nele, o usuário irá configurar, de forma visual, os comandos para a construção do seu OA. Na aba do palco será possível posicionar os elementos gráficos do OA que serão visualizados em tempo de execução.

Na região C encontram-se o painel 4, com *Variáveis*, imprescindíveis para o armazenamento de dados temporários em programação, e o painel 5, contendo os *Avatares*, personagens utilizados para interação com quem for utilizar o OA durante sua execução.

A região D contempla os comandos de operação da plataforma, que incluem, por exemplo, a execução e organização do fluxograma.

Para o desenvolvimento da plataforma, lançou-se um olhar sobre diferentes ambientes e linguagens de programação, que precisariam atender a alguns critérios, considerados imprescindíveis. Estes critérios incluem: a manipulação de componentes multimídia, sobretudo elementos gráficos; a implementação de algoritmos de IA; a compilação de aplicações multiplataforma, isto é, que possam ser executadas em diferentes ambientes computacionais (desktop, web etc.); a interação com banco de dados; e a utilização de recursos de compartilhamento em nuvem.

Além dos critérios citados, também foram observados o paradigma orientado a objetos e um IDE³ que oferecesse recursos de métricas de programação, comumente adotados no desenvolvimento de software.

Dentre as linguagens e ambientes disponíveis, optou-se por desenvolver a plataforma utilizando a linguagem de programação C# sobre o *framework* Microsoft .NET, uma vez que tal combinação de linguagem e ambiente atende aos critérios mencionados.

Cabe, neste momento, destacar que a construção de OA já é possível por meio da utilização de outros softwares e aplicativos (Balbino & Mattos, 2021), e que um dos diferenciais da plataforma que está sendo criada reside na incorporação de algoritmos de IA. Um sistema suportado por IA pode ser treinado para absorver, analisar e organizar os dados buscando entender e identificar quais são os objetos, padrões e reações de diversos tipos.

A IA é um campo de estudo multidisciplinar que integra áreas como a Filosofia, a Engenharia Cognitiva e a Ciência da Computação, no qual existem diversos recursos que podem

³ IDE – *Integrated Development Environment* (Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

ser utilizados na criação da plataforma. Inicialmente, buscou-se por compreensões acerca do raciocínio baseado em casos, que visa resolver um novo problema lembrando um problema anterior similar, e assim reutilizar a informação e o conhecimento daquela situação (Schank & Riesbeck, 1989). Este recurso se apresenta útil considerando que, para inferir auxílio ao professor na construção de um novo OA, a GenIA fará uso de uma base de OA previamente construídos.

Salienta-se que uma solução computacional que envolva IA pode utilizar mais de um recurso. Atualmente, uma variedade de sistemas implementa IA por meio do aprendizado de máquina. Segundo Zatti & Kalinke (2021, p. 78), “No aprendizado de máquina, os algoritmos analisam dados para identificar padrões e construir um modelo para prever valores futuros.” Quanto maior o volume de dados (experiências) melhor tende a ser o resultado. Russell & Norvig (2010) elencam quatro maneiras de treinamento para o aprendizado de máquina: modo supervisionado, modo não supervisionado, modo semi-supervisionado e aprendizagem por reforço.

Para que a plataforma possibilite auxiliar a construção de OA por meio da IA, sua base de dados necessita conter amostras positivas e negativas de um assunto específico. Até o momento observa-se, portanto, um encaminhamento para o modo de aprendizagem por reforço. Esse tipo de aprendizado de máquina pode ser identificado no uso de alguns aplicativos de Sistema de Posicionamento Global. Ao final de cada trajeto o usuário pode dar seu feedback, informando por exemplo, se ele chegou ao destino pretendido, contribuindo assim com o modo de aprendizagem por reforço.

Como resultado da busca por um único assunto matemático, que pudesse direcionar os algoritmos, encontrou-se uma perspectiva nos relatórios de uma avaliação diagnóstica de desempenho realizada por estudantes do Ensino Médio, no estado do Paraná, em 2019. Os resultados dessa avaliação revelaram uma defasagem e uma possível necessidade de explorar o conteúdo de função polinomial do 1º grau, que foi, portanto, adotado para o abastecimento da base de dados da plataforma.

Após esse abastecimento, a GenIA fará uso de serviços de nuvem, no intuito de oferecer um treinamento mais amplo para os algoritmos, uma vez que um número maior de usuários poderá colaborar com este treinamento. Optou-se por utilizar o serviço Azure, da Microsoft, em consonância com a linguagem e *framework* utilizados para a programação.

Considerando o desenvolvimento da plataforma sob a aplicação da PDE, observa-se que a fase preliminar contemplou estudos sobre o uso de tecnologia em geral, o uso de TD, a construção de OA, o uso de programação intuitiva e as contribuições da IA na Educação Matemática. Atualmente, a GenIA está em desenvolvimento, integrando revisões que geram sucessivas versões. Estas versões são resultado das fases de prototipagem, que são acompanhadas de avaliações. Cabe ressaltar que, até o momento da elaboração deste artigo, o desenvolvimento da plataforma ainda não efetivou a implementação da IA, pois os comandos e recursos que possibilitam a construção de OA estão em fase de refinamento. As demais fases da PDE encontram-se em andamento, contribuindo para o projeto em um contínuo espiral evolutivo.

Compreensões sobre IA e programação intuitiva na Educação Matemática

Concomitante ao processo de desenvolvimento da plataforma, a partir das relações entre o Design de Interação e a IA, outra abordagem busca compreensões sobre ambientes de programação intuitiva utilizados nos processos educacionais de Matemática. Esta também adota como metodologia a PDE e, apesar de não prever a criação de um produto interativo, dedica-se à busca por compreensões teóricas que poderão contribuir para a criação dessa plataforma.

A fase preliminar iniciou com estudos sobre o uso das tecnologias na sociedade, direcionando para o uso de TD na Educação Matemática, abarcando IA, programação intuitiva e Design de Interação. A revisão bibliográfica desenvolvida sobre esses temas considera diferentes bases de dados, como: o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes; Google Acadêmico; Portal de Periódicos da Capes; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, entre outros. As demais fases da PDE encontram-se em andamento.

A partir dessa revisão bibliográfica observou-se que existem poucas pesquisas, publicadas e/ou disponibilizadas nas referidas bases de dados, que discorram sobre as possibilidades de utilização da IA na Educação Matemática. Dentre aquelas disponíveis, destacam-se as dissertações que exploram a criação e utilização de Sistemas Tutoriais Inteligentes e *chatbots* na Educação Básica (Damasceno, 2011; Seffrin, 2015; Bittencourt, 2018; Valeriano, 2019).

O Design de Interação relaciona-se à projeção de produtos interativos, tais como: sistemas, ambientes, ferramentas, aplicativos, serviços e dispositivos. Essa projeção visa “apoiar

o modo como as pessoas se comunicam e interagem em seus cotidianos, seja em casa ou no trabalho” (Rogers, Sharp & Preece, 2013, p. 8). Nesse sentido, para que tal projeção possa ser desenvolvida, é importante verificar as necessidades do usuário e o contexto das atividades ligadas a esse produto.

A GenIA será utilizada inicialmente por professores de Matemática que possuam familiaridade com a construção de OA, para posteriormente ser explorada por professores que habitualmente não usam OA em suas práticas pedagógicas. A opção por esse direcionamento justifica-se pela necessidade de treinamento dos algoritmos de aprendizado de máquina sob a técnica de aprendizagem por reforço. Esses professores irão interagir com a plataforma por meio de uma interface que disponibilizará comandos gráficos que serão organizados em um fluxograma, maneira pela qual observa-se a presença da programação intuitiva.

Considerando essa característica, verifica-se que a relação entre o Design de Interação e a programação intuitiva pode ser estabelecida a partir das heurísticas de usabilidade (Nielsen, 2020). Essas heurísticas são entendidas como regras gerais e podem ser adaptadas conforme o produto a ser desenvolvido. São elas:

1. *Visibilidade do status do sistema*: é importante que o usuário verifique o que acontece quando ele interage com o sistema. Uma forma de possibilitar esse conhecimento é por meio do fornecimento de feedback ao usuário;

2. *Combinação entre o sistema e o mundo real*: refere-se ao fornecimento de uma experiência intuitiva ao usuário, por meio da utilização de uma linguagem familiar;

3. *Controle e liberdade do usuário*: relaciona-se à possibilidade de o usuário conseguir resolver problemas inesperados durante a utilização de um sistema, por meio, por exemplo, de botões de cancelar ou desfazer ações;

4. *Consistência e padrões*: é importante manter convenções de outros sistemas, com o intuito de atender às expectativas do usuário;

5. *Prevenção de erros*: o desenvolvedor do produto interativo pode prever alguns equívocos que talvez sejam realizados pelo usuário e criar, por exemplo, mensagens de confirmação de ações no sistema;

6. *Reconhecimento em vez de recordação*: refere-se à redução da carga de memória do usuário, para que ele possa reconhecer as informações disponibilizadas na interface do sistema;

7. *Flexibilidade e eficiência de uso*: relaciona-se à possibilidade de atender usuários com diferentes níveis de experiência sobre o sistema;

8. *Design estético e minimalista*: evitar a poluição visual de conteúdos irrelevantes ou desnecessários no sistema;

9. *Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros*: apresentar mensagens de erro ao usuário de maneira simples, sem a necessidade de indicar seus respectivos códigos de erro;

10. *Ajuda e documentação*: disponibilizar um conteúdo de ajuda que contenha informações para auxiliar o usuário a entender como concluir suas tarefas no sistema utilizado.

Na Figura 3, anteriormente apresentada, é possível observar a existência de algumas dessas heurísticas na interface da GenIA. As heurísticas que se referem à combinação entre o sistema e o mundo real e a consistência e padrões, podem ser identificadas nos painéis 2 e 3 (região A), em que os ícones apresentam uma linguagem matemática, familiar aos professores de Matemática. A região D contempla a heurística sobre ajuda e documentação. Ressalta-se, entretanto, que outros itens também estão sendo desenvolvidos no processo de criação dessa plataforma.

Além das heurísticas de usabilidade presentes no Design de Interação, é importante também considerar, no andamento da projeção de um produto interativo, o desenvolvimento do modelo conceitual (Johnson & Henderson, 2002; Rogers, Sharp & Preece, 2013). Esse tipo de modelo está relacionado à utilização do sistema pelo usuário, isto é, “o que as pessoas podem fazer com um produto e quais conceitos são necessários para entender como interagir com ele” (Rogers, Sharp & Preece, 2013, p. 40). Ou seja, o modelo conceitual relaciona-se ao sistema.

Uma das características de um modelo conceitual é a utilização de metáforas de interface. Seu uso tem o intuito de disponibilizar elementos familiares aos usuários que contribuam para a compreensão do sistema. Essa característica também vai ao encontro da segunda heurística de usabilidade já citada.

Em expressões cotidianas, é possível identificar metáforas de interface usadas diariamente por pessoas que acessam a internet, tais como: postar um comentário, navegar na web ou linkar exemplos. No âmbito educacional, por meio das diferentes formas de comunicação (escrita, voz, gestos), verifica-se também a utilização de metáforas.

Na Educação Matemática, por exemplo, Frant (2007) explicita que o professor pode utilizar as metáforas de modo consciente ou inconsciente. Esse uso visa “relacionar a matemática com situações não matemáticas da vida cotidiana dos alunos para facilitar sua compreensão” (Frant, 2007, p. 2). Reta é uma linha que não tem fim; função é uma máquina; mais é acima; para a esquerda é negativo são exemplos de metáforas utilizadas em sala de aula.

Ao considerar a interatividade entre o usuário e um produto interativo é possível observar que o uso de metáforas de interface pode contribuir com essa relação. A compreensão sobre como um software ou aplicativo funciona, pode reduzir as frustrações do usuário e otimizar as ações realizadas, por exemplo, em ambientes de programação intuitiva. Interrupções por falta de entendimento sobre os recursos disponibilizados podem ser evitadas.

Em busca de compreensões sobre ambientes de programação intuitiva, além da existência do modelo conceitual, considera-se também, a existência do modelo mental. Esse modelo é elaborado pelo usuário e pode ser atualizado conforme a utilização desse ambiente. Para Nielsen (2010) os modelos mentais criados pelos usuários podem ser razoavelmente precisos e úteis, desde que os desenvolvedores do sistema elaborem uma interface que favoreça a comunicação entre o usuário e o software, por exemplo.

Dessa forma, salienta-se a importância em investigar as possíveis contribuições e relações entre os modelos conceitual e mental. A convergência entre esses modelos pode fornecer elementos para o entendimento sobre ambientes de programação intuitiva, em particular, sobre a GenIA.

Além disso, considera-se que uma maneira de possibilitar a utilização fluida de um produto interativo seja por meio do fornecimento de feedbacks ao usuário, que pode também, potencializar a visibilidade do status desse sistema e contribuir com a atualização do modelo mental. Nesse sentido, vislumbra-se a implementação de recursos de IA que privilegiem esse fornecimento, bem como, a proposta para a concepção de uma interface. Visando contribuir com a usabilidade dessa plataforma, serão levados em consideração os critérios ergonômicos, descritos na sequência.

Concepção da interface

Conforme apresentado anteriormente, a GenIA é uma plataforma que tem como objetivo possibilitar a construção de OA de Matemática. No intuito de contribuir com a sua usabilidade

e com a difusão da prática de construção de OA, que levem em consideração as necessidades de professores e alunos, envolvidos nos processos educacionais, sugere-se o desenvolvimento de uma proposta para a concepção da sua interface. Os critérios considerados nessa abordagem foram selecionados por serem compatíveis com a estratégia adotada em seu design, além de possibilitar a correção de possíveis falhas da interface. Além disso, tais critérios têm como objetivo contribuir com o contexto educacional, por meio da prática de construção de OA de Matemática.

A metodologia adotada para o encaminhamento desta abordagem, a PDE, relaciona-se ao estudo sistemático de concepção, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais. Os estudos sistemáticos, que compreendem a revisão de literatura na fase preliminar, estão em andamento. Essa revisão compreende a investigação de estudos de pesquisas acerca da implementação de critérios ergonômicos em interfaces interativas para fins educacionais.

A fase de prototipagem considera uma sequência de ações que têm como objetivo aprimorar e refinar possíveis intervenções na interface da GenIA. A validação prevê a verificação da praticidade e eficácia, ou seja, avalia se as ações realizadas atingiram o objetivo proposto. Essas fases encontram-se em andamento e visam considerar os aspectos ergonômicos, fundamentados no Design de Interação, explicitados a seguir.

Design de Interação e Ergonomia

Em concordância com as ideias apresentadas por Rogers, Sharp & Preece (2013), pode-se entender design como o ato de designar ou projetar, indicando o planejamento como uma de suas possibilidades. Lobach (2001, p. 14) define design como o “processo de adaptação do meio ambiente às necessidades físicas e psíquicas dos homens na sociedade.” Ainda, segundo esse autor, ao design são atribuídas as atividades de gerar e gerenciar projetos em diferentes áreas, que levem em consideração valores formais, funcionais e estéticos.

Nesse sentido, na busca por soluções que podem ser aplicadas ao contexto educacional, a GenIA é uma opção para construção de OA de Matemática. A proposta para a concepção de sua interface irá considerar a Ergonomia.

A inserção dessa área de conhecimento tem como objetivo otimizar as interações humanas voltadas aos processos educacionais. No que se refere à sua adoção no

desenvolvimento da proposta de concepção da interface da GenIA, ela deve ser capaz de motivar a sua utilização, uma vez que ela é adaptada aos seus usuários.

A Ergonomia pode ser definida como:

[...] a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, é uma profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos de concepção, a fim de otimizar o bem-estar humano e global do sistema de desempenho. Ergonomia contribui para a concepção e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, a fim de torná-las compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações das pessoas (International Ergonomics Association, 2000, não p.).

Cybis, Betiol & Faust (2015, p. 242) definem Ergonomia “como a adaptação de um dispositivo a seu operador e a atividade que ele realiza.” Nessa abordagem, pode-se considerar que o principal objetivo da Ergonomia é o desenvolvimento e a aplicação de técnicas que possibilitem a adaptação do homem à sua atividade, de maneira eficiente e segura. Ela visa a otimização e o bem-estar no trabalho, para o aumento da produtividade. Para proporcionar um manuseio proveitoso, a Ergonomia busca uma adaptação do homem com a máquina que evite um esforço excessivo do usuário. Ela ainda aumenta a segurança, o conforto e a eficiência do sistema e da qualidade de vida (Reitz, Amaral & Cybis, 2004).

Ao considerar as propostas de Nielsen (1993), Shneiderman & Plaisant (2004), Bastien e Scapin (1997), os Princípios de design do Android⁴ e a Norma ISO/ABNT 9241:110 (2012), os autores Cybis, Betiol & Faust (2015) apresentam um conjunto de dez critérios ergonômicos, resultantes da seleção de critérios, princípios e regras para a Ergonomia das interfaces e para experiência do usuário. Esta seleção tem o intuito de minimizar possíveis problemas ergonômicos em software interativo. Segue uma breve apresentação de cada um deles.

1. Poder de marcar a experiência: preocupa-se com que as interações do usuário com a interface possam gerar percepções positivas. Para isso, sugere-se a implementação das qualidades: o poder de encantar, o poder de surpreender e o poder de simplificar, capazes de tornar essas interações marcantes.

A tela inicial é o primeiro contato que o usuário tem com a GenIA e uma das formas de marcar a sua experiência está atrelada à beleza estética de sua interface. Espaços estéticos que incluem animações, efeitos sonoros, fontes, cores etc., são efeitos sutis que podem contribuir para uma experiência marcante do usuário com a plataforma. Disponibilizar ícones belos e

⁴ Recuperado de <https://developer.android.com/distribute/best-practices/develop/use-material-design?hl=pt-br>.

sensatos, que reduzem o esforço cognitivo para a realização de tarefas e possibilitar a sua personalização, podem tornar a experiência satisfatória emocionalmente, isto é, propiciando percepções positivas ao usuário.

2. *Condução às ações do usuário*: se refere ao fato de que a interface deve apresentar orientações claras e concisas. Tais orientações podem ser dispostas em diferentes formatos, como textos, vídeos, ícones, sons ou imagens, e têm como objetivo oportunizar o uso da plataforma por novos usuários.

A condução às ações do usuário preocupa-se em informar quanto ao estado do sistema, indicando as ações que estão sendo realizadas por ele. Além disso, é importante o encaminhamento correto para a realização de determinada ação com a apresentação de possíveis alternativas quando diversas ações forem possíveis para tal. O feedback imediato reflete diretamente na satisfação e confiança do usuário.

3. *A qualidade das apresentações*: para Cybis, Betiol & Faust (2015, p. 31) “o entendimento de uma tela depende fundamentalmente do significado, da legibilidade e da distribuição relativa das informações dos objetos nela apresentados.” Uma interface com apresentações significativas prioriza a adequação entre o conteúdo e a expressão destas apresentações. Esse tipo de interface apresenta os nomes das funções e dos objetos de interação familiares para os usuários, dos códigos são representativos do conteúdo e a imediata interpretação de suas abreviações.

Deve-se ter cuidado com a linguagem adotada na interface, de modo que suas formas possibilitem o reconhecimento e a interpretação de seus significados pela própria experiência de seus usuários.

4. *Ajuda e aprendizado*: este critério “preconiza que uma interface apoie o usuário em seu aprendizado do sistema e na busca de ajuda para poder realizar uma atividade” (Cybis, Betiol & Faust, 2015, p. 35). Além disso visa diminuir o número de erros cometidos e assim contribuir com o aprendizado do usuário, por meio de informações de possíveis erros e suas consequências durante uma sequência de interações.

5. *A carga de trabalho*: refere-se aos elementos da interface que privilegiam a redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário. Este critério surge da necessidade de reduzir a carga cognitiva e motora do usuário na realização de atividades intensas e repetitivas, no intuito de minimizar a probabilidade de erros cometidos durante o uso de um sistema.

A carga de trabalho preocupa-se com a garantia da realização de tarefas com eficiência que sejam concluídas com o menor número de ações possíveis reduzindo assim, o consumo de tempo durante a interação do usuário com o software.

6. *Controle explícito*: é aplicado às tarefas longas e sequenciais nas quais os processamentos são demorados. Se preocupa com as redundâncias e com a minimização dos erros por meio da especificação e explicitação dos controles de ações de entrada, realizadas pelo usuário. É uma forma de garantir a possibilidade de o usuário interromper, cancelar, reiniciar, retomar ou finalizar uma tarefa, dentre outras ações, que permitam o controle de suas interações com o sistema.

7. *A adaptabilidade*: uma interface que atende a esse critério busca equilíbrio entre os diferentes tipos de usuários. Para isso, disponibiliza distintas formas para a realização de uma tarefa, possibilitando o desenvolvimento de diversas estratégias para a sua conclusão.

A adaptabilidade compreende a personalização da interface de acordo com as estratégias, necessidades de trabalho e contexto de utilização do usuário. Ademais, recomenda-se o desenvolvimento de interfaces assistentes para que possam atender a usuários de diferentes níveis de experiência.

8. *Gestão de erros*: este critério se refere ao tratamento dos erros de modo a evitar ou pelo menos reduzir sua ocorrência, reforçando a correção pelo usuário ou pelo sistema. Podem ser considerados como erros as entradas de dados inválidos e a sintaxe de comando incorreto, os quais podem ser prejudiciais na consecução de uma atividade. É importante ressaltar que não se trata do erro pedagógico, mas de erros na utilização da plataforma.

No intuito de minimizar os danos causados pelos erros, é importante que o software os detecte e os previna antecipadamente. Para isso, espera-se que o usuário seja orientado quanto a maneira mais eficiente para identificar e sugerir solução do problema.

9. *Homogeneidade/coerência*: se preocupa com a distribuição e padronização dos objetos na tela. Uma interface que privilegia esse critério, apresenta seus códigos, denominações, procedimentos, comandos, rótulos, ícones etc. idênticos, sob um mesmo contexto. Igualmente, quando tais elementos são diferentes, são dispostos em contextos distintos. O cuidado em projetar os objetos da interface de acordo com o contexto de suas funcionalidades permite que seus itens sejam localizados rapidamente acarretando menor carga de trabalho para o usuário.

10. *Compatibilidade*: este critério prevê que as características do sistema sejam compatíveis com as do usuário, ou seja, que considerem aspectos cognitivos, demográficos e culturais. A adoção desse critério na concepção de uma interface pode favorecer o aprendizado e a utilização do sistema, uma vez que sua linguagem é familiar ao usuário e orienta as tarefas em execução. No caso do desenvolvimento de concepção da interface da GenIA, suas características serão apresentadas conforme os conhecimentos prévios de professores de Matemática.

Ao apresentar características compatíveis com os conhecimentos e competências de seus usuários, este critério prevê a interface de um software que possa atender a possíveis dificuldades perceptivas, de controle motor e ainda, divergências culturais.

A compreensão de cada um desses critérios constitui o ponto de partida para o desenvolvimento de um conjunto de qualidades ergonômicas que possam promover a usabilidade da GenIA, favorecendo, desta forma, a interatividade entre usuário e máquina. Os critérios estão sendo analisados e poderão ser adaptados, complementados ou até mesmo desconsiderados para serem ou não incorporados na proposta de concepção da interface da plataforma. Vale ressaltar que uma possível adequação na adoção de tais critérios considera a transposição para o âmbito educacional. Caso seja necessário complementar esses critérios, pretende-se ampliar os estudos sistemáticos, fase preliminar da PDE, que compreende uma revisão de literatura.

Considerações finais

Este artigo apresentou um projeto que, para sugerir um caminho que pudesse responder à questão norteadora, indicou três abordagens que contemplam o desenvolvimento, a busca por compreensões sobre ambientes de programação intuitiva e a proposta de concepção da interface de uma plataforma para construção de OA de Matemática.

Foram descritos os processos envolvidos na criação dessa plataforma, localizando cada abordagem na aplicação dos aspectos metodológicos da PDE, apontando o estágio de evolução e considerando as atividades a serem desenvolvidas.

Diferentemente de outros aplicativos e plataformas, nos quais a programação é feita por blocos, a GenIA prevê a construção dos OA por meio de fluxograma. A IA irá assistir a construção dos OA com algoritmos de aprendizado de máquina. Para tanto, será necessário

abastecer a plataforma com amostras positivas e negativas de um conteúdo específico que, num primeiro momento, será função polinomial do 1º grau. As amostras que irão compor o reforço dos algoritmos podem contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática sob maneiras diversas. O direcionamento da IA durante a construção do OA pode proporcionar, por exemplo, a redução do tempo de sua criação, bem como a personalização do conteúdo, que podem ser diferenciais relacionados aos processos educacionais.

Na busca por compreensões sobre ambientes de programação intuitiva, observou-se que as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen (2020) vão ao encontro dos critérios ergonômicos indicados por Cybis, Betiol & Faust (2015). Essa convergência, que se revela presente nas pesquisas descritas neste artigo, pode contribuir para potencializar a usabilidade e a interatividade do usuário.

Ao se considerar como os aspectos ergonômicos podem interferir no uso de recursos educacionais tecnológicos, propõe-se a concepção de uma interface que privilegie a interatividade do usuário, tendo como pressupostos a Ergonomia e o Design de Interação.

As abordagens elucidadas neste artigo são objetos de pesquisa em nível de doutoramento. A pesquisa que visa o *desenvolvimento da plataforma* está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (PPGFCET/UTFPR). A plataforma é o produto educacional oriundo da pesquisa. As *compreensões teóricas* e a *concepção da interface* são objeto de estudo das outras duas pesquisas de doutoramento acadêmicas, e estão vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná (PPGECM/UFPR).

A conclusão da primeira versão da plataforma, bem como a proposta de concepção da sua interface, considerando os critérios ergonômicos adotados, tem previsão para acontecer ao longo de 2022. A compreensão teórica sobre IA e programação intuitiva nos processos educacionais de Matemática perpassa o desenvolvimento destas pesquisas de forma concomitante e colaborativa em cada microciclo da PDE, o que indica tal metodologia como uma possibilidade para o desenvolvimento de pesquisa em Educação Matemática.

Referências

ABNT NBR 9241 – 110 (2012). Ergonomia da interação humano-sistema – *Parte 110: Princípios de diálogo*.

- Balbino, R., & Mattos, S. G. de. (2021). Uma Proposta de Utilização da MPEDUC para a Construção de Objetos de Aprendizagem. In M. A. Kalinke & M. S. Motta. (Org.). *Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões* (pp. 57-74). Campo Grande, MS: Life Editora.
- Bastien, C., & Scapin, D. (1993). RT-0156 – *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. Rapport technique de l'INRIA. Recuperado de <https://hal.inria.fr/inria-00070012/document>.
- Bicudo, M. A. (2011). (Org.). *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.
- Bittencourt, W. N. (2018). *A utilização do Tutor Inteligente MAZK no processo de ensino-aprendizagem*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193343>.
- Cybis, W., Betiol, A. H., & Faust, R. (2015). *Ergonomia e Usabilidade – Conhecimento, Métodos e aplicações*. (3. ed.). São Paulo: Novatec Editora Ltda.
- Damasceno, F. R. (2011). *Concepção e desenvolvimento do agente tutor e modelo de aluno no ambiente inteligente de aprendizagem PAT2MATH*. (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. Recuperado de <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3940>.
- Frant, J. B. (2007). O uso de metáforas nos processos de ensino e aprendizagem da representação gráfica de funções: O discurso do professor. In *Anais da 30ª Reunião Anual da ANPED*, Caxambu, MG. Recuperado de <http://30reuniao.anped.org.br/trabalhos/GT19-3462--Int.pdf>.
- International Ergonomics Association. (2000). Recuperado de <https://iea.cc/>.
- Johnson, J., & Henderson, A. (2002). Conceptual models: begin by designing what to design. *Interactions*, 9(1), 25-32. <https://doi.org/10.1145/503355.503366>.
- Kalinke, M. A., & Mocrosky, L. F. (2014). Objetos de Aprendizagem e Lousas Digitais: uma Experiência no Curso de Licenciatura em Matemática. In A. Richit. (Org.). *Tecnologias Digitais em Educação: perspectivas teóricas e metodológicas sobre formação e prática docente* (pp. 57-86). Curitiba, PR: Editora CRV.
- Kalinke, M. A., & Balbino, R. O. (2016). Lousas Digitais e Objetos de Aprendizagem. In M. A. Kalinke. & M. S. Motta. (Org.). *A Lousa Digital & Outras Tecnologias na Educação Matemática* (pp. 13-31). Curitiba, PR: Editora CRV.
- Kalinke, M. A. & Motta, M. S. (2019). À guisa de apresentações, definições e contextualizações. In M. A. Kalinke. & M. S. Motta. (Org.). *Objetos de Aprendizagem: pesquisas e possibilidades na Educação Matemática* (pp. 7-21). Campo Grande, MS: Life Editora.
- Lévy, P. (2010). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. (2. ed.) São Paulo: Editora 34.
- Lobach, B. (2001). *Design Industrial*. São Paulo: Editora Edgar.

- Motta, M. S. & Kalinke, M. A. (2019). Uma proposta metodológica para a produção de objetos de aprendizagem na perspectiva da dimensão educacional. In M. A. Kalinke. & M. S. Motta. (Org.) *Objetos de aprendizagem: pesquisas e possibilidades na educação matemática* (pp. 203-218). Campo Grande, MS: Life Editora.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Nielsen, J. (2010). *Mental Models*. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/mental-models/>.
- Nielsen, J. (2020). *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. In T. Plomp. & N. Nieveen. *Educational Design Research – Part A: an introduction* (pp. 10-51). Enschede: Netzdruk.
- Reitz, D. S., Amaral, F. G., & Cybis, W. de A. (2004). Abordagem Ergonômica de Avaliação de Websites no Âmbito da Educação à Distância. *RENOTE*, 2(2), 1-12. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.13683>.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2013). *Design de interação: além da interação homem-computador*. (3. ed.). Tradução de Isabela Gasparini. Revisão técnica de Marcelo Soares Pimenta. Porto Alegre: Bookman.
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). Learning from examples. In *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (pp. 693-767). (3. ed.). New Jersey: Pearson.
- Schank, C. R., & Riesbeck, C. K. (1989). *Inside Case-based Reasoning*. New York: Lawrence Erlbaum.
- Seffrin, H. M. (2015). *Avaliando o conhecimento algébrico do estudante através de redes Bayesianas dinâmicas: Um estudo de caso com o Sistema Tutor Inteligente Pat2Math*. (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. Recuperado de <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3793>.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the User Interface: strategies for Effective Human-Computer Interaction*. (4. ed.). [s.l.]: Pearson Addison Wesley.
- Valeriano, E. C. F. (2019). *O Sistema Tutor Inteligente MAZK no processo de ensino e aprendizagem do Pré-escolar e Ensino Fundamental I*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214716>.
- Zatti, E. A., & Kalinke, M. A. (2021). Inteligência Artificial na Educação Matemática: tendências ou “entendências”. In M. A. Kalinke. & M. S. Motta. (Org.). *Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões* (pp. 75-96). Campo Grande, MS: Life Editora.

Autores:
Evandro Alberto Zatti

Tecnólogo en Procesamiento de Datos por la Universidad Tuiuti de Paraná (UTP). Máster en Ingeniería de Producción por la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Actualmente es profesor de la Universidade Positivo, actuando en cursos relacionados con las áreas de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información.

E-mail: evandro.zatti@live.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3123-1197>

Renata Balbino

Licenciada en Matemáticas por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Especialización en Profesores de Matemáticas por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Máster en Educación Matemática por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Actualmente es profesora de Matemáticas en el Sistema Escolar Estatal en el Estado de Paraná.

E-mail: rebalbino@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3402-3422>

Silvana Gogolla de Mattos

Licenciada en Matemáticas por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Máster en Educación en Ciencias y Matemáticas por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Actualmente es profesora de Matemáticas en el Sistema Escolar Estatal en el Estado de Paraná y trabaja en la Dirección de Tecnología e Innovación Educativa de Paraná.

E-mail: syl.mattos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6685-8638>

Marco Aurélio Kalinke

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Tuiuti de Paraná (UTP). Máster en Educación por la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Doctor en Educación Matemáticas (Pontificia Universidad Católica Católica de São Paulo, 2009). Realizó postdoctorado en Ciencias de la Salud en la Università degli Studi di Milano, Itália, en 2017. Actualmente es profesor de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR) y docente del Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas (PPGECM) de la Universidad Federal de Paraná (UFPR) y del Programa de Posgrado en Formación Científica, Educativa y Tecnológica (PPGFCET) de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR).

E-mail: kalinke@utfpr.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Como citar o artigo:

ZATTI, E. A.; BALBINO, R. O.; MATTOS, S. G. de; KALINKE, M. A. Uma Proposta para a Criação de uma Plataforma Assistida pela Inteligência Artificial para Construção de Objetos de Aprendizagem de Matemática. **Revista Paradigma**, Vol. XLIII, Edición Temática: Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, pp 259-281, mayo, 2022.