

O Conceito de Ecolocalização: uma Proposta para Desenvolver o Pensamento Computacional com o Uso da GenIA

Echolocation: A Proposal for Developing Computational Thinking Using GenIA

Anne Maiara Seidel Luciano¹ • Letícia Carla de Carvalho² • Rafael Strogenski Silva Soares³
• Érica Oliveira dos Santos⁴ • Marco Aurélio Kalinke⁵

Resumo: A ecolocalização, utilizada por animais como morcegos e golfinhos, consiste na emissão de sons de alta frequência e na interpretação de seus ecos para mapear o ambiente. Esse processo se assemelha à identificação de padrões matemáticos, elemento essencial para o desenvolvimento do pensamento algébrico e, consequentemente, do Pensamento Computacional (PC). Partindo dessa analogia, este trabalho investiga como elaborar uma atividade, utilizando a plataforma GenIA, que promova o desenvolvimento do pensamento algébrico como parte integrante do PC. A plataforma GenIA foi escolhida por ser uma plataforma de criação de Objeto de Aprendizagem (OA) com programação intuitiva. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e segue os princípios da Pesquisa em Design Educacional (PDE), estruturada em três fases: preliminar, dedicada ao levantamento do referencial teórico; prototipagem, voltada à criação do OA; e avaliação, com foco nas observações sobre a relação entre o OA desenvolvido e os pilares do PC. Os aportes teóricos apresentados evidenciam a relação entre o pensamento algébrico e o PC, alinhando-se ao eixo de cultura digital proposto pela BNCC, com o uso de Tecnologias Digitais (TD). Como resultado, este estudo propõe um OA de ecolocalização, planejado para abordar os quatro pilares do PC e estimular o desenvolvimento do pensamento algébrico.

Palavras-chave: Pensamento Algébrico. Pensamento Computacional. Educação matemática. GenIA.

Abstract: Echolocation, used by animals such as bats and dolphins, involves emitting high-frequency sounds and interpreting their echoes to map their environment. This process mirrors the identification of mathematical patterns, a crucial element in developing algebraic thinking and, consequently, Computational Thinking (CT). Based on this analogy, this work investigates the design of an activity, using the GenIA platform, to promote the development of algebraic thinking as an integral part of CT. The GenIA platform was chosen for its intuitive programming capabilities in creating Learning Objects (LO). The research adopts a qualitative approach and follows the principles of Educational Design Research (EDR), structured in three phases: preliminary, focused on the theoretical framework; prototyping, aimed at the creation of the Learning Object (LO); and evaluation, centered on observations regarding the relationship between the developed LO and the pillars of CT. The presented theoretical contributions highlight the relationship between algebraic thinking and CT, aligning with the BNCC's digital culture axis through the use of Digital Technologies (DTs). As a result, this study proposes an echolocation-based LO designed to address the four pillars of CT and stimulate the development of algebraic thinking.

Keywords: Algebraic Thinking. Computational Thinking. Mathematics Education. GenIA.

1 Introdução

Durante um longo período, o currículo da educação básica manteve como uma de suas

¹ Nome da Instituição por extenso • Cidade, UF — País • * nome@provedor.com.br • ORCID xxxxxxxx (O link do Orcid é opcional para todas autoras e autores)

² Nome da Instituição por extenso • Cidade, UF — País • * nome@provedor.com.br • ORCID xxxxxxxx

³ Nome da Instituição por extenso • Cidade, UF — País • * nome@provedor.com.br • ORCID xxxxxxxx

⁴ Nome da Instituição por extenso • Cidade, UF — País • * nome@provedor.com.br • ORCID xxxxxxxx

⁵ Nome da Instituição por extenso • Cidade, UF — País • * nome@provedor.com.br • ORCID xxxxxxxx **ESSES DADOS DEVEM SER PREENCHIDOS UNICAMENTE NA VERSÃO FINAL, COM AS REVISÕES APÓS A DECISÃO EDITORIAL.**



características a fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas e graduadas, com a valorização de determinadas áreas do conhecimento em detrimento de outras, mantendo, predominantemente um modelo único para atender à diversidade de escolas em todo o país. No entanto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), busca romper com esse modelo, ao possibilitar múltiplas organizações curriculares.

Essa nova abordagem requer autonomia em sua organização, promovendo maior protagonismo por parte das redes de ensino. Contudo, também apresenta desafios, como a necessidade constante de atualização e reorganização de práticas pedagógicas por parte dos professores como, por exemplo, a utilização de Tecnologias Digitais (TD), para atender as competências gerais propostas pela BNCC.

Assim, coube aos professores o papel de repensar, planejar e estruturar suas práticas docentes para discutir esses desafios. Nessa linha de raciocínio, a BNCC propõe a Cultura Digital como uma competência geral. Conforme descrito no texto, essa competência é definida um conjunto de habilidades que possibilitam

[...] compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

Dessa forma, a BNCC destaca que a Cultura Digital transcende o simples uso de softwares, simuladores e Objetos de Aprendizagem (OA). A integração das TD na Educação não deve se limitar a seu uso como ferramenta auxiliar, mas sim como recurso para a construção de conhecimento pelos estudantes, incluindo a compreensão crítica do próprio uso das TD.

A plataforma GenIA oferece uma abordagem intuitiva para o ensino, a qual investigamos neste trabalho com a contextualização a partir de atividades para conhecimento do conceito de ecolocalização, com base na habilidade EF04MA11 da BNCC. Esta habilidade consiste em identificar regularidades em sequências numéricas compostas por múltiplos de um número natural. A ecolocalização é um conceito da Biologia que também envolve a identificação de padrões ou regularidades em sequências numéricas, requisito essencial para o desenvolvimento do pensamento algébrico dos estudantes.

Com a GenIA, é possível criar OA e, na proposta aqui apresentada, exploramos o ensino do pensamento algébrico, de forma mais interativa, com a criação de OA específico para o tema ecolocalização de forma multidisciplinar buscando o desenvolvimento também do trabalho com



Pensamento Computacional (PC). Adotamos o conceito de OA como sendo “qualquer recurso virtual multimídia, que pode ser usado e reutilizado com o intuito de dar suporte à aprendizagem de um conteúdo específico, por meio de atividade interativa, apresentada na forma de animação ou simulação”, tal como proposto em Kalinke e Balbino (2016, p. 25).

A plataforma GenIA permite a criação de atividades personalizadas que contribuem, dentre outras possibilidades, para identificar padrões, regularidades e relações entre os números de forma visual e interativa. No OA de ecolocalização criado para a atividade, os estudantes podem interagir com as sequências numéricas de múltiplos de um número natural de uma maneira dinâmica e prática. É válido ressaltar que a GenIA utiliza uma Programação Intuitiva fundamentada em fluxogramas, que:

[...] implementa a programação intuitiva de um modo diferente dos softwares citados [Scratch e App Inventor]. 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 (Zatti et al., 2022, p. 265).

Essa estrutura de fluxograma torna a plataforma mais acessível, eliminando a necessidade de conhecimento prévio em linguagens de programação. A programação intuitiva é compreendida como:

[...] uma linguagem de programação destinada à construção de projetos educacionais em ambientes computacionais que não necessitem o domínio de uma linguagem de programação específica e que apresentem características de similaridade, visualização e acessibilidade (Balbino et al., 2021, p. 19).

Visando colaborar com professores e estudantes por meio da utilização da GenIA, este trabalho se propõe a responder à seguinte questão: como oferecer uma proposta de atividade utilizando a plataforma GenIA para trabalhar o pensamento algébrico, como parte do Pensamento Computacional?

2 A relação entre o estudo dos padrões e o desenvolvimento do pensamento algébrico

O PC tem ganhado destaque como uma habilidade importante para o século XXI, transcendendo as fronteiras da ciência da computação e se tornando relevante para diversas áreas do conhecimento. Wing (2006, p. 33) argumentava que o PC deveria ser uma habilidade essencial para todos, independentemente de sua área de atuação. Em uma definição com foco específico na ciência da computação, Wing (2011) conceitua o PC como: “os processos de

pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, de modo que estas possam ser representadas de maneira a serem efetivamente executadas por um agente de processamento de informações” (WING, 2011, p. 20, tradução nossa). Com base nas concepções de Wing, Brackmann *et al.* (2016) propuseram quatro pilares fundamentais do Pensamento Computacional: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos, que permitem que as pessoas resolvam problemas complexos de forma estruturada. Brackmann *et al.* (2016) descreve os quatro pilares da seguinte maneira:

O PC envolve identificar um problema complexo e dividi-lo em partes menores e mais fáceis de gerenciar (pilar da Decomposição). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com mais profundidade, identificando problemas semelhantes que foram resolvidos anteriormente (pilar do Reconhecimento de Padrões), focando apenas nos detalhes importantes, enquanto as informações irrelevantes são ignoradas (pilar da Abstração). Por fim, etapas ou regras simples podem ser criadas para resolver cada um dos subproblemas encontrados (pilar dos Algoritmos) (Traduzido de Brackmann *et al.*, 2016, p. 1).

A partir de uma perspectiva voltada para o ensino de Matemática, área em que o termo PC foi inicialmente incorporado à BNCC, este trabalho adota a definição proposta por Navarro (2021, p. 134). A autora concebe o PC como uma composição de três nexos conceituais interligados: pensamento algébrico, pensamento algorítmico e resolução de problemas, destacando a importância do desenvolvimento integrado desses elementos no processo de ensino-aprendizagem. Neste estudo, o foco recai especialmente sobre o pensamento algébrico, explorado por meio de uma atividade contextualizada com a temática da ecolocalização, buscando integrar conceitos matemáticos a situações reais para os estudantes.

A Álgebra, no Ensino Fundamental (EF), conforme estabelecido pela BNCC, tem como objetivo desenvolver o pensamento algébrico nos estudantes. Isso significa incentivá-los a criar modelos matemáticos para compreender, representar e analisar as relações quantitativas e qualitativas entre grandezas, utilizando estruturas matemáticas que empregam letras e símbolos.

O pensamento algébrico abrange estratégias de cálculo mental, escrito, por estimativa ou exato, pelo qual se aplicam as propriedades das operações e da linguagem matemática. Dito isso, o pensamento algébrico caracteriza-se por possibilitar aos alunos um movimento que vai da observação de situações à generalização e sistematização de uma estratégia (com formalização de uma linguagem algébrica ou não) (Navarro, 2021, p.121).

Com essas características, o pensamento algébrico permite compreender o mundo de forma mais estruturada e organizada desvendando as relações que não são evidentes nos fenômenos observáveis. Com isso, Navarro (2021, p. 118) define pensamento algébrico como

“uma atividade puramente humana, sendo um modo de produção de significados. O pensamento algébrico é um meio profícuo de sistematizar a realidade, moldar conjunturas e desenvolver modelos”.

O pensamento algébrico, embora abstrato em sua essência, precisa se conectar com a realidade concreta. Para isso, é preciso romper com a percepção imediata e superficial dos elementos que nos cercam, questionando o que é evidente e buscando uma compreensão mais profunda e abrangente. A BNCC corrobora essa ideia ao destacar que:

Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa (Brasil, 2018, p. 271).

O desenvolvimento do PC exige que os estudantes identifiquem padrões e regularidades em sequências numéricas e não numéricas. A BNCC destaca que a “habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos” (Brasil, 2018, p. 271).

O termo "padrão" possui uma ampla aplicação e pode ser reconhecido sempre que verificamos regularidades em sons, formas, arranjos de números ou figuras, não se restringindo apenas a padrões visuais. Conforme afirmam Vale e Pimentel (2011), identificamos um padrão quando percebemos regularidades, indicando que algo se repete de forma previsível. Além disso, o estudo dos padrões auxilia os estudantes a compreender e manipular expressões algébricas, equações e funções, por exemplo. Ao trabalhar com padrões, eles são incentivados a pensar de forma abstrata e a reconhecer a estrutura subjacente aos problemas matemáticos.

Essa abordagem prepara estudantes para lidar com conceitos mais avançados de álgebra, como equações lineares, sistemas de equações, polinômios e outros. Dessa forma, o estudo de padrões se torna uma etapa essencial no desenvolvimento do pensamento algébrico, pois favorece a construção das habilidades necessárias para compreender e resolver problemas matemáticos mais complexos.

Neste trabalho apresentamos uma proposta de um OA sobre ecolocalização, entendendo que ao realizar a atividade planejada nele, isto pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento algébrico, junto aos estudantes. Por exemplo, com a atividade para calcular a distância percorrida pelo som na ecolocalização (emissão, reflexão e retorno) se pretende a



realização de cálculo mental e a estimativa, explorando relações entre tempo e distância e aplicando raciocínio lógico para obter uma resposta aproximada.

Com base nesse contexto, será apresentado um OA sobre ecolocalização com vistas a oferecer uma proposta que desenvolva pensamento algébrico e PC, tal como detalhado na metodologia a seguir.

3 Metodologia

Para responder à questão norteadora, adotou-se uma abordagem qualitativa, considerando a posição de Goldenberg (2004, p. 49) de que este tipo de pesquisa é essencial para a compreensão profunda de fenômenos sociais, dada a importância do aspecto subjetivo da ação humana. A metodologia utilizada foi a Pesquisa em Design Educacional (PDE), caracterizada como um estudo sistemático voltado para o planejamento, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais, como programas, estratégias de ensino e materiais didáticos. Conforme Plomp (2007, 2013), a PDE tem dois objetivos centrais: solucionar problemas educacionais específicos e gerar conhecimento sobre o processo de design dessas intervenções. Seu processo é iterativo⁶, envolvendo sucessivas etapas de análise, concepção, avaliação e reformulação, até que se atinja um equilíbrio satisfatório entre os objetivos propostos e os resultados efetivamente alcançados.

De acordo com Plomp (2007, p. 25), a PDE organiza-se em três fases principais: preliminar, prototipagem e avaliação. Na fase preliminar, foi realizada uma revisão da literatura com o intuito de delimitar o conceito de PC a ser abordado, bem como o pilar do pensamento algébrico que serviria de foco à intervenção. Essa etapa foi fundamental para o embasamento teórico do estudo e para a definição dos objetivos pedagógicos do objeto de aprendizagem.

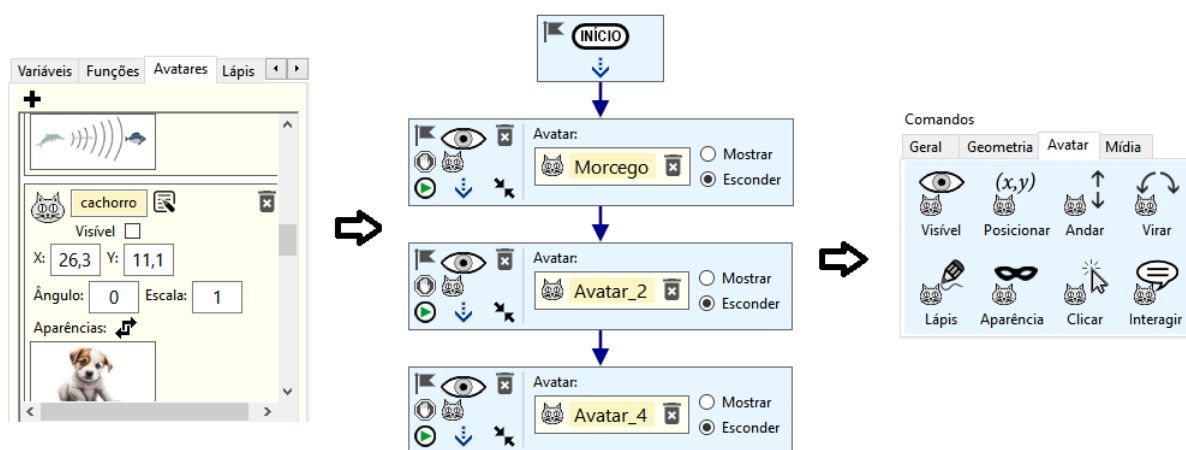
Na fase de prototipagem, desenvolveu-se o OA a ser investigado. Com o objetivo de criar uma proposta multidisciplinar que articulasse o pensamento algébrico ao reconhecimento de padrões, escolheu-se a ecolocalização como tema central do OA. Essa escolha permitiu integrar conhecimentos da matemática e das ciências naturais, promovendo uma abordagem mais contextualizada e expressiva. O OA foi desenvolvido na plataforma GenIA, selecionada por sua interface intuitiva, pela utilização de programação em fluxograma, e por ser uma ferramenta gratuita, o que amplia seu potencial de aplicação em diferentes contextos escolares.

⁶ 1 Ato de iterar; repetição. 2 ÁLG Resolução de equação por meio de uma sequência de operações em que a definição de cada uma é o resultado da que a precede. Fonte: <https://michaelis.uol.com.br>

Essa escolha reflete a preocupação da pesquisa em propor soluções acessíveis e alinhadas às realidades da educação básica.

Para a programação da apresentação das atividades foram usados avatares, controlados pelo comando "visível" na aba "avatar" (Figura 1), permitindo a apresentação das imagens a cada etapa: diálogo inicial, reconhecimento dos animais (com e sem ecolocalização) e exercícios algébricos.

Figura 1: Programação para os Avatares do OA

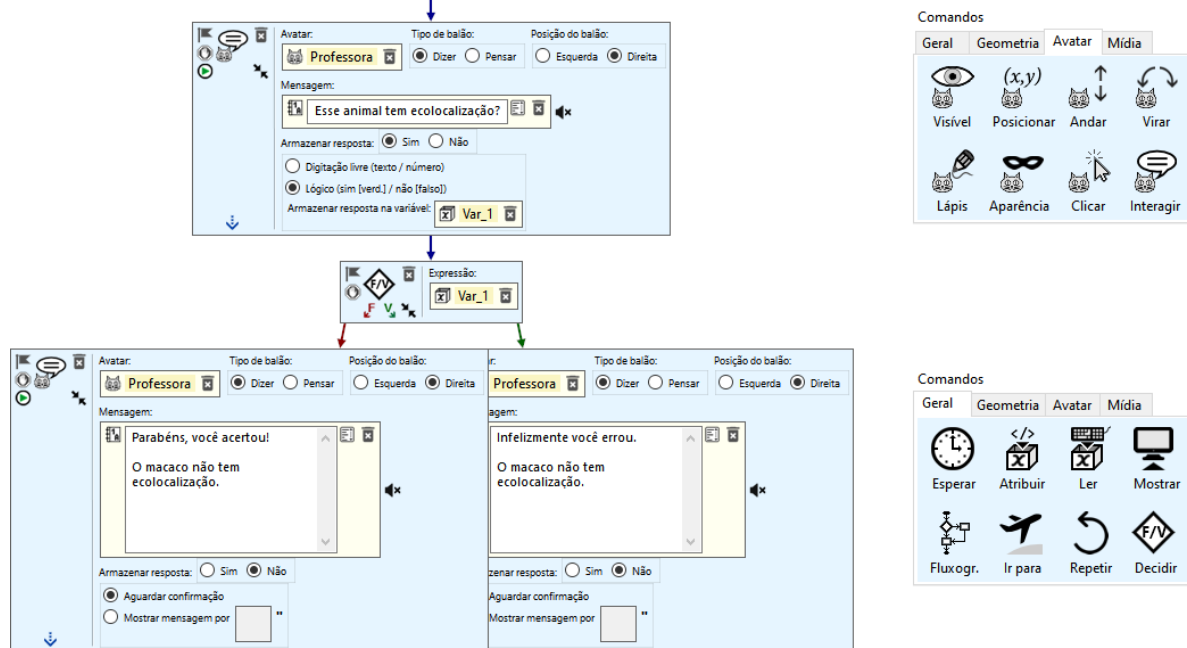


Fonte: Os autores (2024)

O comando "interagir" (aba "avatar") gerenciou a interação do avatar com o usuário, armazenando logicamente as respostas (sim/não). O comando "decidir" (aba "geral") permitiu a tomada de decisões pelo usuário, guiando o fluxo da atividade conforme a correção das respostas. Uma variável, para armazenar dados durante a execução do programa, foi utilizada para registrar as respostas.

Em resumo, a integração dos comandos "interagir" e "decidir", combinada com o uso de variáveis para armazenar as respostas do usuário, criou uma atividade dinâmica e responsiva na plataforma GenIA (Figura 2). Essa estrutura permite que o OA forneça retorno imediato, guiando o usuário na resolução do problema, a partir de suas respostas, possibilitando uma interação mediada. um processo de ensino e aprendizagem. A representação visual do fluxo de decisões, bem como a visibilidade dos avatares inclusos no decorrer da atividade, pode contribuir para a clareza e compreensão do funcionamento do OA, visando o desenvolvimento do pensamento algorítmico.

Figura 2: Programação para Interação com usuário



Fonte: Os autores (2024)

Na fase de avaliação, são apresentadas as observações referentes à relação entre o OA e os elementos do PC, que serão aprofundadas na seção seguinte. O OA desenvolvido está disponível no site da plataforma GenIA⁷, na seção "Objetos de Aprendizagem" com o nome "Biologia: conhecendo a ecolocalização"⁸. O acesso a este e aos demais OA disponibilizados na plataforma é gratuito. Além disso, a GenIA é uma plataforma aberta, permitindo tanto a utilização quanto a criação de novos OA por seus usuários.

4 OA desenvolvido e relação com o PC

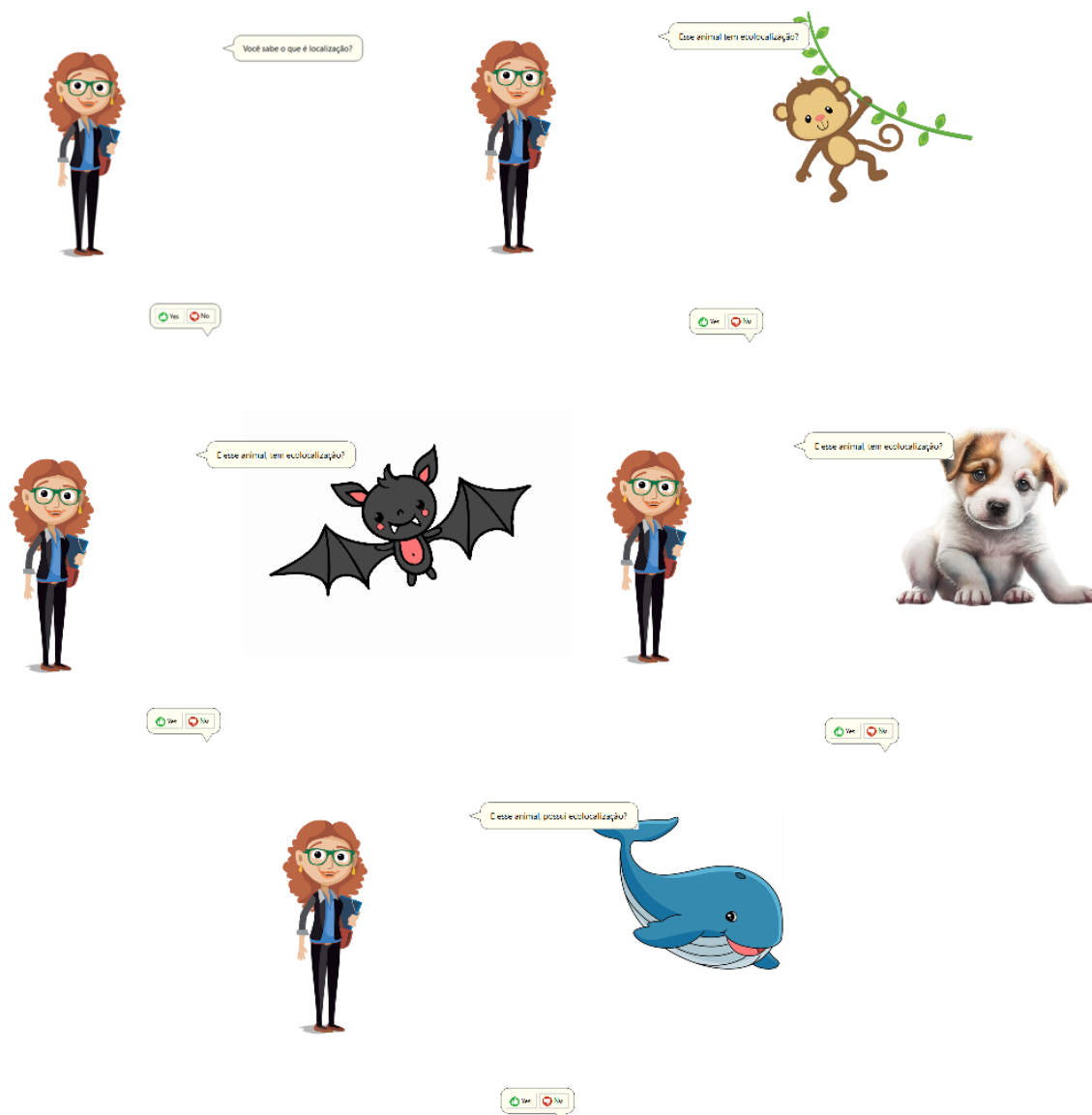
O OA desenvolvido inicia com um avatar, que interage com o usuário, questionando-o sobre o conceito de ecolocalização. Após essa introdução, o avatar apresenta diferentes animais, solicitando ao usuário que identifique quais deles utilizam a ecolocalização.

Neste momento, por meio do pilar de abstração o usuário deverá iniciar a elaboração do que seria ecolocalização. Tal exercício mental pode começar fazendo uso da língua portuguesa e da interpretação da etimologia da palavra que possivelmente levará a pensar que o animal é capaz de se localizar no ambiente. A Figura 3 apresenta as telas com a interação sobre quais animais possuem a habilidade de ecolocalização.

⁷ Disponível no site: plataformagenia.com

⁸ Link direto para o OA: <https://img1.wsimg.com/blobby/go/3a659500-6d53-432e-b70b-261618d9a2de/downloads/ecolocaliza%C3%A7%C3%A3o%20-%20Anne%20Seidel.zip?ver=1735655190729>

Figura 3: Imagens dos avatares utilizados no OA de ecolocalização



Fonte: Os autores (2024)

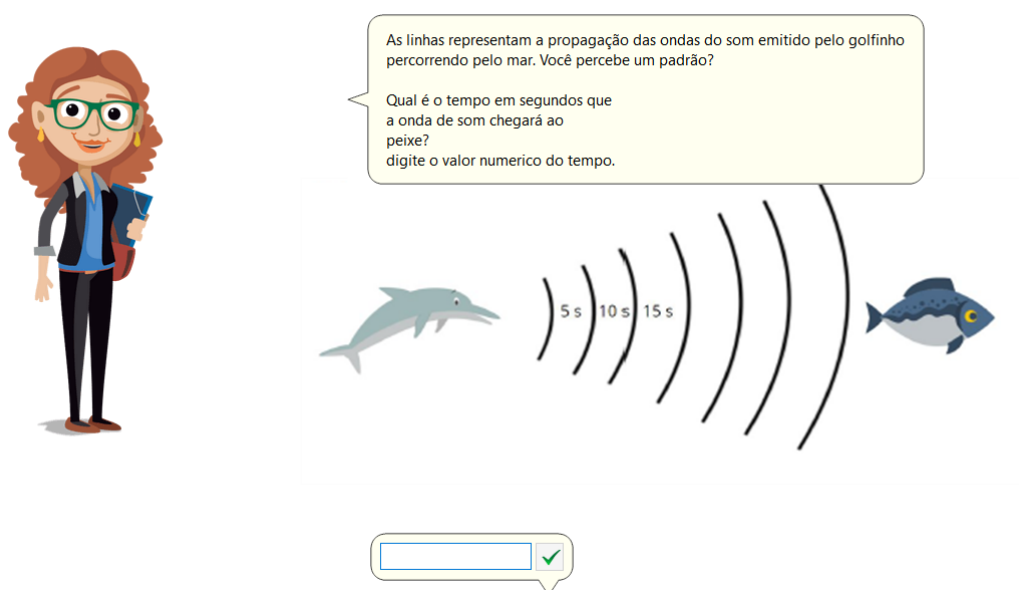
Após este ponto se inicia o pilar do pensamento algorítmico. O estudante precisará criar passo a passo com tentativa e erro a sua definição de ecolocalização. O único recurso que o OA apresentará para isso é se o animal que aparece possui ou não ecolocalização. A cada passo o estudante poderá criar e testar o conceito criado até atingir o conceito exato ou ao menos chegar próximo o suficiente para que avance para a próxima etapa do OA. Para finalizar, o OA apresenta uma simulação envolvendo um golfinho que utiliza a ecolocalização para identificar a distância de um peixe.

Vale ressaltar que durante a atividade no OA desenvolvido, os usuários recebem retorno de sua resposta, seja ela positiva ou negativa, pois, em relação ao trabalho com criação e ou utilização de OA "a presença de erros nas respostas do aluno deve oportunizar novas

informações sobre o assunto que estão sendo trabalhados" Kalinke (2003, p. 65).

Para realizar a simulação, etapa do exercício algébrico, o usuário precisa inicialmente calcular o tempo que o som leva para chegar até o peixe (Figura 4). Em seguida, ele precisa verificar o tempo que o eco leva para retornar ao golfinho. Com base no tempo total percorrido pelo som (ida e volta) e na velocidade do som na água, o estudante precisa determinar a distância entre o golfinho e o peixe.

Figura 4: Pensamento Algébrico no OA



Fonte: Os autores (2024)

Perceba que no problema proposto, o estudante precisará interpretar o gráfico do problema, identificar o padrão existente para analisar o comportamento da variável e prever o resultado desenvolvendo o seu pensamento algébrico.

Analisando os quatro pilares do PC podemos identificar nesse OA os seguintes aspectos:

- **Decomposição:** A atividade orienta o usuário a realizar cada um dos cálculos separadamente, simplificando a resolução do problema. Essa divisão do problema em partes menores é essencial para tornar a tarefa mais tratável e fácil de compreender.
- **Reconhecimento de Padrões:** A atividade apresenta exemplos de diferentes animais que utilizam a ecolocalização, permitindo que o estudante identifique padrões na forma como esse processo funciona. Essa compreensão de padrões é fundamental para generalizar o conhecimento e aplicar os conceitos em novos cenários.

- **Abstração:** A atividade utiliza uma representação simplificada do problema, com o golfinho e o peixe representados por figuras geométricas simples. Essa abstração permite que o estudante se concentre nos aspectos essenciais do problema, ignorando detalhes irrelevantes.
- **Algoritmo:** A atividade incentiva os estudantes a criar seus próprios passos para resolver o exercício apresentado. Essa criação de um algoritmo é essencial para tornar a solução do problema sistemática e eficiente.

A participação dos usuários na utilização do OA vai ao encontro do que defende Pierre Lévy “quanto mais uma pessoa participa ativamente na aquisição de um saber, mais ela integra e internaliza o que aprendeu.” (Lévy, 2004, p. 149).

Este OA proporciona que os usuários, particularmente nosso interesse é de que seja de um público de estudantes, explorem os pilares do PC de forma prática e intuitiva, desenvolvendo habilidades essenciais para resolver problemas complexos de forma estruturada e eficiente.

5 Considerações

O OA desenvolvido nesta proposta possui caráter multidisciplinar, integrando componentes curriculares de Ciências e Matemática. Isso demonstra o potencial da plataforma GenIA para ser utilizada em diversas áreas do conhecimento, transcendendo os limites de uma única disciplina.

Com essa proposta, buscamos responder à questão norteadora da pesquisa, apresentando uma atividade baseada em um OA de ecolocalização, programado na plataforma GenIA. Essa atividade tem como objetivo desenvolver o Pensamento Algébrico, nexa este, que faz parte do conceito de PC.

O cálculo das distâncias, incógnitas nos problemas propostos, pode contribuir para o trabalho com o pensamento algébrico. A identificação de animais com ecolocalização, no início da atividade, explora a aplicação do pensamento baseado em padrões. Para resolver o problema, os usuários são mediados com a utilização dos quatro pilares do PC propostos por Wing (2006), enfatizando a importância da teoria aplicada a uma prática.

Sugere-se, para futuras pesquisas, analisar a implementação desta atividade, investigando como estudantes do EF utilizam o OA e como ele contribui para a compreensão da ecolocalização e dos cálculos envolvidos.



6 Agradecimentos

Agradecemos ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, concedido pela chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023 – edital Universal, Projeto: 402192/2023-0.

Referências

BALBINO, Renata Oliveira; KALINKE, Marco Aurélio; ZATTI, Evandro Alberto; MATTOS, Silvana Gogolla; LOSS, Taniele; MOTTA, Marcelo Souza. Programação Intuitiva: em Busca de Compreensões. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 14, n. 36, p. 1-22, 17 dez. 2021.

BRACKMANN, Christian; BARONE, Dante; CASALI, Ana; BOUCINHA, Rafael; MUÑOS-HERNANDEZ, Susana. Computational thinking: Panorama of the Americas. *IEEE*, set. 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7751839/>>. Acesso em: 11 jun. 2024

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

KALINKE, Marco Aurélio. *Internet na educação*. Curitiba: Chain, 2003.

KALINKE, Marco Aurélio; BALBINO, Renata Oliveira. Lousas Digitais e Objetos de Aprendizagem. In: KALINKE, Marco Aurélio; MOCROSKY, Luciane Ferreira (Org.). *A Lousa Digital e Outras Tecnologias na Educação Matemática*. Curitiba: CRV, 2016, p. 13-32.

LÉVY, Pierre. *A ideografia dinâmica: Rumo a uma imaginação artificial?* Edições Loyola, 2 ed., 2004.

NAVARRO, Eloisa Rosotti. *O desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na educação matemática segundo contribuições da teoria histórico-cultural*. 2021. 178f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15112>.

VALE, Isabel; BARBOSA, Ana; BORRALHO, Antônio; BARBOSA, Elsa; CABRITA, Isabel; FONSECA, Lina; PIMENTEL, Teresa. *Padrões em matemática: uma proposta didática no âmbito do novo programa para o ensino básico*. 1. ed. Educação Hoje. Lisboa. Portugal, 2011.

WING, Jeannette Marie. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, n. 3, v. 49, p. 33-35. 2006. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2024.

WING, J. M. Research notebook: computational thinking—what and why. *The Link Magazine*, v. 6, p. 20-23, 2011. Disponível em: <https://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-And-Why.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

ZATTI, Evandro; BALBINO, Renata; MATTOS, Silvana; KALINKE, Marco Aurélio. Uma proposta para a criação de uma plataforma assistida pela inteligência artificial para construção de objetos de aprendizagem de Matemática. *Revista Paradigma*, 43 edição temática 2, pp. 259-281, 2022.