

Objetos de Aprendizagem para o Ensino de Matemática: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Learning Objects for Teaching Mathematics: A Systematic Literature Review

Dayvid Evandro da Silva Lós¹

Cristine Martins Gomes de Gusmão²

RESUMO

Este trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura que tem como objetivo compreender como estão sendo desenvolvidos e aplicados objetos de aprendizagem (OA) no ensino de matemática. Inicialmente, foram identificados 658 textos nas bases de dados Portal Periódico da CAPES, Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), ERIC, ScienceDirect, Web of Science e IEEE Xplore. Após aplicar os critérios de exclusão e inclusão, foram selecionados 15 artigos. De modo geral, as pesquisas tiveram vários perfis de alunos (anos iniciais, ensino fundamental e médio), de diferentes tipos de OA e áreas da matemática. Em algumas pesquisas, a participação do aluno foi opinando sobre a usabilidade da ferramenta, em outras se deu de forma qualitativa, sendo observado pelo pesquisador em termos de comportamento ao interagir com a ferramenta e, em outros casos, participando de avaliações para verificar se houve uma melhor aprendizagem do conteúdo. Algumas lacunas puderam ser identificadas no processo de desenvolvimento de OA para o ensino de matemática, principalmente no que se refere à inclusão de uma abordagem pedagógica na sua elaboração, bem como na realização de verificações efetivas de aprendizagem na prática real escolar.

Palavras-chave: *Desenvolvimento; Objetos de aprendizagem; Matemática.*

ABSTRACT

This work presents a systematic literature review that aims to understand how learning objects (LO) are being developed and applied in mathematics teaching. Initially, 658 texts were identified in the CAPES Periodical Portal, Brazilian Library of Theses and Dissertations (BDTD), ERIC, ScienceDirect, Web of Science and IEEE Xplore databases. After applying the exclusion and inclusion criteria, 15 articles were selected. In general, the research had various student profiles (initial years, primary and secondary education), from different types of OA and areas of mathematics. In some researches, the student's participation was giving an opinion on the usability of the tool, in others it was done in a qualitative way, being observed by the researcher in terms of behavior when interacting with the tool and, in other cases, participating in evaluations to check if there was better learning of the content. Some gaps could be identified in the process of developing OA for teaching mathematics, mainly with regard to the inclusion of a pedagogical approach in its elaboration, as well as carrying out effective verifications of learning in real school practice.

Keywords: *Development; Learning objects; Mathematics.*

Introdução

¹ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduamatec/UFPE). Email: dayvid.faculdade@gmail.com.

² Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduamatec/UFPE). Email: cristine.gusmao@ufpe.br.

O ensino de matemática, historicamente, é marcado por taxas insatisfatórias de aprendizagem. O desenvolvimento de metodologias e recursos didáticos que possam amenizar tal situação é uma tarefa constante de pesquisas no Brasil e no mundo, com intuito de que se possa educar melhor matematicamente um maior quantitativo de pessoas. Os objetos de aprendizagem (OA) vêm sendo uma aposta nesse sentido, pois são relativamente simples de usar, possuem uma abordagem pedagógica melhor definida em relação a outros recursos, podem ser usados em diversas plataformas, além de aproveitar o potencial da tecnologia para facilitar a abordagem de conteúdos abstratos.

Apesar de poder proporcionar vários diferenciais para o ensino, o uso de objetos de aprendizagem na educação básica é incipiente. Tal fato vem ocorrendo, devido a fatores relacionados ao processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, em que há uma ênfase nos processos técnicos, tais como de armazenamento e recuperação, questões de interface/interação relacionadas à usabilidade, e pouca atenção a fatores pedagógicos e práticos (Agostinho *et al.*, 2005), (Bennett; Lockyer; Agostinho, 2004), (Braga *et al.*, 2012), (Silveira; Carneiro, 2012).

Considerando as duas últimas décadas de discussão acerca dos OAs no ensino e, principalmente, o período pandêmico no qual houve uma prática acentuada de recursos digitais, foi realizada uma revisão sistemática da literatura com objetivo de compreender como estão sendo desenvolvidos e aplicados objetos de aprendizagem no ensino de matemática, buscando responder a algumas questões, a saber: quais são os públicos-alvo usados nesses estudos, que tipos de questões de pesquisa são investigados, quais são os tipos de objetos de aprendizagem utilizados, quais as áreas da matemática envolvidas, como foi o envolvimento do público-alvo no processo e quais as implicações dos resultados na pesquisa e na prática.

Objetos de aprendizagem: definição e caracterização

Para Wiley (2000, p. 08), objeto de aprendizagem é “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”. Dessa forma, são considerados objetos de aprendizagem imagens, vídeos, pequenos textos, aplicativos, simulações, páginas da Web, animações, etc. O autor chama a atenção para os termos “reutilizável”, “digital”, “recurso” e “aprendizagem” como características essenciais de um OA. Outras características também são consideradas importantes, a saber: adaptabilidade, granularidade, acessibilidade, durabilidade, interoperabilidade e Metadados (Mendes; Souza; Caregnato, 2004).

Para que os OAs mantenham suas características, seu desenvolvimento deve “levar em conta tanto aspectos inerentes a teorias de aprendizagem como combinar o conhecimento de áreas como ergonomia, engenharia de sistemas, além de levar em conta as potencialidades e limitações da tecnologia envolvida” (Tarouco *et al.*, 2006, p. 02). Dessa forma, é importante que haja um equilíbrio

entre o desenvolvimento técnico e pedagógico do OA, sob o risco de termos recursos com alto padrão técnico de desenvolvimento, mas que não levam à aprendizagem, ou recursos que são bem fundamentados em teorias de aprendizagem, mas que são poucos usáveis ou reusáveis por serem mal construídos.

Nessa perspectiva, algumas pesquisas desenvolveram diretrizes e/ ou critérios que pudessem auxiliar na criação, seleção e avaliação de objetos de aprendizagem, como forma de maximizar a qualidade desses produtos (Leite, 2007), (Reategui; Boff; Finco, 2010), (Silveira; Carneiro, 2012). Em geral, esses trabalhos orientam acerca do aspecto visual em termos de usabilidade do OA (cores, contraste, tamanho da fonte, uso de imagens, botões, etc.), a forma de interagir com a ferramenta (se é de fácil navegação e se é possível personalizar configurações de acordo com o perfil do usuário), o fornecimento de feedbacks que auxiliem na compreensão do conteúdo, a discussão do objetivo pedagógico (contexto, conteúdo, formas de exploração, etc.), e outros.

Silveira e Carneiro (2012) e Braga *et al.* (2012) salientam que a maioria das propostas de diretrizes priorizam questões de interface/interação relacionadas à usabilidade do objeto e que é fundamental detalhar e incluir diretrizes voltadas às questões pedagógicas. Wiley (2000, p. 16) complementa, ao afirmar que “para promover a aprendizagem, o uso da tecnologia deve ser guiado por princípios instrucionais”. Distanciar-se de tais princípios pode favorecer para a elaboração de objetos de aprendizagem baseada na simples transferência de conteúdos escolares para uma plataforma digital, não trazendo ganhos para o processo de aprendizagem.

Metodologia

Considerando que o objetivo deste estudo foi compreender como os objetos de aprendizagem³ para o ensino de matemática foram desenvolvidos e aplicados, foi elaborado um protocolo de revisão sistemática a partir das seguintes questões norteadoras: Quais são os públicos-alvo usados nesses estudos? Que tipos de questões de pesquisa são investigados? Quais são os tipos de objetos de aprendizagem utilizados? Quais as áreas da matemática envolvidas? Como foi o envolvimento do público-alvo no processo? Quais as implicações dos resultados na pesquisa e na prática? Os objetos de aprendizagem são elaborados por meio de metodologias técnicas e pedagógicas?

Optou-se por tal tipo de levantamento pois permite investigar de forma sistemática a produção da área, identificando um grande *corpus* documental delimitado a partir das questões norteadoras. Diferentemente de um levantamento bibliográfico comum, a revisão sistemática da literatura explicita os critérios de sua elaboração por meio de protocolos específicos que, geralmente, apresentam bases de dados que foram consultadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de

³ Nesta pesquisa, quando nos referirmos à objetos de aprendizagem (OA), estamos levando em consideração uma perspectiva digital, conforme Wiley (2000).

seleção dos textos, critérios de inclusão e exclusão e o processo de análise, isto é, detalha o percurso que o pesquisador irá realizar para atender à questão de pesquisa (Galvão; Ricarte, 2019).

Como nossas questões norteadoras estão relacionadas a objetos de aprendizagem no ensino de matemática, foram utilizados os seguintes termos em português e inglês para localização das publicações: “Objetos de aprendizagem” AND Matemática; "*Learning Objects*" AND *Mathematics*; “Objetos de aprendizagem” AND Matemática AND Desenvolvimento; "*Learning Objects*" AND *Mathematics* AND *Development*.

As bases de dados consultadas foram: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)⁴, Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)⁵, *Educational Resources Information Center* (ERIC)⁶, *ScienceDirect*⁷, *Web of Science*⁸ e o *IEEE Xplore*⁹. Optou-se por tais bases por possuírem pesquisas com ênfase em educação e tecnologia. As buscas foram realizadas no período de 13 a 29 de junho de 2023 e contemplaram trabalhos publicados entre 2017 e 2023.

Após o levantamento inicial dos textos em cada base de dados, foi realizado o primeiro refinamento a partir da leitura dos resumos. Os critérios de exclusão adotados nesse primeiro momento foram: 1) Data (no caso de estar fora do período de 2017 a 2023; 2) Duplicação; 3) Tipo de publicação (no caso de não ser tese, dissertação, artigo ou relato de experiência); 4) Trabalhos não disponíveis gratuitamente para download; 5) Área / Temática (no caso de não ter foco na Educação Matemática); 6) Não se tratar de desenvolvimento e aplicação de OA na educação básica.

Após a seleção dos trabalhos, foi realizado o segundo refinamento a partir da leitura dos textos, com ênfase na introdução, metodologia, resultados e conclusões. Nesse momento, os trabalhos que foram excluídos distanciaram-se das questões norteadoras, trazendo ora desenvolvimentos de OA sem nenhum tipo de validação e aplicação com público alvo, ora apenas aplicação de OA na sala de aula. No quadro 1, é apresentado com detalhes o levantamento dos textos realizado de acordo com cada base de dados.

Quadro 1 – Quantificação de trabalhos por base de dados consultada

Bases de dados	Total de textos levantados	Refinamento inicial	Refinamento final
----------------	----------------------------	---------------------	-------------------

⁴ Coordenado pela CAPES, o Portal de Periódicos disponibiliza bases de dados textuais e referenciais em todas as áreas do conhecimento.

⁵ Coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), a BDTD integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes nas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, e também estimula o registro e a publicação de teses e dissertações de modo eletrônico.

⁶ ERIC é uma base de dados bibliográfica e de texto patrocinada pelo Instituto de Ciências da Educação do Departamento de Educação dos Estados Unidos da América (EUA).

⁷ ScienceDirect é a principal plataforma de literatura acadêmica revisada por pares da editora Elsevier.

⁸ Web of Science é uma plataforma que fornece acesso baseado em assinatura a várias bases de dados. Atualmente é mantida pela Clarivate Analytics.

⁹ IEEE Xplore é a principal plataforma digital para descoberta e acesso a conteúdo científico e técnico publicado pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) e seus parceiros editores.

Portal de Periódicos da CAPES	202		30		5	
BDTD	Dissertações	Teses	Dissertações	Teses	Dissertações	Teses
		84	9	25	5	5
ERIC	21		2		1	
ScienceDirect	273		3		0	
Web of Science	42		6		0	
IEEE Xplore	27		9		2	
Total	658		80		15	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das bases consultadas

No total, foram levantados inicialmente 658 trabalhos que, após a utilização dos critérios de exclusão e inclusão, resultaram em 15 trabalhos selecionados. No quadro 2, os trabalhos foram organizados de acordo com o ano de publicação, título e o tipo de pesquisa.

Quadro 2 – Trabalhos selecionados por ano, título e tipo de pesquisa

Ano	Título	Tipo
2023	Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio	Artigo
2022	E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais	Dissertação
2022	Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem	Artigo
2021	Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design	Artigo
2020	Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem	Artigo
2019	Effect of using an educational software "pequemath móvel 5" on mobile devices in the learning process of the mathematical area in children of five years	Artigo
2019	Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics	Relato de experiência
2019	O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio	Dissertação
2019	Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino	Dissertação
2018	Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem n'samat na 2a classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em moçambique.	Tese
2018	GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra	Dissertação
2018	Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender	Artigo
2018	Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da farma	Dissertação
2018	Uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe	Tese
2017	A construção do jogo kogoca na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática	Dissertação

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das bases consultadas

A seguir, apresentamos algumas análises acerca dos textos que contribuíram para responder aos questionamentos desta pesquisa.

Análise e discussão dos resultados

Após a análise das questões e objetivos de pesquisa apresentados nos trabalhos, conforme quadro 3, foi possível constatar que há uma predominância em investigar se o objeto de aprendizagem

desenvolvido contribui para o processo de ensino e aprendizagem de um conceito matemático relacionado. A exceção foi o trabalho 1 que investigou as percepções dos alunos e do professor a respeito do OA desenvolvido. Apesar disso, conforme veremos no quadro 5, poucos trabalhos verificaram efetivamente se os OAs desenvolvidos proporcionaram a aprendizagem dos conceitos relacionados. Além disso, tais pesquisas não trouxeram uma fundamentação pedagógica durante o desenvolvimento do OA.

No que se refere aos conceitos matemáticos relacionados aos OAs, os tipos de OAs
 Quadro 3 – Questões ou objetivos de pesquisa dos textos levantados

	Título	Questão / objetivo de pesquisa
1	Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio	Identificar as percepções dos alunos e da professora de matemática acerca do uso do e-book interativo.
2	E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais	Como elaborar um objeto digital de aprendizagem que contribua para a aprendizagem dos números junto aos alunos do 1º ano do ensino fundamental?
3	Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem	Como a interdisciplinaridade, mediante uso de OA, pode propiciar ao estudante momentos de investigação em ações relacionadas à aprendizagem de conteúdos afins de Matemática e Arte?
4	Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design	Qual potencial da animação matemática para aprendizagem relativa ao tópico de transformações geométricas?
5	Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem	Entender as potencialidades do uso do objeto de aprendizagem na sala de aula, como também identificar as possibilidades de aprendizagem do conteúdo de sistema de medidas de comprimento.
6	Effect of using an educational software "pequemath móbil 5" on mobile devices in the learning process of the mathematical area in children of five years	Qual potencial do software pequemath móbil 5 para aprendizagem matemática relativa ao estudo de aritmética e geometria.
7	Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics	Qual potencial da ferramenta para aprendizagem matemática relativa aos conceitos de números naturais?
8	O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio	Quais as contribuições observadas, do uso de Objetos de Aprendizagem, especificamente voltados para as medidas de tendência central e de dispersão, para o ensino e aprendizagem de Estatística no Ensino Médio?
9	Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino	Que tipo de contribuição um game educacional pode disponibilizar aos professores de Matemática para que possa contribuir ao ensino dos alunos o conteúdo de funções afim e quadrática?
10	Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem n'samat na 2ª classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em moçambique.	Que contribuição pode trazer o uso do objeto de aprendizagem N'SAMAT para auxiliar na melhoria do aproveitamento dos alunos da 2ª classe do ensino básico na disciplina de matemática em Moçambique?
11	GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra	Desenvolver um software educativo para mediar o ensino de álgebra e a inclusão digital de crianças em escolas públicas, através do aplicativo GAMEALG.

desenvolvidos e os públicos-alvo, houve uma diversidade entre os elementos de cada categoria, conforme quadro 4. Nota-se uma prevalência de trabalhos no nível de ensino fundamental (11

12	Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender	Qual potencial do objeto de aprendizagem matemática relativa ao conceito de números complexos?
13	Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da FARMA	Verificar se o uso da FARMA, através da interação com os Objetos de Aprendizagem, contribui para uma melhor compreensão de conceitos geométricos.
14	Uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe	Verificar se o uso dos livros interativos Multimídia melhora o desempenho dos alunos na aprendizagem de matemática.
15	A construção do jogo kogoca na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática	Contribuir para o ensino de Matemática para além das avaliações externas, buscando o desenvolvimento do pensamento matemático teórico de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos textos levantados

trabalhos) e, como consequência, uma maior cobertura de conteúdos matemáticos desse nível de ensino. Em relação ao tipo de OA, houve uma maior quantidade do tipo jogo (5 trabalhos). É preciso destacar os poucos trabalhos relacionados ao nível médio (4 trabalhos), uma vez que é nesse nível de ensino que há um maior déficit de aprendizagem em matemática no Brasil. Apesar disso, ao ser considerado o universo de 658 trabalhos identificados a partir das bases de dados e apenas 15 pesquisas tratarem-se de desenvolvimento e aplicação de OAs, é possível afirmar que o campo de pesquisas em desenvolvimento e aplicação de OAs em matemática ainda é incipiente.

Por mais que as discussões acerca de como desenvolver e avaliar objetos de aprendizagem

Quadro 4 –Trabalhos revisados por conteúdo, tipo de OA e público-alvo

	Título	Conteúdo	Tipo de OA	Público-alvo
1	Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio	Função afim	Ebook interativo	Ensino médio
2	E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais	Números naturais	Multimídia	1º ano do EF
3	Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem	Estudo de triângulos	Palavras cruzadas e quiz	8º ano do EF
4	Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design	Transformações geométricas	-	-
5	Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem	Sistema de medidas	Jogo	5º ano do EF
6	Effect of using an educational software "Pequemath Móvil 5" on mobile devices in the learning process of the mathematical area in children of five years	Números naturais	-	Ensino fundamental
7	Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics	Números naturais	-	8º ano do EF
8	O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio	Estatística	Ebook interativo	Ensino médio
9	Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino	Funções afim e quadrática	Jogo	Ensino médio

venham sendo realizadas desde a década passada, ainda não se refletiram na prática real de pesquisas acadêmicas que buscam construir OAs para o ensino e aprendizagem em matemática, como é possível

10	Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem n'samat na 2a classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em moçambique.	Números naturais	Jogo	Anos iniciais
11	GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra	Incógnita / equação do 1º grau	Jogo	6º ano do EF
12	Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender	Números complexos	Applets do geogebra	3º ano do ensino médio
13	Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da FARMA	Geometria	-	9º ano do EF
14	Uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe	-	Ebook interativo	Ensino fundamental
15	A construção do jogo KOGOCA na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática	Ensino fundamental de matemática	Jogo	Anos iniciais ¹⁰

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos textos levantados

observar no quadro 5. Em relação aos tipos de metodologias utilizados para o desenvolvimento do OA, pode-se observar que houve uma prevalência de uma abordagem técnica (7 trabalhos) em relação a uma abordagem pedagógica (3 trabalhos), apesar de termos ainda trabalhos que não fundamentaram a construção do OA (6 trabalhos). Isso corrobora com os estudos de Agostinho *et al.*, (2005), Bennett, Lockyer e Agostinho (2004), Braga *et al.* (2012) e Silveira e Carneiro (2012), nos quais argumentaram que há uma ênfase nos aspectos técnicos durante o processo de desenvolvimento de OAs. A não utilização de metodologias técnicas e pedagógicas como auxílio na construção de um OA, aumenta o risco de ser desenvolvido uma ferramenta que se distancie do seu papel principal, que é promover a aprendizagem. Inclusive, pode haver pouca exploração do potencial dos recursos tecnológicos e muitos OAs serem apenas recursos analógicos trazidos para uma plataforma digital (Nascimento, 2007).

Quadro 5 –Trabalhos revisados por metodologia, forma de validação, verificação de aprendizagem e tipo de feedback

	Explicitou alguma metodologia?		Explicitou alguma forma de validação?			Verificou aprendizagem?	Tipo de feedback
	Técnica	Pedagógica	Alunos	Professores	Especialistas		
1	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	-
2	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	-
3	Não	Não	Não	Não	Não	Não	C/E
4	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	-
5	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	C/E
6	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	-
7	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	C/E
8	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Personalizado

¹⁰ Quando as informações não estavam presentes no texto de origem, foi inserido um hífen (-) no quadro.

9	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	C/E
10	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	-
11	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	-
12	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	-
13	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Personalizado
14	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	-
15	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Personalizado ¹¹

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos textos levantados

Quanto ao aspecto de validação do OA desenvolvido, isto é, se o OA passou por algum tipo de avaliação prévia (por estudante, professores ou especialistas), observou-se que ainda não é uma prática comum dos pesquisadores nesse tipo de pesquisa, uma vez que apenas 3 trabalhos foram validados por alunos e professores, e apenas 2 trabalhos foram validados por especialistas. Sobre esse aspecto, autores como Braga e Kelly (2015) destacaram a importância de uma equipe diversa de validação para que erros técnicos e pedagógicos possam ser sanados antes da prática real do OA com o público-alvo. Ainda sobre esse ponto, a baixa adesão dos pesquisadores em fundamentar seus trabalhos a partir de teorias técnicas e pedagógicas pode estar contribuindo para que não seja dada atenção ao processo de validação do OA.

Em relação ao processo de verificar se o OA desenvolvido contribui para o ensino e aprendizagem do conceito matemático relacionado, ainda de acordo com o quadro 5, 7 trabalhos apresentaram dados nessa perspectiva. Ou seja, nota-se que mais da metade dos trabalhos não realizaram algum tipo de verificação de aprendizagem a partir do uso do OA desenvolvido. Algo nesse sentido foi discutido por Braga et al., (2012), argumentando que não dá para saber se os OAs promovem aprendizagem efetiva, uma vez que não vêm sendo realizadas avaliações de aprendizagem. Quando se trata de auxílios aos usuários quando erram, o mais comum ainda é o feedback que informa se o item está correto ou errado, não informando o porquê do erro e como superá-lo. A falta de uma abordagem pedagógica definida pode estar favorecendo para que os auxílios aos usuários se limitem às questões técnicas da ferramenta ou a informar ao usuário se o problema está certo ou errado. Conforme Leite *et al.* (2009, p. 08), é importante que os auxílios estejam relacionados aos invariantes dos conceitos envolvidos, “permitindo aos usuários um suporte para a aprendizagem/aquisição do conceito, uma vez que o propósito seria oportunidade de nova reflexão sobre a situação”.

A participação dos estudantes nas pesquisas se deu de forma variada, conforme quadro 6. Em algumas pesquisas, a sua participação foi opinando sobre a usabilidade da ferramenta, em outras se deu de forma qualitativa, sendo observado pelo pesquisador em termos de comportamento ao interagir

¹¹ Quando as informações não estavam presentes no texto de origem, foi inserido um hífen (-) no quadro. C/E significa que o feedback informado era do tipo certo ou errado. Personalizado significa que o feedback ia além do certo ou errado e auxiliava no porquê do erro e como superá-lo.

com a ferramenta e, em outros casos, participando de avaliações para verificar se houve uma melhor aprendizagem do conteúdo.

Quadro 6 – Tipos de participações dos públicos-alvo nas pesquisas levantadas

	Título	Tipo de participação do público-alvo na pesquisa
1	Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio	Professora e estudantes participaram de uma aula remota com o uso do e-book interativo; em seguida, responderam um formulário online com questões abertas e fechadas para que a professora e estudantes retratassem a experiência interagindo com o e-book.
2	E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
3	Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; as pesquisadoras registravam as informações a partir de observações e relatórios.
4	Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design	Os estudantes participaram de testes para avaliar o OA por meio de uma escala Likert.
5	Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem	Os estudantes participaram de uma oficina com a aplicação do OA; as pesquisadoras registravam as informações a partir de observações e relatórios.
6	Effect of using an educational software "pequemath móvil 5" on mobile devices in the learning process of the mathematical area in children of five years	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
7	Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
8	O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
9	Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; as pesquisadoras registravam as informações obtidas a partir de questionários, observações diretas e diários de campo.
10	Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem n'samat na 2ª classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em moçambique.	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
11	GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.
12	Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender	Os estudantes participaram de testes para avaliar o OA por meio de uma escala Likert.
13	Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da farma	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; as pesquisadoras registravam as informações por meio de observações, anotações, questionários e atividades.
14	Uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe	Os estudantes participaram de aulas de matemática utilizando o OA; realizaram pré-teste e pós-teste para verificação de aprendizagem do conceito.

15	A construção do jogo kogoca na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática	O protótipo do jogo foi testado com estudantes do segundo ano em relação as duas primeiras fases do jogo.
----	--	---

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos textos levantados

A partir disso, de acordo com o quadro 7, as implicações dos resultados dessas pesquisas se deram ao potencial que esses OAs possuíam, em conjunto com a abordagem de ensino promovida pelo professor, de motivar o estudante ao estudo do conceito matemático, na promoção de ambiente colaborativo, dinâmico, em que os estudantes possuem maior autonomia no contexto de ensino. Além disso, algumas pesquisas evidenciaram uma maior aprendizagem dos conceitos matemáticos quando a aula foi mediada com o OA desenvolvido. Tais resultados são corroborados pelo estudo de Nesi *et al.* (2019, p. 557) que concluiu que o uso de objetos de aprendizagem em matemática “oportuniza momentos de interatividade e interação entre os envolvidos. [...] pode proporcionar práticas pedagógicas diferenciadas, auxiliando o professor na criação de estratégias dinâmicas e possibilitando ao estudante a internalização e outras formas de organização do pensamento matemático”.

Quadro 7 – Implicações dos resultados na pesquisa e na prática nas pesquisas levantadas

	Título	Implicações dos resultados na pesquisa e na prática
1	Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio	A maioria dos alunos avaliou como “ótimo” ou “bom” cada recurso do e-book. A exceção foi em relação aos recursos de Geogebra e Scratch que a maioria avaliou como regular. A justificativa, segundo o pesquisador, foi devido ao fato dos estudantes “sentirem-se perdidos” na interação com os recursos. A professora também avaliou como positiva a ferramenta, entretanto, chamou a atenção para que fosse possível verificar as respostas dos estudantes nos recursos presentes no e-book.
2	E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais	Foi percebida pelos pesquisadores uma evolução das médias de acerto à medida que as sessões eram realizadas, bem como uma nítida melhora na avaliação final quando comparada com a avaliação inicial. Dessa forma, os autores concluíram que o E-numerando favorece para o processo de aprendizagem.
3	Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem	As autoras destacaram que os estudantes se interessaram pelas ferramentas, utilizando-se dos cadernos e buscadores da internet para responder as questões apresentadas pelos OA. Além disso, destacaram o aspecto colaborativo, uma vez que os estudantes interagiam em busca de concluir as respostas nas ferramentas.
4	Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design	Os resultados dos testes dos estudantes e professores indicam que o OA foi avaliado de forma positiva, obtendo índices acima de 90%. Em relação aos especialistas, algumas considerações específicas foram realizadas, como ajuste de tamanho de fonte, cores, etc.
5	Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem	Durante a aplicação do jogo, os autores destacaram o comportamento dos alunos durante o processo, no sentido de se tornarem mais colaborativos, falantes e competitivos. Ressaltaram, inclusive, que o jogo motivou aqueles alunos que demonstravam pouca afinidade com matemática. Com relação à aprendizagem do conteúdo, salientaram que os estudantes não conseguiam se concentrar em ler os problemas e resolvê-los, optando, em sua maioria, em questionar ao outro a resposta ou tentar responder por tentativa e erro. Nesse caso, pontuaram a importância docente para mediar tais situações de modo a orientar os estudantes no uso correto da ferramenta.
6	Effect of using an educational software "pequemath móvil 5" on mobile devices in the learning	Foi possível concluir que as crianças, utilizando o software educacional “PequeMath Movil 5”, apresentaram um resultado significativamente melhor.

	process of the mathematical area in children of five years	
7	Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics	Os alunos apresentaram um desempenho acima do diagnosticado, interagiram mais entre si e auxiliaram o aluno com deficiência auditiva, proporcionando um ambiente educacional colaborativo e cooperativo.
8	O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio	Verificou-se que com a aplicação do OA, houve uma diferença significativa entre os testes realizados. Foi constatado que não houve diferenças significativas para o desenvolvimento do pensamento estatístico. Em relação à literacia estatística e ao raciocínio estatístico, foi constatada uma contribuição significativa.
9	Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino	Os professores destacaram o envolvimento dos estudantes com o jogo, as problematizações práticas proporcionadas, a utilização como introdução, revisão e retomada de conteúdo, o favorecimento do refletir sobre o erro, o provimento de momentos de ludicidade e a mediação docente como fundamental condutora desse processo.
10	Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem n'samat na 2ª classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em moçambique.	Foi constatado que a aplicação do jogo N'SAMAT pode ser uma boa alternativa para aprendizagem da aritmética. No momento qualitativo da pesquisa, os estudantes ficaram motivados e envolvidos com o jogo, promovendo uma interação conjunta entre alunos, professor e o jogo. Entretanto, algumas dificuldades foram elencadas, como, por exemplo, a dificuldade dos alunos no uso dos computadores.
11	GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra	Os dados encontrados sugerem que os participantes submetidos à intervenção com a utilização do GAMEALG demonstraram uma maior compreensão dos invariantes algébricos após o treinamento quando comparado aos estudantes do grupo controle.
12	Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender	O OA foi considerado potencialmente significativo, uma vez que, obteve, em todos os aspectos avaliados, “concordo” ou “concordo plenamente”.
13	Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da farma	A partir da comparação das respostas dos questionários por meio das categorias conceito, quase-conceito, cotidiano e outros, foi constatado que houve uma evolução na compreensão dos conceitos de ponto, reta e plano com a interação do OA.
14	Uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe	Foi constatado que o uso do livro interativo Multimídia na aprendizagem de matemática não melhora o desempenho dos alunos e que houve maior coesão no desempenho do grupo de controle em relação ao grupo experimental.
15	A construção do jogo kogoca na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática	O protótipo do jogo foi testado com estudantes do segundo ano em relação as duas primeiras fases do jogo. O autor considerou os resultados satisfatórios, destacando que os alunos gostaram bastante dos personagens e se envolveram com a busca pelas respostas.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos textos levantados

É importante mencionar que em muitos trabalhos os autores não disponibilizaram formas de ter acesso ao OA desenvolvido. Nos trabalhos em que disponibilizavam o link para acesso, em alguns casos o site estava inacessível. Em outros casos, mesmo com acesso ao site, tornava-se difícil interagir com a ferramenta, pois algumas tecnologias que foram utilizadas no desenvolvimento da ferramenta foram descontinuadas.

Considerações finais

A partir deste estudo, nota-se a iniciativa dos pesquisadores em desenvolver objetos de aprendizagens para facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos. Foram pesquisas para vários perfis de alunos (anos iniciais, ensino fundamental e médio) e de diferentes áreas da matemática. Em

algumas pesquisas a participação do aluno foi opinando sobre a usabilidade da ferramenta, em outras se deu de forma qualitativa, sendo observado pelo pesquisador em termos de comportamento ao interagir com a ferramenta e, em outros casos, participando de avaliações para verificar se houve uma melhor aprendizagem do conteúdo.

Considerando que houve vários trabalhos que não foram incluídos nesta revisão por restringirem-se apenas ao desenvolvimento do OA ou apenas à aplicação de objetos de aprendizagem já desenvolvidos, além de várias áreas da matemática ainda não serem abordadas na elaboração deste tipo de recurso, é possível afirmar que a área de desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem em matemática tem muito a evoluir. A partir das discussões levantadas, algumas lacunas puderam ser identificadas no processo de desenvolvimento de OA para o ensino de matemática, principalmente no que se refere à inclusão de uma abordagem pedagógica na sua elaboração, bem como a realização de verificações efetivas de aprendizagem na prática real escolar.

Dessa forma, acreditamos que o desenvolvimento de design pedagógico de objetos de aprendizagem para o ensino de matemática pode ser uma alternativa interessante para que os desenvolvedores de OA possam construir seus recursos com teorias que fundamentam a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Recebido em: 17/09/2023
Aprovado em: 04/08/2024

Referências

BRAGA, J. C.; DOTTA, S.; PIMENTEL, E.; STRANSKY, B. Desafios para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem reutilizáveis e de qualidade. *In: XXXII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO*, 2012, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2012. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/index.html.

BRAGA, J.; KELLY, R. Testes e Qualidade. *In: BRAGA, J. (org.). **Objetos de aprendizagem***, volume 2: metodologia de desenvolvimento. Santo André: Editora da UFABC, 2015. 163 p.

CAETANO, G. A. **O uso do livro interativo multimídia na aprendizagem de matemática em uma escola primária: impacto no desempenho dos alunos da 7ª classe**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CAIO, E. A. DE G. **A construção do jogo Kogoca na interface entre avaliação em larga escala e aprendizagem matemática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência para a Educação Básica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2017.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

LEITE, M. D. **Design da interação de interfaces educativas para o ensino de matemática para crianças e jovens surdos**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

LEITE, M. D.; PESSOA, C. A. S.; FERRAZ, M. C.; BORBA, R. E. S. R. Softwares educativos e objetos de aprendizagem: um olhar sobre a análise combinatória. *In: X ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2009, Ijuí. **Anais [...]**. Ijuí, 2009. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_46.pdf.

LIMA, R. R. DA S. DE. **Objeto de aprendizagem na forma de game como auxílio ao professor na promoção do ensino**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

LIMA JUNIOR, A. F. **GAMEALG – ferramenta de apoio ao ensino introdutório da álgebra**. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada). Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2018.

LOSS, T.; SILVA, J. A. B.; MOTTA, M. S.; HUSSEIN, F. R. G. S. Tecnologias digitais e interdisciplinaridade: articulações entre matemática e arte por meio da utilização de objetos de aprendizagem. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec**, v. 15, n. 2, p. 147–164, 2022.

MAULANO, F. E. **Etnoinformática na educação: integração do objeto de aprendizagem N°SAMAT na 2ª classe do ensino básico para aprendizagem de aritmética em Moçambique**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MENDES, R. M.; SOUZA, V. I.; CAREGNATO, S. E. A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. *In: V ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*, 2004, Salvador. **Anais [...]**. Salvador, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/548>. Acesso em: 14 ago. 2023.

MENEZES, V. I. **E-numerando: desenvolvimento e aplicação de objetos de aprendizagem digital para o ensino de números naturais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência para a Educação Básica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2022.

MOTA, M. M. C. **O uso de objetos de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de estatística no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

MOURÃO, A. B.; NETTO, J. F. D. M. Inclusive model application using accessible learning objects to support the teaching of mathematics. **Informatics in Education**, v. 18, n. 1, p. 213–226, 2019.

NASCIMENTO, A. C. A. Objetos de aprendizagem: a distância entre a promessa e a realidade. *In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. (orgs.). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico*. Brasília: MEC, SEED, 2007. p. 135–145.

NESI, T. L.; KALINKE, M. A.; MOTTA, M. S.; MOCROSKY, L. F. Objetos de Aprendizagem de Matemática: um panorama do que diz em alguns estudos no Brasil. **RENOTE**, v. 17, n. 1, p. 557–566, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.96016.

PEREIRA, F. H. **Um estudo sobre o ensino de geometria com o uso da FARMA**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

PUHL, C. S. Números complexos: um objeto de aprendizagem para ensinar e aprender. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, v. 11, n. 3, p. 312–328, 2018.

REATEGUI, E.; BOFF, E.; FINCO, M. D. Proposta de diretrizes para avaliação de objetos de aprendizagem considerando aspectos pedagógicos e técnicos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, 2010.

SANTOSO, E. W.; SARINASTITI, W.; WULANDARI, I. Animation of mathematics learning for vocational high school about geometry transformation using participatory design. *In: International Electronics Symposium 2021: Wireless Technologies and Intelligent Systems for Better Human Lives, IES 2021 - Proceedings. Anais [...].* Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021.

SILVA, D. C.; CANTÚ, J. G.; SILVA, H. C.; BOSCARIOLI, C. Utilização de e-book interativo em aulas de matemática em um curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio. **Educação Matemática em Revista**, v. 28, n. 78, p. 33-44, 2023.

SILVEIRA, M. S.; CARNEIRO, M. L. F. **Diretrizes para a avaliação da usabilidade de objetos de aprendizagem**. *In: XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2012, Rio de Janeiro. Anais [...].* Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/1713>.

SOTO, C. S.; VALDIVIA, F. DE L. P.; BACA, H. A. H. Effect of using an educational software “pequemath móbil 5” on mobile devices in the learning process of the mathematical area in children of five years. *In: Proceedings - 14th Latin American Conference on Learning Technologies, LACLO, 2019. Anais [...].* Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 1 out. 2019.

TAROUCO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P.; CARVALHO, M. J. S.; AVILA, B. G. Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 1, 2006.

WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor and a taxonomy. *In: WILEY, D. The instructional use of learning objects.* Bloomington, Indiana: AIT/AECT, 2002, p. 03-23.

ZOPPO, B. M.; KALINKE, M. A.; MOTTA, M.S.; PANOSSIAN, M. L. Interação e motivação: o ensino da matemática com um objeto de aprendizagem. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 427–444, 2020.