

Avaliação de Software Educacional para o Ensino e Aprendizagem de Conceitos Introdutórios de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Rayssa M. S. Santana¹, Claudia B. Rizzi¹, Clodis Boscaroli¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGComp) -
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Rua Universitária, 1619 - Faculdade, Cascavel - PR - Brasil

{rayssa.santana, clodis.boscaroli, claudia.rizzi}@unioeste.br

Abstract. *Educational software aimed at introductory programming concepts primarily serves to support the teaching and learning process. As evaluation is an important phase in its development, this paper presents a systematic review of the literature on the evaluation of educational software for teaching algorithms in Brazil, covering the period from 2014 to 2024. The analysis included the main journals and proceedings in Informatics in Education and resulted in 27 selected articles. Ease of use was evaluated as the most important technical aspect and effectiveness in learning as the most important pedagogical aspect, with surveys being the predominant method of data collection.*

Resumo. *Softwares educacionais voltados aos conceitos introdutórios de programação tem o propósito principal de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem e, tendo em vista que a avaliação é uma importante etapa de seu processo de criação, este artigo traz uma revisão sistemática da literatura sobre a avaliação de softwares educacionais voltados ao ensino de algoritmos no Brasil, compreendendo o período de 2014 a 2024. A análise abrangeu os principais periódicos e Anais em Informática na Educação, resultando em 27 artigos selecionados, destacando a usabilidade como o principal aspecto técnico avaliado e a eficácia no aprendizado como o principal aspecto pedagógico, com o questionário sendo o principal método de coleta de dados.*

1. Introdução

Softwares dos mais diversos tipos estão inseridos atualmente na vida das pessoas, inclusive na Educação. Segundo [Melo 2021], um *software* é considerado educativo quando é desenvolvido com o objetivo de apoiar o processo de ensino e aprendizagem, fornecendo recursos para que os professores guiem o aluno a caminho do aprendizado. Sob a perspectiva dos cursos da área da Computação, em seus vários níveis, destaca-se o ensino e aprendizagem de Algoritmos. Para [Giraffa e Mora 2013], a dificuldade que os alunos possuem em relação aos conteúdos e habilidades necessárias com algoritmos é uma das razões de desistências nesses cursos.

Dentre os diferentes recursos propostos para o ensino de algoritmos estão os *softwares* educativos, que podem ser entendidos como todos aqueles que tem por finalidade facilitar a aprendizagem de conteúdo ou tema educacional, sendo orientado às mais variadas razões pedagógicas [Relvas 2005].

Os *softwares* educativos se destacam por apresentar quatro características fundamentais: um desenvolvimento embasado em uma teoria de aprendizagem, a capacidade de permitir que os alunos construam seu próprio conhecimento sobre um determinado assunto, a interação dinâmica entre o aluno e o programa, mediada pelo professor, e a facilidade de modificar os conteúdos para garantir que o material seja sempre relevante e atualizado [Jucá 2006]. No entanto, deve-se estar atento a fim de garantir que o *software* educacional seja utilizado de maneira responsável, empregando potencialidades pedagógicas reais e não apenas como um programa divertido e agradável [Vieira 2005]. Nesse sentido, é fundamental a importância de se avaliar a qualidade do produto de *software* educativo, uma vez que é uma área complexa, e que possui especificidades que estão além de características técnicas, ligadas também à área da Educação [Gladcheff *et al.* 2001].

Destaca-se aqui uma preocupação em realizar avaliações de *softwares* educacionais, visto que estas definem se o *software* analisado está em conformidade com o projeto, bem como se os objetivos foram atingidos e se as pessoas conseguirão adquirir o conhecimento que se deseja passar [Morais 2003]. Para [Webber, Boff e Boni 2009] tanto o *software* de uso geral quanto os para uso educativo utilizam as mesmas técnicas de avaliação, porém, nestes últimos, além dos aspectos técnicos, deve-se contemplar aspectos relacionados às teorias pedagógicas que fundamentam o desenvolvimento e a sua adequação frente aos pedagógicos almejados.

Essa avaliação da qualidade técnica de *software* pode abranger uma variedade de critérios, incluindo funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade [ISO/IEC 25010 2011]. A usabilidade, por exemplo, avalia-se desde a facilidade de uso até a experiência do usuário, e além disso, são feitas análises de impacto educacional, com o intuito de medir os ganhos de aprendizado entre os usuários [Salas *et al.* 2019]. Coletar *feedback* dos usuários por meio de questionários, entrevistas e observações diretas são práticas comuns que fornecem percepções para a melhoria contínua de *software* educacional.

Diante dessa realidade, este artigo traz uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre a avaliação de *softwares* educacionais no Brasil voltados ao ensino de algoritmos, e segue assim organizado: na Seção 2 é apresentado o protocolo da RSL; a Seção 3 descreve a análise dos trabalhos selecionados, buscando responder às questões de pesquisa; por fim, a Seção 4 traz as considerações finais e trabalhos futuros.

2. O Protocolo da RSL

Esta revisão sistemática de literatura (RSL) foi estruturada seguindo os procedimentos propostos por [Kitchenham 2007], sendo dividida em duas etapas denominadas de planejamento e condução. Na etapa de planejamento, foram especificadas as questões de pesquisa, definida a *string* de busca, as fontes de dados, e estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão. Na etapa de condução, as fontes de dados definidas foram acessadas a partir da *string* estabelecida, sendo aplicados inicialmente os critérios de inclusão e, posteriormente, analisados os trabalhos selecionados com base nos critérios de exclusão. Por fim, foi realizada a análise individual de cada trabalho selecionado, com o objetivo de responder às questões de pesquisa definidas na primeira etapa.

É importante ressaltar que devido à evolução da tecnologia, optou-se por

selecionar trabalhos publicados de 2014 a 2024, com o objetivo de manter a atualidade da revisão, identificar e analisar como estão sendo avaliados, em termos técnicos e pedagógicos, os *softwares* educacionais brasileiros destinados ao ensino e aprendizagem de algoritmos. O Quadro 1 traz as questões de pesquisa delineadas, bem como o foco de cada uma delas.

Quadro 1. Perguntas e Objetivos da Pesquisa sobre *Softwares* Educacionais

ID	Pergunta	Foco
Q1	Quais os tipos de testes de avaliação que estão sendo aplicados nos <i>softwares</i> educacionais voltados ao ensino e aprendizagem de algoritmos?	Usabilidade, desempenho, confiabilidade, eficiência, entre outros.
Q2	Quais instrumentos ou metodologias estão sendo utilizados para coletar os resultados dos testes de <i>softwares</i> em seu aspecto técnico?	Observação, questionários, tipos de instrumentos de avaliação pedagógica, etc.
Q3	Quais aspectos pedagógicos estão sendo avaliados nos <i>softwares</i> educativos aplicados a processos de ensino e aprendizagem de algoritmos?	Avaliação da eficácia das ferramentas na aprendizagem, conteúdos, motivação dos alunos e outros.
Q4	Quais instrumentos ou metodologias estão sendo utilizados para coletar os dados dos resultados de testes de <i>softwares</i> educativos em termos pedagógicos?	Observação, questionários, instrumentos próprios para avaliações pedagógicas, etc.
Q5	Em quais níveis escolares esses <i>softwares</i> educacionais estão sendo testados?	Observação, questionários, instrumentos próprios para avaliações pedagógicas, etc.

Com base nas questões de pesquisa e no objetivo do trabalho, buscou-se localizar estudos que desenvolveram *softwares* educativos para o ensino e aprendizagem de algoritmos, sendo elaborada a *string* de busca a seguir, cujas palavras foram escritas na língua portuguesa, embora alguns termos como *game* tenha sido incluído, pois é muito utilizado para substituir o termo jogo.

(software OR ambiente OR jogo OR game OR ferramenta OR sistema OR objeto) AND (algoritm* OR programa*) AND (ensino OR aprendiz* OR ensino-aprendizagem OR educa* OR pedag*)

Além disso, a *string* de busca foi criada seguindo as orientações das fontes de dados selecionadas. Ao fazer as combinações e testando-a, o acréscimo de algumas variações como "algoritmos ou algoritmo", diminuía o número de trabalhos, sendo assim, optou-se por utilizar o caractere curinga asterisco (*), para incluir as variações com o mesmo radical.

As bases de dados utilizadas foram selecionadas em fontes com temáticas relacionadas aos principais fóruns da área de Informática na Educação no Brasil: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP), Workshop de Informática na Educação (WIE), Workshop sobre Educação em Computação (WEI), além dos periódicos: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), Informática na Educação: Teoria &

Prática (IETP) e Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE).

Os critérios de inclusão utilizados na seleção dos trabalhos foram: CI-1: Trabalhos que apresentassem uma solução por meio de um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem de algoritmos; CI-2: Trabalhos que apresentassem somente a avaliação de uma solução de *software* educativo para o ensino e aprendizagem de algoritmos; CI-3: Publicações realizadas entre os anos de 2014 e 2024.

Além disso, os critérios de exclusão foram definidos como: CE-1: Trabalhos que apresentam uma solução por meio de um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem de algoritmo, mas não a sua avaliação; CE-2: Trabalhos incompletos; CE-3: Trabalhos Duplicados; CE-4: Tratar-se de um *software* educativo, mas não se referir explicitamente ao ensino e aprendizagem de algoritmos.

Essas atividades foram delineadas na etapa de planejamento e as sub etapas seguintes referem-se à etapa de condução, nas quais foram aplicadas o protocolo da RSL para a obtenção do *corpus* de análise.

Uma busca inicial utilizando a *string* nas bases de dados supracitadas retornou 284 trabalhos. Além disso, foi feita uma busca manual nas revistas IETP e RENOTE, dado que essas duas fontes não possuem a funcionalidade de busca por *string*, mas eram relevantes para a pesquisa. Neste caso, foram totalizados 1295 trabalhos. Após a busca inicial, foram lidos, a princípio, os títulos e os resumos dos trabalhos, e aplicando os critérios de inclusão. Ao final, foram obtidos 54 trabalhos, que foram lidos na íntegra e aplicados os critérios de exclusão. O Quadro 2 apresenta a distribuição dos trabalhos nas diferentes etapas de filtro, tal que ao total 27 trabalhos compuseram o *corpus* de análise e responderam às questões de pesquisa.

Quadro 2. Quantidade de trabalhos por bases de dados e por etapa de seleção

Base de dados	Quantidade Inicial	Quantidade após CI	Quantidade após CE
SBIE	51	8	5
WEI	78	15	7
WIE	102	9	3
RBIE	17	2	1
IETP	235	3	1
RENOTE	1060	14	8
EDUCOMP	36	3	2
Total	1579	54	27

3. Análise dos Trabalhos Selecionados

Esta seção apresenta a análise dos resultados, buscando responder às questões de pesquisas supra apresentadas. Os 27 estudos do *corpus* estão dispostos no Quadro 3, o qual cada Id possui um *link* para o artigo mencionado.

Quadro 3: Relação dos trabalhos selecionados para a RSL.

Id	Título	Ano - Fonte	Proposta
T1	Sistema ELoS - Ensino de Lógica de Programação com apoio de um Sistema Gráfico.	2023 - SBIE	Traz um sistema que utiliza a computação gráfica para o ensino de lógica de programação, voltado a estudantes de diferentes níveis.
T2	XPCoDeHub: Um modelo de sistema gamificado para o aprendizado de programação através de trilhas de conhecimento.	2022 - SBIE	Um sistema web gamificado para o ensino e aprendizagem de programação, voltado a todos os públicos.
T3	ThinkCode: Um Ambiente Web para Apoio a Aprendizagem de Algoritmos Baseado em Conceitos de Complexidade Ciclomática.	2022 - SBIE	Ambiente web utilizado para auxiliar na aprendizagem de algoritmos, testado em turmas de programação de uma IES.
T4	Hello Food: uma jornada de aprendizagem lúdica em algoritmos, programação e Pensamento Computacional.	2022 - SBIE	Um jogo que utiliza os 4 pilares do pensamento computacional, avaliado com estudantes do ensino médio e superior.
T5	Variant Scape: um jogo para exercitar conceitos de introdução à lógica de programação.	2023 - SBIE	Um jogo para promover o desenvolvimento da lógica de programação e do Pensamento Computacional, voltado para o ensino superior.
T6	Ambiente de programação para a introdução da lógica de programação.	2019 - WIE	Um jogo para o ensino do pensamento computacional voltado a crianças (1º ao 5º ano).
T7	ELIS: Uma ferramenta inclusiva para o ensino de lógica de programação aos surdos.	2019 - WIE	Um jogo que utiliza a coleta seletiva para o ensino de lógica de programação, voltado ao ensino fundamental.
T8	JOAO - Proposta de um Juiz Online como Ferramenta de Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Programação para Crianças e Adolescentes.	2022 - WIE	Um sistema para aprendizagem de programação baseada em blocos.
T9	Cosmo: Um ambiente virtual de aprendizado com foco no Ensino de Algoritmos.	2018 - WEI	Ambiente web para o ensino e aprendizagem de algoritmos, passível de instalação de plugins adicionais, voltado ao ensino superior.
T10	Um Ambiente de Desenvolvimento Personalizável para o Ensino de Programação.	2014 - WEI	Ferramenta para programação de algoritmos em português, testado com estudantes da disciplina de algoritmos.

Quadro 3 - Continuação

Id	Título	Ano - Fonte	Proposta
T11	Game Logic: Um jogo para auxiliar na aprendizagem de lógica de programação.	2017 - WEI	Um jogo que se utiliza da programação em blocos, testado com estudantes de uma IES.
T12	Testando a Diversão em um Jogo Sério para o Aprendizado Introdutório de Programação.	2015 - WEI	Jogo que se utiliza da programação em blocos, utilizados por alunos de uma IES.
T13	Uma ferramenta gamificada de apoio à disciplina introdutória de programação.	2015 - WEI	Plataforma online gamificada para auxílio à realização de atividades de programação no ensino superior.
T14	APRENDE - Um novo sistema tutor inteligente para auxiliar nas dificuldades dos conteúdos de algoritmos e programação.	2014 - WEI	Sistema tutor inteligente para auxiliar alunos egressos de escolas públicas nas IES da América Latina.
T15	Portugol Studio: Uma IDE para Iniciantes em Programação.	2014 - WEI	É um ambiente de desenvolvimento para auxiliar alunos iniciantes com lógica de programação.
T16	ProgramSE: Um Jogo para Aprendizagem de Conceitos de Lógica de Programação.	2021 - RBIE	Jogo digital que visa apoiar o processo de ensino-aprendizagem de programação para iniciantes no ensino superior.
T17	Proposta de um objeto de aprendizagem para auxiliar no ensino e aprendizado de algoritmos.	2023 - IETP	Livro digital para apoiar o ensino e aprendizado de conceitos introdutórios da disciplina de algoritmos. Testado por um professor.
T18	Proposta de um Portal Web alinhado a Teorias de Aprendizagem para o Apoio ao Ensino de Programadores Iniciantes.	2015 - RENOTE	Portal web como um OA para o ensino de programação, o qual foi testado por alunos e professores.
T19	Simplificando a depuração de códigos na Linguagem C - Uma solução para alunos iniciantes.	2016 - RENOTE	Sistema para a identificação e correção de erros de compilação de algoritmo em C, testado por alunos.
T20	Alice e o Mistério dos Algoritmos: um serious game como ferramenta de aprendizagem de lógica de programação para crianças.	2018 - RENOTE	Um jogo 2D no qual a mecânica principal são os enigmas de lógica de programação, avaliou-se sua diversão com 19 participantes.

Quadro 3 - Continuação

Id	Título	Ano - Fonte	Proposta
T21	Tri-Logic: Um Ambiente Gamificado como Ferramenta de Auxílio ao ensino de aprendizagem de Lógica de Programação.	2018 - RENOTE	Ambiente gamificado como estratégia no ensino de lógica de programação no ensino médio/técnico.
T22	Sisen - sistema computacional baseado na teoria das inteligências múltiplas e nos estilos de aprendizagem para auxiliar os processos de ensino-aprendizagem.	2019 - RENOTE	Um programa que desenvolve o autoconhecimento cognitivo dos estudantes e fornece o perfil de aprendizagem das turmas aos seus docentes, testado em uma IES.
T23	Planejamento, desenvolvimento e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem gamificado.	2019 - RENOTE	Um AVA gamificado com um curso sobre Lógica de Programação para alunos de um curso técnico de Informática.
T24	Super Mario Logic: um jogo sério para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de lógica de programação.	2020 - RENOTE	Um jogo para estudantes de ensino superior, trazendo desafios que buscam trabalhar as principais estruturas algorítmicas.
T25	World Prog: Um Jogo Educacional para Aprendizagem de Conceitos Básicos de Programação.	2020 - RENOTE	Um jogo para aprendizagem lúdica de conceitos básicos de programação, testado por estudantes de uma IES.
T26	LoopAcademic: uma Plataforma Web para o Ensino-Aprendizagem de Programação Introdutória.	2021 - EDUCOMP	Plataforma para apoiar o ensino-aprendizagem de programação e proporcionar o acompanhamento à individualidade na aprendizagem pelo professor.
T27	Machine Teaching: uma ferramenta didática e de análise de dados para suporte a cursos introdutórios de programação	2022 - EDUCOMP	Ambiente de aprendizado online utilizado para apoio às aulas práticas dos cursos introdutórios de programação. Avaliado por estudantes do ensino superior e professores.

Q1: Quais os tipos de testes de avaliação que estão sendo aplicados nos softwares educacionais voltados ao ensino e aprendizagem de algoritmos?

A partir da análise dos estudos, foi possível identificar alguns tipos de testes aplicados em *softwares* educacionais. O primeiro ponto a destacar é que 18 estudos (T2, T4, T5, T7, T8, T10, T11, T12, T16, T17, T18, T19, T22, T23, T24, T25, T26, T27) trouxeram a usabilidade como o principal aspecto técnico avaliado. Para [Smith e Mayes 1996] a usabilidade concentra-se em três aspectos: facilidade de aprendizado, facilidade de utilização e satisfação do usuário na utilização do sistema.

No trabalho T2, foi feita uma avaliação utilizando cenários específicos de grupos de usuários com e sem experiência prévia em programação, além disso, foi utilizado o modelo de aceitação de tecnologia (TAM), que viabilizou uma avaliação estruturada da facilidade de uso e utilidade percebida, sendo este modelo também aplicado em T18. Nos estudos T4, T5 e T26, os testes de usabilidade foram aplicados em um protótipo. Em T4, a maioria dos estudantes se sentiram confiantes ao usar o sistema, mostrando que a interface foi bem aceita, apesar de algumas dificuldades que apontaram melhorias. Além disso, em T26 não foi detalhado como o teste foi realizado.

Outro destaque é o estudo T7, utilizado por estudantes surdos, onde o teste de usabilidade mediu a facilidade de uso e revelou que a maioria dos estudantes consideraram a ferramenta fácil de utilizar, também informaram a importância que a presença de interpretação e balões de aviso foram importantes, sugerindo que são elementos que melhoraram a experiência do usuário. No estudo T17, foi observada a avaliação mais abrangente dessa RSL, onde além dos aspectos de usabilidade, foram contemplados os aspectos técnicos de compatibilidade, instalação, gerenciamento de dados e manutenção.

Para esta questão de pesquisa, foi possível observar que, em termos de usabilidade, os principais aspectos avaliados foram a facilidade de utilização e a facilidade de aprendizado, corroborando com os três aspectos explicitados por Smith e Mayes [1996].

Em nove estudos (T1, T3, T6, T9, T13, T14, T15, T20, T21) observou-se que não avaliaram nenhum aspecto técnico, preocuparam-se, principalmente, com aspectos pedagógicos. Isso é perceptível quando o estudo T20, menciona que a usabilidade é uma das preocupações durante o desenvolvimento e teste do jogo, mas não oferece detalhes específicos se realmente foi avaliada.

Q2 - Quais instrumentos ou metodologias estão sendo utilizados para coletar os resultados dos testes de *softwares* em seu aspecto técnico?

Dos 18 estudos que aplicaram alguma avaliação técnica, observou-se que três principais instrumentos foram utilizados: os questionários, a observação e dados provenientes do próprio sistema, sendo que o questionário foi utilizado em todos os estudos que tiveram aspectos técnicos avaliados. Segundo [Barbosa 2008], trata-se de uma técnica de custo razoável que apresenta as mesmas questões para todas as pessoas, garantindo o anonimato. Além disso, pode incluir perguntas destinadas a atender finalidades específicas de pesquisa.

Os estudos T2, T4, T12, T17, T18, T23 e T27 utilizaram a escala Likert para coletar as respostas dos usuários, permitindo uma análise quantitativa das ferramentas. Ainda sobre os estudos em questão, T2 utilizou um questionário seguindo o modelo TAM, bem como o estudo T18, diferenciando-se que este último aplicou o instrumento tanto para estudantes quanto para professores. Em relação ao estudo T16, o questionário foi aplicado seguindo o modelo MEEGA+, descrito por [Petri 2018] como uma ferramenta utilizada para avaliar a qualidade de jogos educacionais. Também utilizado pelo estudo T5, foi feita uma combinação do MEEGA+ com o emoti-SAM, versão adaptada do questionário pictográfico *self-assessment manikin* (SAM) [Bradley e Lang 1994].

Alguns questionários aplicados seguiram outros modelos, como o de T4, inspirado no SUS (*System Usability Scale*), este disponibiliza um conjunto de dez questões que possibilitam medir a usabilidade de diversos produtos e serviços [Padrini-Andrade *et al.*

2018]. Os estudos T12 e T24 utilizaram questionários seguindo o modelo GameFlow, contribuindo para medir a experiência do usuário em várias dimensões, sendo uma variação para o jogo, chamada de EGameFlow, sendo este último aplicado ao T12. Além desses modelos, identificou-se outros dois aplicados, o modelo PETESE aplicado ao estudo T17, que abrange múltiplos aspectos desde usabilidade até conteúdo pedagógico, e o modelo Kano, aplicado ao estudo T22, que subsidia uma compreensão de como diferentes características do sistema afetam o nível de satisfação do usuário.

Os estudos T7, T8, T10, T11, T12, T19, T23, T25 e T27 não seguiram nenhum modelo específico, mas fizeram questionários autorais para coletar *feedback* dos usuários em relação à usabilidade e outros ligados a critérios pedagógicos. Além dos questionários, a observação foi aplicada em dois estudos (T11 e T12), onde os pesquisadores observaram os usuários utilizando a ferramenta para identificar problemas específicos de usabilidade. Por fim, cabe destacar que dois dos estudos também se utilizaram de dados advindos diretamente do sistema (T3 e T7). Além disso, verificou-se que apenas o MEEGA+ e o PETESE são instrumentos específicos para *softwares* educativos.

Q3 - Quais aspectos pedagógicos estão sendo avaliados nos *softwares* educativos aplicados a processos de ensino e aprendizagem de algoritmos?

Para conduzir uma análise dos aspectos pedagógicos nos estudos selecionados, características foram agrupadas em categorias distintas, detalhadas a seguir. Esse agrupamento possibilitou uma compreensão mais clara e objetiva dos diversos fatores avaliados relacionados aos elementos pedagógicos implementados.

O primeiro aspecto a se destacar é a eficácia da ferramenta no aprendizado. A maioria dos trabalhos procurou investigá-la nos *softwares* no aprimoramento das habilidades de programação dos alunos, sendo avaliado em 19 trabalhos. Por exemplo, no estudo T9, mais de 55% dos alunos relataram que o ambiente ajudou a aprender o conteúdo da disciplina de algoritmos. De forma semelhante, no estudo T21, 67,7% dos participantes indicaram que o *software* contribuiu, em algum grau, para sua aprendizagem. No geral, o uso de ambientes de *softwares* no aprendizado de conceitos iniciais de programação, obtiveram resultados positivos em termos de aceitação e percepção dos estudantes.

Outro aspecto importante é a motivação e o engajamento dos estudantes ao utilizar a ferramenta. Presente em 8 trabalhos, destaca-se seu uso principalmente em ambientes gamificados e/ou de jogos. Em T5, foi registrado que 80% dos utilizadores ficaram felizes por terem jogado e animados enquanto jogavam. No estudo T8, observou-se que o sistema deixou os aprendizes muito motivados, aumentando o nível de engajamento com as atividades.

Elementos da gamificação também foram avaliados em quatro estudos. Para [Zainuddin *et al.* 2020], a gamificação no aprendizado e no ensino promove a motivação, o engajamento e a influência social. Portanto, está intimamente ligado também ao aspecto de motivação. No estudo T13, foi verificado que 81% dos estudantes se mostraram motivados com os elementos presentes na ferramenta. Em T21, todos os participantes acreditam que o uso de ambientes gamificados pode auxiliar no aprendizado de disciplinas em geral. Isso confirma o que [Fotaris *et al.* 2016] retrata em seu estudo, que as técnicas de gamificação nas aulas de programação de computadores têm o potencial de aumentar o

engajamento dos alunos e aprimorar a retenção de conhecimento, resultando em melhores resultados de aprendizagem.

Por fim, outros pontos avaliados foram o conteúdo e a organização da sequência didática. Em T18, 74% dos estudantes concordaram que as informações disponibilizadas no objeto estavam organizadas de forma didática. Além disso, no trabalho T27, foi avaliado a melhoria de tomada de decisões por parte dos professores em relação à conteúdos e dificuldades dos alunos, mostrando-se positivo.

Outro enfoque no que diz respeito às questões pedagógicas, observado no trabalho T5, foi o registro de dificuldades dos alunos ao realizarem operações matemáticas. Isso levantou questionamentos no estudo, como a possibilidade de que alguns problemas que os estudantes têm com lógica de programação estejam diretamente ligados às dificuldades com a matemática.

Q4 - Quais instrumentos ou metodologias estão sendo utilizados para coletar os dados dos resultados de testes de *softwares* educativos em termos pedagógicos?

Primeiramente, destaca-se que no estudo T26 não houve nenhum tipo de avaliação pedagógica. Nos outros 26 trabalhos foi verificado que, em relação aos aspectos pedagógicos, os instrumentos aplicados foram o questionário e as observações dos participantes pelos pesquisadores. Assim como nos aspectos técnicos, o questionário foi o mais utilizado, estando presente em 25 estudos. O único estudo que não utilizou este tipo de instrumento foi o T6, que utilizou apenas da observação, inclusive por ser destinado para alunos do Ensino Fundamental, do 1º ao 5º ano.

Para responder os questionários de avaliação, 18 dos trabalhos (T1, T3, T5, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25) utilizaram-se apenas de estudantes, 1 (T17) apenas professor e 5 (T4, T16, T18, T15, T27) outros tiveram avaliações tanto dos discentes quanto docentes. Apenas 1 estudo, T2, dividiu os participantes entre com e sem experiência prévia em programação não demonstrando se eram estudantes ou não. Com isso, podemos verificar que os estudantes eram o principal público-alvo dos estudos, corroborando com o aspecto pedagógico mais avaliado que foi a determinação da eficácia do aprendizado. Além disso, também foi observado que não era feita uma separação entre os questionários destinados a avaliar os aspectos técnicos e aqueles destinados aos aspectos pedagógicos, ou seja, dentro de um mesmo questionário existiam perguntas direcionadas para ambas as categorias.

Q5 - Em quais níveis escolares esses *softwares* educacionais estão sendo testados?

Segundo a Lei 9.393/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, a educação escolar é composta pelos seguintes níveis: Educação Básica, formada pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e a Educação Superior [LDB 1996]. Nesta RSL, foram encontrados estudos que testaram suas ferramentas no Ensino Fundamental, Médio e Superior.

Neste estudo, 3 trabalhos (T6, T7 e T8) foram destinados ao Ensino Fundamental. Além disso, o trabalho T8 foi avaliado tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio. Tivemos dois trabalhos avaliados apenas no Ensino Médio/Técnico (T21 e T23), corroborando que *softwares* educacionais podem melhorar o desempenho acadêmico

no Ensino Médio ao integrar videogames com sistemas inteligentes, permitindo que os usuários aprimorem suas habilidades em temas específicos [Robles e Quintero 2020].

A grande maioria das ferramentas foram destinadas à Educação Superior, totalizando 19 trabalhos (T1, T3, T4, T5, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T18, T19, T22, T24, T25, T26 e T27), tantos em cursos voltados a tecnologia e em alguns casos na área de Ciências Exatas, como a matemática, e as engenharias. Esse foco no Ensino Superior pode ser devido a uma maior proximidade entre os pesquisadores e o público-alvo, embora haja também a necessidade de expandir o uso de tais recursos para os outros níveis de ensino para promover a alfabetização em programação para os mais jovens, o que é, inclusive, uma demanda da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e seu complemento sobre a Educação em Computação.

No estudo T4, os autores aplicaram o jogo tanto para estudantes do Ensino Superior quanto Ensino Médio/Técnico, e apesar disso, a proporção de estudantes do Ensino Superior, 75%, foi bem maior. Já no trabalho T1, apesar de terem utilizado o *software* educacional apenas na Educação Superior, como trabalho futuro pretendiam também expandir a aplicação do projeto na Educação Básica, o que evidencia que, apesar de os recursos serem testados em um nível escolar específico, não foram criadas apenas para aquele nível, sendo factível de aplicação em outras modalidades e níveis escolares.

A título de síntese, o Quadro 4 apresenta um resumo dos principais achados acerca das formas de avaliação dos *softwares* educacionais listados no *corpus* de análise desta RSL.

Quadro 4. Estudos selecionados e suas características de avaliação

Características	ID dos Trabalhos
Usabilidade	T2, T4, T5, T7, T8, T10, T11, T12, T16, T17, T18, T19, T22, T23, T24, T25, T26, T27
Outros aspectos técnicos	T17
Sem avaliação técnica	T1, T3, T6, T9, T13, T14, T15, T20, T21
Escala Likert	T2, T4, T12, T17, T18, T23, T27
Questionário TAM	T2, T18
Questionário MEEGA+	T16, T5
Questionário Emoti-sam	T5
Questionário SUS	T4
Questionário GameFlow/EGameFlow	T24, T12
Questionário PETESE	T17
Questionário KANO	T22
Questionário Autorais	T7, T8, T10, T11, T12, T19, T23 e T25
Observações	T11 e T12
Dados do sistema	T3 e T7
Eficácia	T1, T2, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T24, T25
Motivação e engajamento	T5, T8, T12, T13, T17, T21, T22, T24
Elementos da gamificação	T2, T13, T21, T23
Conteúdo e/ou Sequência didática	T4, T18, T22, T23, T27

4. Considerações Finais

Ao retomarmos o objetivo da RSL, o de apresentar como os *softwares* educacionais para o ensino e aprendizagem de algoritmos estão sendo avaliados, evidenciamos duas vertentes, uma em relação aos aspectos técnicos e outra sobre os aspectos pedagógicos, por meio das quais foi possível obter um panorama das pesquisas desenvolvidas no âmbito nacional, incluindo as principais descobertas, lacunas e oportunidades de pesquisa, a seguir.

A avaliação dos *softwares* educacionais para o ensino e aprendizagem de algoritmos concentrou-se principalmente na usabilidade como o aspecto técnico mais avaliado e na eficácia do aprendizado como o principal aspecto pedagógico. Observou-se que a maior parte das avaliações foram realizadas por meio de questionários, sendo este o instrumento predominante de produção de dados. Nota-se, ainda, uma carência de estudos que integrem avaliações contínuas e longitudinais, bem como a aplicação de metodologias de avaliação em contextos variados, como diferentes níveis de ensino e ambientes educacionais [Bittencourt e Isotani 2018].

Foi observado que, apesar de existirem instrumentos voltados à avaliação de *softwares* educacionais, a comunidade acadêmica ainda não os utiliza com frequência, o que pode ser atribuído à falta de familiaridade com esses instrumentos ou até mesmo, à preferência por criação de questionários autorais. Em complemento, mostra-se promissora a integração de elementos de gamificação e ambientes virtuais de aprendizagem para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, conforme relatado por vários estudos. Ferramentas como jogos educativos e ambientes gamificados aumentam o interesse e a participação dos estudantes, sugerindo que essa abordagem mereça exploração mais ampla e sistemática.

Além disso, uma oportunidade significativa de pesquisa reside na criação de metodologias de avaliação específicas para aspectos pedagógicos dos *softwares* educacionais. Embora a usabilidade seja frequentemente avaliada, a criação e aplicação de métodos específicos, como análises de desempenho com base em dados de aprendizagem, estudos de caso com monitoramento contínuo do progresso dos alunos e a utilização de avaliações baseadas em competências, poderiam fornecer *insights* valiosos para o desenvolvimento de recursos mais eficazes ao ensino introdutório de programação.

Outro ponto levantado em um dos estudos é a necessidade de investigar se as dificuldades dos alunos com lógica de programação estão diretamente relacionadas à matemática ou se outros fatores influenciam. Esse tipo de pesquisa poderia orientar a criação de programas educativos que abordassem essas dificuldades de maneira mais direcionada, possivelmente integrando estratégias pedagógicas que superem barreiras específicas no aprendizado de algoritmos e programação. Portanto, é essencial que as futuras pesquisas considerem esses aspectos e busquem desenvolver avaliações mais integradas e contextualizadas, que não apenas identifiquem os pontos fortes e fracos desses *softwares*, mas também ofereçam caminhos claros para a melhoria contínua desses recursos para uso em processos de ensino e aprendizagem de algoritmos.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho faz parte de projeto apoiado pela Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná pelo Edital CP 09/2021 - Programa Pesquisa Básica e Aplicada, Protocolo nº PBA2022011000236.

Referências

- Barbosa, Eduardo F. Instrumentos de Coleta de Dados em Projetos Educacionais. 1998. Disponível em: http://www.tecnologiaprojetos.com.br/banco_objetos/%7B363E5BFD17F5-433A-91A0-2F91727168E3%7D_instrumentos%20de%20coleta.pdf. Acesso em 23 jun. 24.
- Bittencourt, I. I.; Isotani, S. Informática na Educação baseada em Evidências: Um Manifesto. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 26, n. 3, p. 108-119, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328765407_Informatica_na_Educacao_baseada_em_Evidencias_Um_Manifesto. Acesso em: 14 ago. 2024.
- Bradley, M. M.; Lang, P. J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of behavior therapy and experimental psychiatry, v.25, n. 1, p. 49-59. 1994.
- Brasil. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 30 maio 2024.
- Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Acesso em 02 set. 2023. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 jun. 24.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Processo Nº 23001.001050/2019-18. Disponível em: <https://observatorio.movimentopelabase.org.br/aprovadas-normas-para-computacao-na-educacao-basica/>. Acesso em: 25 jun. 24.
- Fotaris, P.; Mastoras, T.; Leinfellner, R.; Rosunally, Y. Climbing up the leaderboard: an empirical study of applying Gamification techniques to a computer programming class. Electronic Journal of e-Learning, v. 14, p. 94-110. 2016.
- Giraffa, L. M.; Mora, M. C. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In: III CONFERÊNCIA SOBRE O ABANDONO NA EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2013, Cidade do México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.
- Gladcheff, A. P.; Sanches, R.; Silva, D. M. Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo. Pensamento Realidade. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração-FEA, v. 11, p. 4-5, 2002. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/download/8484/6296>. Acesso em: 28 maio 2024.
- Iso/Iec. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models. ISO/IEC 25010:2011, 2011.
- Juca, S. C. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. Ciência cognitiva, Rio de Janeiro, v. 8, p. 22-28, ago. 2006. Disponível em:

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212006000200004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 29 maio 2024.

- Kitchenham, B.; Charters, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University and Durham University Joint Report, 2007. Disponível em: <https://www.cs.auckland.ac.nz/norsaremah/2007%20Guidelines%20for%20performing%20SLR%20in%20SE%20v2.3.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.
- Melo, A. B. Software educativo Desmos: possibilidades e limites no ensino de funções no fundamental II. João Pessoa, PB, 2021.
- Morais, R. X. T. (2003). Software educacional: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula. Monografia, Faculdade Lourenço Filho.
- Padrini-Andrade, L.; Balda, R. D.; Areco, K. C.; Bandiera-Paiva, P.; Nunes, M. D.; Marba, S. T.; Bomfim, O. Avaliação da usabilidade de um sistema de informação em saúde neonatal segundo a percepção do usuário. 2018. Revista Paulista de Pediatria, 37, 90-96.
- Petri, G.; Gresse Von Wangenheim, C.; Borgatto, A. F. MEEGA+, Systematic Model to Evaluate Educational Games. In: LEE, N. (ed.). Encyclopedia of Computer Graphics and Games. Springer, 2018.
- Relvas, E. Um instrumento de Avaliação para Produto de Software Educacional de Química. Marília, SP, 2005.
- Salas, J. A. *et al.*. Guidelines to evaluate the usability and user experience of learning support platforms: a systematic review. Communications in Computer and Information Science, 2019.
- Smith, C.; Mayes, T. Telematics Applications for Education and Training: Usability Guide. Commission of the European Communities, DGXIII Project, 1996.
- Vieira, F. M. S. Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa. Educação Pública, 2005. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/avaliacao-de-software-educativo-reflexoes-para-uma-analise-criteriosa>. Acesso em: 29 maio 2024.
- Webber, C.; Boff, E.; Bono, F. Ferramenta Especialista para avaliação de Software Educacional. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2009, Caxias do Sul. Disponível em: http://www.niee.ufrgs.br/eventos/SBIE/2009/conteudo/artigos/completos/60790_1.pdf. Acesso em: 28 maio 2024.
- Zainuddin, Zamzami; Chu, S.; Shujahat, Muhammad; Perera, C. J. The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. Educational Research Review, 2020. DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100326.