

Panorama de Estudos sobre Jogos Educacionais Digitais em Educação em Computação

Nikolas Oliver Sales Genesio¹, Alessandra Marta de Oliveira¹,
Edmar Welington Oliveira¹, Pedro Henrique Dias Valle¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Caixa Postal 20.010 – 36.036-900 – Juiz de Fora – MG – Brasil

nikolas.genesio@estudante.ufjf.br, {alessandraia.oliveira,
edmar.oliveira, pedrohenrique.valle}@ufjf.br

Abstract. *The use of Digital Educational Games (DEGs) as tools to support Computer Education has become increasingly common. However, information about these DEGs is still scarce, especially concerning the quality and development of these games. Therefore, this work aims to identify DEGs supporting Computing Education in the last thirty years (1994-2024). For this, a Systematic Literature Mapping (MSL) was carried out, extracting the necessary information to answer the research questions. In particular, the results demonstrate that the main non-functional requirements of the DEGs analyzed are usability and ease of learning and that the areas of Programming Logic and Software Engineering are those with the most initiative.*

Resumo. *O uso de Jogos Educacionais Digitais (JEDs) como ferramentas de apoio à Educação em Computação tem se mostrado cada vez mais frequente. Contudo, informações sobre esses jogos ainda são escassas, principalmente em relação à qualidade e ao desenvolvimento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar JEDs de apoio à Educação em Computação nos últimos trinta anos (1994-2024). Para isso, um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) foi realizado, extraindo as informações necessárias para responder às questões de pesquisa estabelecidas. Em particular, os resultados demonstram que os principais requisitos não-funcionais dos JEDs analisados são usabilidade e facilidade de aprendizado e que as áreas de Lógica de Programação e Engenharia de Software são as que possuem mais iniciativas.*

1. Introdução

O processo de ensino-aprendizagem de tópicos associados à Computação não é tarefa trivial, devido à sua complexidade e/ou à quantidade de informação envolvida [Arimoto and Oliveira 2019]. Nesse contexto, diversas são as dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a aprendizagem, com destaque para a falta de compreensão do raciocínio lógico e a dificuldade de obter um pensamento abstrato [Martins et al. 2019].

Para muitos alunos, o método tradicional de ensino, focado em aulas expositivas, é ineficaz e desestimulador [Feichas et al. 2021], comprometendo o aprendizado e contribuindo para a evasão em disciplinas iniciais de cursos da área de Computação [Krzyzanowski et al. 2019]. Em particular, Jogos Educacionais Digitais (JEDs) têm se apresentado como estratégia instrucional eficaz para apoiar o ensino-aprendizagem no contexto da Educação em Computação [Petri et al. 2017a], pois possibilitam e potencializam o lado lúdico, criativo e lógico dos alunos [Guarda and da Silva Pinto 2021]. Os

benefícios associados à inclusão de JEDs na Educação em Computação são corroborados por Ahmad et al. (2020), López-Fernández et al. (2021) e Garcêz e Oliveira (2022).

JEDs permitem a ludificação do processo de ensino-aprendizagem, e o uso desses recursos lúdicos resulta em níveis positivos de envolvimento por parte dos alunos [Petri et al. 2017a]. Kessler et al. (2010) afirmam que a ludificação ajuda a engajar alunos e possibilita-os atingir seus objetivos instrucionais de forma mais prazerosa. Apesar dos benefícios promovidos, é fundamental que os JEDs sejam bem projetados - seja para evitar que se desviem de seu propósito central, seja para oportunizar um aprendizado efetivo e significativo ao aluno. Portanto, torna-se necessário analisar os aspectos relacionados à qualidade e à eficácia do jogo [Sousa et al. 2021].

Contudo, há uma escassez de pesquisas abordando o desenvolvimento e uso de JEDs na Educação em Computação. Portanto, o presente trabalho realizou um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com foco em identificar os principais JEDs - oportunizando obter uma visão mais ampla sobre a relação entre Requisitos Não-Funcionais (RNFs) e a qualidade desses jogos, tanto no processo de desenvolvimento quanto na fase pós-implantação. Foram analisados estudos publicados entre 1994 e 2024 na biblioteca digital da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e na Scopus, juntamente com a técnica de *snowballing*. Em resumo, o objetivo foi mapear os principais estudos primários sobre o uso de JEDs para apoiar a Educação em Computação, extraindo as informações necessárias para responder às questões de pesquisa. Com isso, buscou-se obter uma compreensão aprofundada do estado atual dos JEDs, destacando as melhores práticas e identificando possíveis lacunas.

Para além desta seção introdutória, este trabalho está organizado como a seguir. A Seção 2 apresenta uma breve descrição sobre JEDs. A Seção 3 analisa trabalhos relacionados. Na Seção 4, são descritos os métodos de pesquisa. A Seção 5 apresenta os resultados. Finalmente, as Seções 6, 7 e 8 discutem os resultados, as ameaças à validade, além de apresentar as considerações finais.

2. Jogos Educacionais Digitais (JEDs)

Nos últimos anos, os JEDs ganharam destaque como valiosas ferramentas de suporte à aprendizagem em diversos níveis educacionais [Petri et al. 2017a]. Os JEDs têm como objetivo proporcionar aos jogadores uma experiência de aprendizagem significativa em relação aos conteúdos e temáticas abordados em diferentes níveis de ensino [Barbosa et al. 2021]. Conseguir redirecionar, para as atividades educacionais, o entusiasmo que muitos alunos demonstram por jogos digitais não é uma tarefa trivial [Feichas et al. 2021]. Portanto, tem crescido significativamente o número de pesquisas voltadas à integração do ensino com a diversão, por meio do desenvolvimento de JEDs. Assim, os JEDs se posicionam como uma das tecnologias às quais os alunos da atual geração têm profunda familiaridade [Aires and Madeira 2020].

A utilização eficaz de JEDs nas atividades de ensino oportuniza ao aluno momentos lúdicos e interativos como etapas do processo de aprendizagem [Barbosa et al. 2021], além de oportunizar o aprimoramento do seu desenvolvimento cognitivo [Pereira 2021]. É fundamental ressaltar que a aprendizagem baseada em JEDs revela sua eficácia ao utilizar técnicas de aprendizagem interativa [Prensky 2021], além de ser uma abordagem eficiente e motivadora [de Sena et al. 2016].

3. Trabalhos Relacionados

Essa seção apresenta alguns mapeamentos relacionados à proposta deste artigo. Souza et al. (2018) realizaram um MSL na área de Engenharia de Software (ES) visando identificar e discutir métodos relacionados a jogos no contexto do ensino de ES. Os resultados revelaram três abordagens: aprendizagem baseada em jogos, que utiliza jogos como ferramentas de ensino; aprendizagem baseada no desenvolvimento de jogos, que emprega o desenvolvimento de jogos como domínio para o ensino; e gamificação, que incorpora elementos de jogos no ensino de Engenharia de Software.

Santos et al. (2019) conduziram um estudo de MSL para identificar os elementos de jogos utilizados em *serious games* para aprendizagem de programação e compreender como esses elementos são avaliados. Os resultados demonstram que os elementos mais relatados incluem avatar, fantasia, objetivo, nível, sistema de pontos e missão. Além disso, não foram encontrados estudos que avaliem diretamente esses elementos dos jogos, indicando que a avaliação ocorre indiretamente por meio dos jogos sérios.

Luz et al (2023) apresentam um MSL sobre JEDs utilizados no ensino de Circuitos Digitais. A pesquisa analisou os JEDs disponíveis, seus gêneros, conteúdos abordados e a eficácia dessas ferramentas no ambiente escolar. Os resultados indicam que a combinação de estratégias envolvendo JEDs e princípios de gamificação é promissora para lidar com essa problemática - especialmente em áreas de conhecimento mais complexas, como os Circuitos Digitais. Além disso, foram identificados e examinados 13 JEDs voltados para esse tema, abrangendo tópicos desde números binários e processadores até portas lógicas, tabelas verdade e expressões lógicas. Essa diversidade de abordagens reflete as oportunidades que podem oferecer para tornar os conceitos de Circuitos Digitais mais acessíveis e atrativos para os estudantes.

Por fim, Silva et al. (2023) realizaram um MSL dos estudos publicados no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames) entre os anos de 2017 e 2021. A análise revela uma ampla diversidade de ferramentas que se alinham à proposta de ensino de conceitos relacionados à lógica de programação. Essas ferramentas variam desde opções online, como o Scratch, até ferramentas próprias, como jogos desenvolvidos. Além disso, constatou-se que a maioria dos pesquisadores não especificou ou disponibilizou as ferramentas de feedback utilizadas. Essa falta de detalhes dificultou a análise da eficácia dos testes com os jogos junto ao público-alvo.

O MSL apresentado neste trabalho se diferencia dos estudos mencionados por ser mais abrangente, não se restringindo a uma única área do ensino de Computação. Ele abrange pesquisas realizadas tanto no Brasil quanto em outros países, explorando bibliotecas digitais online, tanto internacionais quanto nacionais. Ademais, este MSL permite conhecer as propostas existentes e atua como uma base de consulta para JEDs, facilitando o acesso e a replicação dos mesmos.

4. Método de Pesquisa

Esta pesquisa empregou o método de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), que proporciona uma ampla revisão de estudos primários a partir de uma temática ou questão de pesquisa. A realização desse MSL foi executada seguindo um protocolo baseado nas diretrizes propostas por Kitchenham et al (2007), conforme detalhado a seguir.

4.1. Questões de Pesquisa

A etapa inicial do protocolo envolve o planejamento, no qual os objetivos do MSL são estabelecidos. A partir deste MSL, buscou-se extrair dos estudos as informações necessárias para atingir o objetivo. Para isso, foram formuladas as seguintes questões de pesquisa (QP): **QP1:** Qual jogo (nome) foi proposto para apoiar a Educação em Computação?; **QP2:** Qual a área da Computação?; **QP3:** Quais processos foram utilizados para o desenvolvimento dos JEDs?; **QP4:** Quais *frameworks*/linguagens/*game engines* têm sido utilizadas para apoiar o desenvolvimento dos JEDs?; **QP5:** Como foi feita a avaliação dos JEDs?; **QP6:** Quais são as principais características de qualidade/requisitos dos JEDs?; **QP7:** Qual foi o modelo de avaliação?

4.2. String de Busca

A *string* de busca foi baseada no protocolo PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) [Kitchenham et al. 2007], que divide os termos em cinco componentes para análise. Como resultado, obteve-se a seguinte *string*: (((“*serious game*” OR “*educational game*” OR “*learning game*” OR “*game based learning*” OR “*simulation game*”) AND (“*computer Science*” OR “*Information systems*” OR “*Information Technology*” OR “*computer engineering*”) AND (“*educat**” OR “*course*” OR “*teach**” OR “*learn**”))).

4.3. Estratégia de Busca

As fontes selecionadas para busca dos estudos foram a Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação (SBC OpenLib - SOL)¹ e a base de dados Scopus². Para aumentar a quantidade e a qualidade dos trabalhos encontrados, utilizou-se a técnica do *Snowballing* de duas formas: a busca na lista de referências dos artigos, chamada de *Backward Snowballing* (BS), e a busca nas citações dos artigos, chamada de *Forward Snowballing* (FS) [Felizardo et al. 2016]. Ambas são importantes para identificar estudos relevantes, alcançando bom desempenho em termos de precisão e *recall* [Mourão et al. 2020].

4.4. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão (CI) definidos foram: **CI1:** O estudo apresenta um jogo educacional digital; **CI2:** O estudo mostra um jogo para a Educação em Computação. Também foram definidos os seguintes critérios de exclusão (CE): **CE1:** O estudo é um estudo secundário; **CE2:** O estudo está indisponível; **CE3:** O estudo não descreve o JED, mas apenas aspectos de implementação; **CE4:** O estudo não apresenta um JED; **CE5:** O estudo não está escrito em português ou inglês; **CE5:** O estudo não está direcionado ao contexto de Educação em Computação; **CE7:** O estudo é curto; e **CE8:** O estudo é duplicado.

4.5. Procedimentos e Análise de Dados

O processo de busca foi realizado em quatro etapas. Na primeira, todos os estudos primários recuperados foram avaliados a fim de identificar aqueles que eram pertinentes para responder às QPs, totalizando 978 estudos. Na segunda etapa, realizou-se a análise dos títulos e resumos, aplicando os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) aos 978 artigos candidatos. Como resultado, foi identificado um subconjunto de 127 estudos

¹Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/indice>

²Disponível em: <https://www.scopus.com>

primários. Na terceira etapa, foi realizada uma leitura detalhada desses 127 estudos, identificando 31 estudos que não atendiam aos critérios e, portanto, foram excluídos. Como resultado, 96 estudos foram selecionados. Na quarta etapa, foram aplicadas as técnicas BS e FS do *Snowballing* aos 96 estudos selecionados, adicionando outros 98 estudos à lista. Portanto, foram selecionados um total de 194 estudos³. Durante a busca, foram identificados estudos que se encaixavam na *string*, mas que não apresentavam relevância para a pesquisa - por exemplo, estudos envolvendo modelos de avaliação de jogos no contexto de Educação em Computação ou relatos de experiência.

5. Resultados

Esta seção destaca os resultados decorrentes da execução do MSL - organizados e discutidos com base nas questões de pesquisa estabelecidas. Devido à limitação do espaço, apenas alguns estudos serão citados, mas a lista completa de estudos se encontra disponível³.

QP1: Qual jogo (nome) foi proposto para apoiar a Educação em Computação?

O nome do jogo não deve ser extenso, para ser lembrado pelo jogador [Battistella et al. 2016]. Ao analisar os nomes dos jogos dos estudos, observou-se que estão aderentes às orientações feita por Battistella et. al (2016) e ligados à temática do jogo, sem desvios significativos. É importante mencionar que uma pequena parcela dos jogos não possui nomes, como mostrado nos estudos E38, E58, E67, E71, E73, E79, E84, E88, E90, E128, E133, E143, E145, E151 e E181. Essas observações são evidenciadas⁴.

QP2: Qual a área da Computação?

De acordo com estudos, é comum que alunos apresentem dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de programação[Garcêz and de Oliveira 2022]. Diversas abordagens têm sido exploradas para minimizá-las, conforme explicitado em Souza e Leite (202). A partir dos jogos analisados, e conforme ilustrado na Figura 1, a Lógica de Programação apresenta como a área com maior quantidade de JEDs: E1, E2, E4, E26, E43, E70, E118, E148, E175 e E194. Além disso, é relevante destacar a existência de uma significativa quantidade de jogos relacionados à Engenharia de Software (ES) como em E2, E18, E68, E103, E140, E165 e E193. De fato, os JEDs têm ganhado destaque como ferramentas direcionadas à estimular a aprendizagem de conceitos de ES [Santos et al. 2020].

Também é válido ressaltar que a área de Estruturas de Dados, devido ao conceito relativamente complexo, faz com que os alunos percam o foco e se desmotivem facilmente [Kannappan et al. 2019]. Há muitos JEDs nessa área, como mostrado em E16, E56, E132 e E174. Da mesma forma, para Redes de Computadores, por apresentar desafios para os estudantes no entendimento de protocolos de comunicação, aspectos de segurança da informação e arquiteturas [Lima et al. 2022], há vários JEDs - como evidenciado nos estudos E11, E62, E129 e E192. É importante mencionar, conforme apresentado na Figura 1, que há muitas outras áreas da Computação que possuem um número significativo de jogos para auxiliar no entendimento dos conceitos.

QP3: Quais processos foram utilizados para o desenvolvimento dos jogos?

Ao analisar as pesquisas, destaca-se a ausência de menção ao processo de desenvolvimento dos JEDs em 148 estudos. Essa ausência é motivo de preocupação, visto que

³Disponível em: <https://encurtador.com.br/ABLUV>

⁴Disponível em: <https://encurtador.com.br/hjmM2>

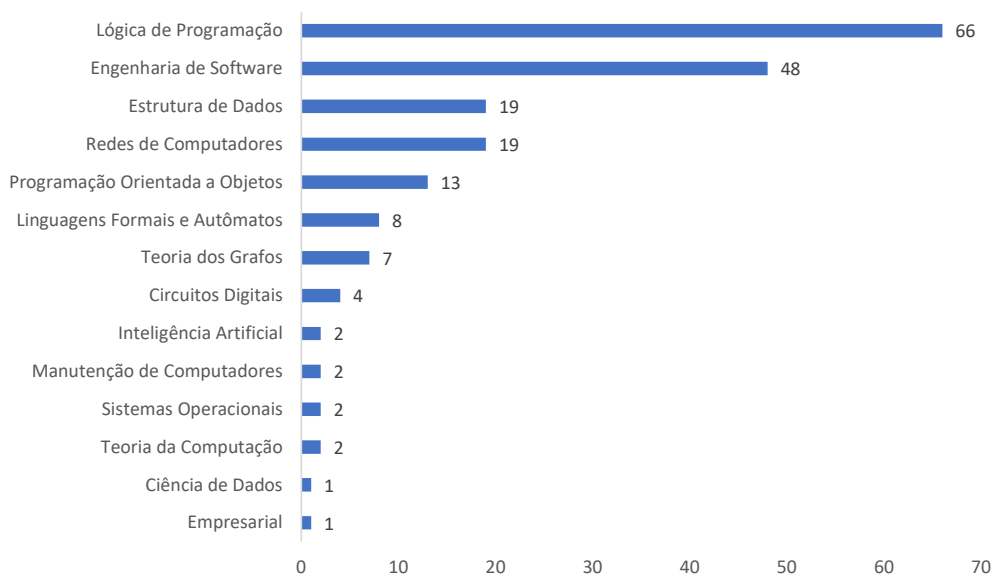


Figura 1. Área da Computação

uma forma de melhorar a qualidade dos jogos é utilizar processos de desenvolvimento [Battistella et al. 2016]. Com isso, propicia-se a criação de jogos ineficazes para a aprendizagem de Educação em Computação.

Os demais estudos demonstram uma variedade de processos de desenvolvimento, conforme mostrado na Figura 2. Esses processos auxiliam em cada etapa do jogo, resultando em um ou mais artefatos que, após as respectivas verificações e validações, avançam para a próxima etapa. Dessa forma, o jogo é desenvolvido com qualidade, oportunizando o alcance dos objetivos de aprendizagem.

QP4: Quais *frameworks/linguagens/game engines* têm sido utilizadas para apoiar o desenvolvimento dos JEDs?

Foram encontradas diversas ferramentas que auxiliam o processo de desenvolvimento dos JEDs. A mais utilizada foi a *Unity*, citada em 62 estudos, incluindo: E5, E12, E22, E34, E60, E79, E111, E124, E157, E194. Essa ferramenta oferece diversos recursos prontos, permitindo que os desenvolvedores foquem no funcionamento do jogo. Ademais, alguns estudos apontam que esta ferramenta é uma das mais populares do mundo no desenvolvimento de jogos digitais [MARIZ 2023], o que está alinhado com os resultados da presente pesquisa. Também foi possível observar que uma parcela considerável de JEDs é desenvolvida através do *Construct 2* e *Construct 3*, conforme mencionado em 9 estudos. Essas ferramentas 2D não exigem conhecimentos avançados em programação e permitem o desenvolvimento rápido de jogos [Freitas 2020] - como demonstrado em E3, E27, E45, E98, E118 e E162. O *Construct*, somado com a *Unity*, consolidam-se como as mais populares na indústria de jogos, melhorando a qualidade dos jogos e reduzindo o tempo para sua produção.

Para auxiliar o desenvolvimento dos JEDs nas ferramentas, diversas linguagens de programação - como Java, HTML5, JavaScript, PHP e CSS - são utilizadas e combinadas para o desenvolvimento tanto da mecânica quanto do design dos jogos. Além disso, para os jogos que estão em fase de prototipação, a ferramenta Figma é usada para criar o fluxo de telas, enquanto o Adobe Flash é empregado para integrar elementos multimídia.

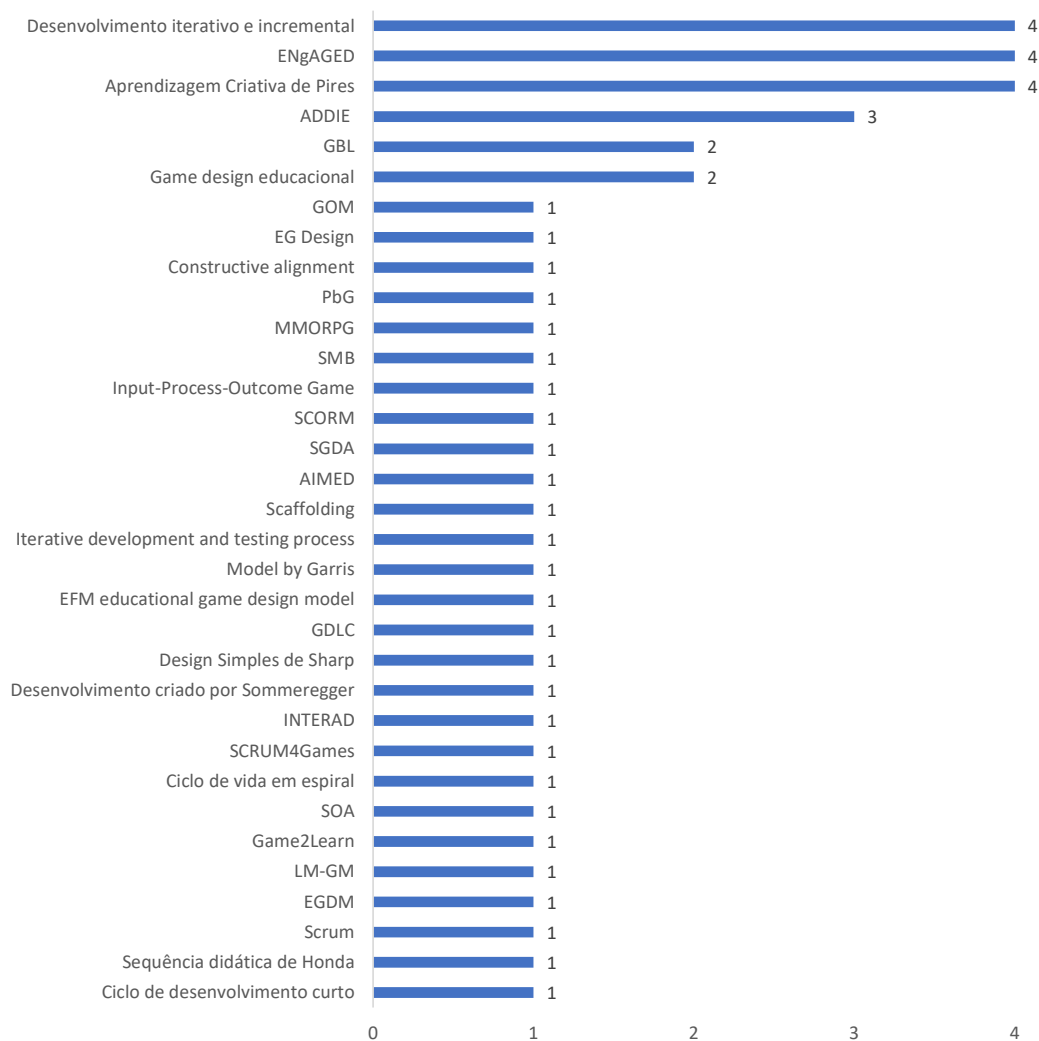


Figura 2. Processo de Desenvolvimento de JEDs

QP5: Como foi feita a avaliação dos JEDs?

Para avaliar a aprendizagem e obter *feedbacks* dos participantes sobre os JEDs desenvolvidos, diversos métodos foram empregados nos estudos - incluindo a aplicação de questionários e experimentos. As avaliações buscam identificar a motivação, engajamento e satisfação dos estudantes, analisando suas perspectivas individuais [Pinheiro et al. 2020]. A avaliação predominante foi exclusivamente por meio de questionário, mencionado em 107 pesquisas, incluindo: E7, E15, E33, E48, E73, E100, E117, E141, E168 e E190. Em seguida, uma considerável quantidade, referenciada em 47 estudos, como: E17, E46, E75, E103, E148 e E183 não apresentou nenhuma avaliação do JED - uma preocupação significativa, dada a importância de se coletar *feedbacks* para realizar possíveis correções e melhorias nos jogos [Dutra et al. 2021].

Além disso, é importante destacar que diversos estudos fizeram a combinação de experimentos e questionários, proporcionando maior controle e visão mais abrangente de todos os aspectos presentes nos JED. Por fim, os demais estudos empregaram outros métodos de avaliação, como entrevista e a combinação de entrevista com questionários.

QP6: Quais são as principais características de qualidade/ requisitos dos JEDs?

Ao analisar os estudos, identificaram-se diversos RNFs, que estão diretamente ligados a atributos de qualidade dos JEDs [de Sales et al. 2020]. O primeiro, destacado em 185 estudos, é a aprendizibilidade - que avalia se o jogo permite que os usuários aprendam a jogá-lo de forma fácil e rápida [BRITO 2023]. A aprendizibilidade é a principal preocupação no desenvolvimento de um jogo, pois afeta todos os seus elementos. Os estudos mostraram *feedbacks* positivos em relação à aprendizibilidade, com as regras do jogo apresentando uma intuitividade satisfatória. Além disso, os *feedbacks* indicaram que os jogadores não precisaram aprender muitas coisas antes de começar a jogar - o que é positivo para se evitar barreiras iniciais que poderiam desanimar o jogador, aumentando a chance de desistência. Nesse contexto, ao dar prioridade a esse RNF, o jogo pode evidenciar sua qualidade e eficácia ao alcançar seus objetivos. Nota-se que o propósito principal do jogo é facilitar a aprendizagem no contexto da Educação em Computação, tornando-os acessíveis e compreensíveis e promovendo uma experiência agradável e eficiente para os jogadores.

Além disso, outro aspecto relevante no desenvolvimento dos jogos é a jogabilidade - que refere-se à perspectiva do jogador interagir com o jogo de forma fácil e intuitiva [Maciel et al. 2022], e que foi evidenciada em 110 estudos. Os resultados destacaram que os jogos garantiram ao jogador maior imersão no ambiente do jogo, constituindo um elemento positivo para a jogabilidade. É interessante notar que a aprendizibilidade e a jogabilidade se complementam, como evidenciado pela maioria dos estudos.

Ademais, um requisito frequentemente citado (presente em 96 estudos) é a ludicidade. Esse atributo torna a interface atraente, especialmente quando relaciona a diversão aos objetivos de aprendizagem e processos cognitivos adequados [Rodrigues and Torcate 2020]. Além disso, outras diversas características de qualidade são ilustradas na Figura 3. Destacam-se, dentre elas, a aprendizibilidade, jogabilidade, ludicidade, usabilidade, compreensibilidade, motivabilidade e interatividade. Esses elementos contribuem para aumentar a qualidade dos jogos, tendo um impacto significativo no seu desenvolvimento e influenciando diretamente todos os elementos presentes.

A ISO/IEC 25010 é um modelo de qualidade usado como padrão para medir a qualidade de software e, atualmente, tem sido aplicada para avaliar a qualidade de sistemas de informação acadêmica, sistemas de informação governamentais e de instituições privadas, jogos, aplicativos móveis e sistemas de apoio à decisão [Mulyawan et al. 2021]. Ao analisar as características de qualidade extraídas dos jogos e a ISO/IEC 25010, é válido destacar que seis das oito características presentes na norma estão presentes nos estudos analisados. Essas características incluem eficiência, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade. As demais características identificadas no âmbito do estudo estão voltadas ao contexto de JEDs.

QP7: Qual foi o modelo de avaliação?

Para realizar as avaliações mencionadas na QP5, foram empregados diversos modelos. Entre eles, destacam-se o MEEGA+, MEEGA e IAQJEd (Instrumento para Avaliação da Qualidade de JEDs). Os modelos de avaliação são importantes na área de JEDs, seja para avaliar a aprendizagem do aluno ou para avaliar o jogo em si (como usabilidade, acessibilidade, jogabilidade) [Oliveira et al. 2019]. No entanto, foi observado que 139 estudos realizaram avaliações sem utilizar nenhum modelo. Isso é preocupante, visto que os modelos de avaliação fornecem um suporte sistemático para a avaliação de JEDs [Petri et al. 2019].

É importante ressaltar que os modelos mais utilizados nos estudos foram o ME-

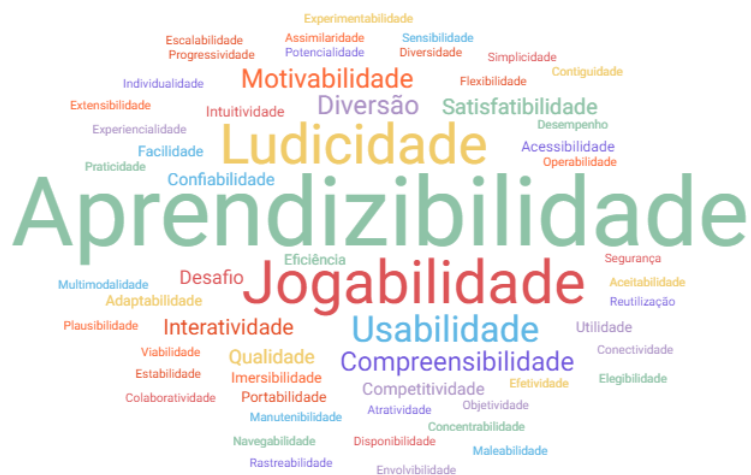


Figura 3. Nuvem de Características de Qualidade

EGA+, MEEGA e IAQJEd. O MEEGA+ foi desenvolvido como uma evolução inicial do modelo MEEGA para analisar JEDs com o propósito de avaliar a percepção da qualidade do ponto de vista de alunos no contexto de cursos superiores da área de Computação [Petri et al. 2019]. Os resultados indicam que os jogos presentes em E1, E20, E38, E47, E55, E140, E144 e E189 obtiveram notas medianas positivas para a maioria dos itens avaliados no modelo MEEGA+. Apesar do MEEGA apresentar algumas limitações em sua concepção e avaliação, conforme identificado ao analisar sua confiabilidade e validade [Petri et al. 2017b], alguns estudos, como mencionado em E16, E28, E29, E102, E127, E150, E152 e E166 utilizaram esse modelo para suas avaliações.

O modelo IAQJEd, mencionado em E5, E7, E8, E10, E15 e E23, é formado por 18 categorias que se desdobram em indicadores englobados em três dimensões: usabilidade, experiência de usuário e princípios de aprendizagem [de Jesus Coutinho and Alves]. Analisando os resultados, observa-se que as questões relacionadas à usabilidade do jogo obtiveram a maior média, seguidas pela experiência do usuário. Os princípios de aprendizagem, por outro lado, obtiveram a menor média entre os grupos.

6. Discussão

Os resultados demonstram uma crescente preocupação em relação à utilização de abordagens lúdicas para estimular e envolver os estudantes no processo de ensino-aprendizagem no contexto da Educação em Computação. Observa-se um incremento na quantidade de JEDs direcionados a áreas como programação, bem como em domínios mais avançados, como a ES. Foi constatado que os JEDs tendem a gerar resultados superiores em termos de aprendizagem quando comparados aos métodos de ensino tradicionais. Com ênfase na promoção da aprendizagem, esses resultados ressaltam a importância de explorar de forma mais abrangente como implementar esse processo educativo, de modo que os alunos possam assimilar integralmente os conceitos apresentados. No que diz respeito ao impacto do uso de JEDs, os resultados sugerem que eles podem enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem, desde que empregados de maneira adequada.

Um aspecto importante analisado refere-se às abordagens de avaliação adotadas, com muitos trabalhos relatando avaliações sem a aplicação de modelos específicos. Destaca-se a importância da existência de métodos de avaliação e processos de desenvolvimento para garantir a qualidade desses jogos. Vários RNFs são considerados no

desenvolvimento dos jogos. No entanto, ao avaliar os estudos, foram identificados sete RNFs comuns à maioria das pesquisas: aprendizibilidade, jogabilidade, ludicidade, usabilidade, compreensibilidade, motivabilidade e interatividade. Esses RNFs desempenharam um papel crucial no engajamento e na diversão dos jogadores, auxiliando-os a atingir os objetivos. Além disso, foi notado que a priorização desses RNFs durante o ciclo de desenvolvimento do jogo resultou em uma redução significativa de esforços e custos. Foi observado que a utilização de ferramentas populares têm sido muito útil no desenvolvimento dos jogos, economizando tempo, dada à disponibilidade de recursos prontos. Assim, desenvolvedores podem se concentrar em atender os requisitos. A análise dos 194 estudos revelou que essa preocupação com a aprendizagem por meio da gamificação está presente em todo o mundo.

7. Ameaças à Validade

Ao longo do processo de MSL, foram avaliadas as ameaças à três tipos de validade. Quanto à **validade externa**, somente duas bases de dados (Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação e Scopus) foram utilizadas - o que pode significar não indexar todo o conteúdo disponível na Web. Para minimizar essa ameaça, a técnica de *Snowballing* foi aplicada identificar novas fontes relevantes para a pesquisa. Porém, ainda é possível que algumas publicações relevantes não tenham sido contempladas. Na **validade interna**, a influência do fator humano pode ter direcionado a pesquisa e impactado os resultados do MSL. Para mitigar a ameaça, os quatro autores foram divididos em pares, promovendo um processo de avaliação abrangente. Cada par examinou a literatura, garantindo a consistência na extração e interpretação dos dados, com o objetivo de eliminar possíveis vieses. A **validade de construção** está relacionada à escolha das palavras-chave que compõem a *string*. As palavras selecionadas para a construção da *string* foram escolhidas para abranger o máximo possível dos JEDs. Além disso, foi realizada uma revisão cuidadosa das palavras-chave e a *string* de busca foi testada várias vezes para garantir sua eficácia.

8. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou os resultados de um MSL que examinou estudos publicados entre 1994 e 2024. O foco deste MSL foi o uso de JEDs para o ensino-aprendizagem no contexto da Educação em Computação. A análise dos dados extraídos revelou que os RNFs estão relacionados à aprendizagem do conceito e à experiência do usuário. Estes requisitos desempenham um papel significativo na qualidade dos jogos, destacando a importância dos RNFs no desenvolvimento de JEDs eficazes e envolventes. Também foram identificadas as áreas que possuem mais estudos, como ES e lógica de programação.

A partir do MSL, pode-se concluir que os JEDs tem um potencial significativo para serem utilizados na Educação em Computação, com o objetivo de facilitar a compreensão e o domínio dos conceitos abordados. Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se um esforço focado no aspecto arquitetural, visando a concepção de uma Arquitetura de Referência específica para sistematizar o desenvolvimento de JEDs e apoiar de forma mais eficiente o processo de ensino-aprendizagem em Educação em Computação.

Referências

- Ahmad, A., Zeshan, F., Khan, M. S., Marriam, R., Ali, A., and Samreen, A. (2020). The impact of gamification on learning outcomes of computer science majors. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 20(2):1–25.

- Aires, S. F. and Madeira, C. A. G. (2020). Desenvolvimento de jogos educacionais digitais: um relato de experiência com o framework playeduc. *RENOTE*, 18(1).
- Arimoto, M. and Oliveira, W. (2019). Dificuldades no processo de aprendizagem de programação de computadores: um survey com estudantes de cursos da Área de computação. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 244–254, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Barbosa, T. M., Burlamaqui, A. A. R. S. d. S., and Burlamaqui, A. M. F. B. (2021). Formação de professores para a construção de jogos educacionais digitais: uma revisão sistemática da literatura.
- Battistella, P. E. et al. (2016). Engaged: Um processo de desenvolvimento de jogos para ensino em computação.
- BRITO, C. P. L. (2023). Avaliando os jogos sérios tower of hanoi e dangerous crossing aplicados no ensino de pensamento computacional.
- de Jesus Coutinho, I. and Alves, L. R. Instrumento de avaliação da qualidade de jogos digitais com finalidade educativa (iaqjed).
- de Sales, A. B., Sousa, M. A., et al. (2020). Jogos sérios no processo de ensino e aprendizagem de interação humano-computador. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 552–561. SBC.
- de Sena, S., Schmiegelow, S. S., do Prado, G. M., de Sousa, R. P. L., and Fialho, F. A. P. (2016). Aprendizagem baseada em jogos digitais: a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos. *RENOTE*, 14(1).
- de Sousa, R. R. and Leite, F. T. (2020). Usando gamificação no ensino de programação introdutória. *Brazilian Journal of Development*, 6(6):33338–33356.
- dos Santos, A. L., Souza, M. R., Dayrell, M., and Figueiredo, E. (2019). A systematic mapping study on game elements and serious games for learning programming. In *Computer Supported Education: 10th International Conference, CSEDU 2018, Funchal, Madeira, Portugal, March 15–17, 2018, Revised Selected Papers 10*, pages 328–356. Springer.
- Dutra, T. C., Felipe, D., Gasparini, I., and Maschio, E. (2021). Super thinkwash: Um jogo digital educacional inspirado na vida real para desenvolvimento do pensamento computacional em crianças. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 292–303. SBC.
- Feichas, F. A., Seabra, R. D., and de Souza, A. D. (2021). Gamificação no ensino superior em ciência da computação: Uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, 19(1):443–452.
- Felizardo, K. R., Mendes, E., Kalinowski, M., Souza, É. F., and Vijaykumar, N. L. (2016). Using forward snowballing to update systematic reviews in software engineering. In *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pages 1–6.
- Freitas, L. T. (2020). Jogos digitais na educação infantil.
- Garcêz, A. V. and de Oliveira, J. M. L. (2022). Os benefícios da utilização de jogos digitais para o ensino de programação para crianças. *Research, Society and Development*, 11(17):e239111738122–e239111738122.

- Guarda, G. F. and da Silva Pinto, S. C. C. (2021). O uso dos jogos digitais educacionais no processo no ensino-aprendizagem com ênfase nas habilidades do pensamento computacional: experiências no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 17(37):1–35.
- Kannappan, V. T., Fernando, O. N. N., Chattopadhyay, A., Tan, X., Hong, J. Y. J., Seah, H. S., and Lye, H. E. (2019). La petite fee cosmo: Learning data structures through game-based learning. In *2019 International Conference on Cyberworlds (CW)*, pages 207–210. IEEE.
- Kessler, M. C., de Paula, C. G., Albé, M. H., Manzini, N., Barcellos, C., Carlson, R., Marcon, D., and Kehl, C. (2010). Impulsionando a aprendizagem na universidade por meio de jogos educativos digitais. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 1(1):1–9.
- Kitchenham, B., Charters, S., et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Krzyzanowski, L., Beleti Jr, C., Santiago Jr, R., and Tostes, R. A. (2019). Ensino de programação: um estudo preliminar nos cursos de licenciatura em computação no brasil. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 8, page 21.
- Lima, E., Pereira, R., and Viana, W. (2022). Amongnet game: Um relato de experiência do uso da virtualidade e da realidade aumentada no ensino remoto emergencial de redes de computadores. In *Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 152–162, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- López-Fernández, D., Gordillo, A., Alarcón, P. P., and Tovar, E. (2021). Comparing traditional teaching and game-based learning using teacher-authored games on computer science education. *IEEE Transactions on Education*, 64(4):367–373.
- Luz, L. F. d. S., Santini, A. L., Junior, M. M. C., Track, M. B., de Assumpção, M., Aylon, L. B. R., et al. (2023). Jogos educativos no ensino de circuitos digitais: Um mapeamento sistemático. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 814–825. SBC.
- Maciel, D. G., Tavares, J. C., and Matos, S. A. (2022). Contribuição da neurociência para a construção do jogo separação de misturas. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 6.
- MARIZ, H. (2023). Explorando padrões de projeto no desenvolvimento de jogos digitais na unity3d. B.S. thesis.
- Martins, V. F., Rodrigues, B., and Knih, E. (2019). Uso de jogos para o ensino de programação: Relato de experiência. In *Proceedings of XX CLEI-Conferencia Latino-americana de Informática*.
- Mourão, E., Pimentel, J. F., Murta, L., Kalinowski, M., Mendes, E., and Wohlin, C. (2020). On the performance of hybrid search strategies for systematic literature reviews in software engineering. *Information and software technology*, 123:106294.
- Mulyawan, M. D., Kumara, I. N. S., Swamardika, I. B. A., and Saputra, K. O. (2021). Kualitas sistem informasi berdasarkan iso/iec 25010: Literature review. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1):15.
- Oliveira, R., Belarmino, G., Rodriguez, C., Goya, D., Venero, M. F., Júnior, A. O., and da Rocha, R. V. (2019). Avaliações em jogos educacionais: instrumentos de avaliação

- da reação, aprendizagem e comparação de jogos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education - SBIE*, volume 30, page 972.
- Pereira, W. A. F. (2021). Jogos digitais como ferramentas pedagógicas para o desenvolvimento cognitivo. *Role-Playing Game: práticas, ressignificações e potencialidades*, page 181.
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., and Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3).
- Petri, G., von Wangenheim, C., and Borgatto, A. (2017a). Evolução de um modelo de avaliação de jogos para o ensino de computação. In *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., and Borgatto, A. F. (2017b). Evolução de um modelo de avaliação de jogos para o ensino de computação. In *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*. SBC.
- Pinheiro, R. C., Lima, F., and Araújo, J. (2020). Jogos digitais como motivação para o desenvolvimento da leitura. *Diacrítica*, 34(1):173–198.
- Prensky, M. (2021). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Editora Senac São Paulo.
- Rodrigues, A. N. and Torcate, A. S. (2020). A importância da ludicidade na interface de um jogo educativo para estimulação do controle inibitório. In *Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação*, pages 276–285. SBC.
- Santos, S. H. N., Costa, Y. d. J. S., dos Santos, D. V., Barradas Filho, A. O., Junior, J. B. B., and Cabrejos, L. J. E. R. (2020). Identificando jogos sérios para o ensino de engenharia de software no brasil através de um mapeamento sistemático. *Research, Society and Development*, 9(7):e329973702–e329973702.
- Silva, G. L. S. d. et al. (2023). Jogos digitais para o ensino de lógica de programação: um mapeamento sistemático.
- Sousa, M. A., de Sales, A. B., Mendes, F. F., et al. (2021). Aspectos de qualidade em jogos sérios digitais. *Renote*, 19(1):207–216.
- Souza, M. R. d. A., Veado, L., Moreira, R. T., Figueiredo, E., and Costa, H. (2018). A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and software technology*, 95:201–218.