



Explorando a integração entre Game Learning Analytics e Sistemas de Recomendação: uma revisão sistemática da literatura

Vinicius Lunkes Cezar, PPGIE – UFRGS – viniciusc@ufcspa.edu.br,
<https://orcid.org/0000-0002-8888-7018>

Sílvio César Cazella, PPGIE – UFRGS – silvioc@ufcspa.edu.br, <https://orcid.org/0000-0003-2343-893X>

Viviane Rodrigues Botelho - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA – vivianerb@ufcspa.edu.br, <https://orcid.org/0000-0003-1864-5926>

Patrick Vicente Garcia - Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos - garcipatrick@edu.unisinos.br, <https://orcid.org/0000-0002-4865-8624>

Resumo: Este artigo traz uma Revisão Sistemática da Literatura explorando a integração entre *Game Learning Analytics* (GLA) e Sistemas de Recomendação (SR), analisando os estudos primários localizados nas principais bases de dados de literatura científica e revistas nacionais. A metodologia utilizou um *framework* de 6 etapas, iniciando com a definição do tema central até a apresentação dos resultados da pesquisa. A análise final apresentou um número reduzido de seis artigos encontrados, sendo plausível afirmar que há uma lacuna em estudos sobre o uso de GLA integrado a SR. Desse modo, existe oportunidade para desenvolvimento científico na coleta de dados dos jogos digitais e o uso de SR em novas propostas de pesquisa em informática na educação no âmbito nacional e internacional.

Palavras-Chave: Game Learning Analytics, Sistemas de Recomendação, Revisão Sistemática da Literatura.

Exploring the integration between Game Learning Analytics and Recommender Systems: a systematic literature review

Abstract: This paper provides a Systematic Literature Review exploring the integration between Game Learning Analytics (GLA) and Recommender Systems (RS), analyzing primary studies located in the main scientific literature databases and national magazines. The methodology used a 6-step framework, starting with the central theme definition until the research results presentation. The final analysis presented a small number of six papers found, making it plausible to state that there is a gap in studies on the use of GLA integrated with RS. Therefore, there is an opportunity for scientific development in collecting data from digital games and using RS in new research proposals on computers in education at national and international levels.

Keywords: Game Learning Analytics, Recommender Systems, Systematic Literature Review.



1. Introdução

É notório que o uso de recursos de informática é algo amplamente discutido em diversas áreas devido ao contexto tecnológico em que estamos inseridos. A transformação dos recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) avançam de forma cada vez mais rápida dentro da constante necessidade de inovação. Esse cenário não é diferente nas linhas de pesquisa na educação, em especial, as que buscam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Os diversos dados dos estudantes podem ser coletados por meio de ferramentas informatizadas que abrem uma gama de possibilidades nas áreas de *Learning Analytics* (LA) e Sistemas de Recomendação (SR). LA têm potencial para apoiar e remodelar as práticas educacionais, enquanto o SR potencializa o desenvolvimento de mecanismos e algoritmos capazes de mapear as interações, relações e a trajetória de aprendizagem (BEHAR, 2019; LANG, 2017 e CAMPOS et al., 2017). A comunicação entre docentes e discentes ocorre de muitas formas, em especial, mediada por recursos tecnológicos. Utilizar LA e SR pode facilitar a compreensão dos professores das necessidades e sentimentos dos estudantes, visto que, por falta de tempo, preferência ou estratégia, a comunicação é mediada por ferramentas digitais.

Paralelamente, a informática na educação tem feito uso como recurso auxiliar os Jogos Digitais Educacionais (JDEs). Os jogos digitais são considerados educacionais quando atuam como motivadores do processo de aprendizagem (TAROUÇO et al., 2004). Os JDEs utilizam o recurso de *Game Learning Analytics* (GLA) para capturar dados das interações dos alunos com os jogos, obter informações que simplificam as tarefas dos docentes e, caso as coletas forem de forma transparente dentro do ambiente do *game*, podem fornecer dados baseados em evidências sobre o conhecimento dos discentes em cada ponto do tempo (MORATA et al., 2019). Dentro dos jogos digitais pode-se considerar GLA como uma extensão de LA (FREIRE et al., 2016).

O termo GLA surgiu pela primeira vez na Segunda Conferência Internacional *Games and Learning Alliance*, em outubro de 2013, entretanto, ganhou mais notoriedade em 2016, quando foi publicado o trabalho *Game learning analytics: Learning analytics for Serious Games* (FREIRE et al., 2016 e SIERRA et al., 2022). SIERRA et al. (2022) desenvolveram uma revisão sistemática de literatura para verificar quais as tendências de design, validação e implementação de GLA entre 2015 a 2020 e constataram ser uma área de pesquisa recente, crescente e nenhuma menção a aplicação de um modelo educacional. A revisão sistemática de literatura de TLILI et al. (2021) pesquisou artigos entre 2012 a 2019. Entre os resultados foi identificado que GLA possui potencial de melhorar o processo de aprendizagem, sendo importante investigar maneiras de integrar soluções de LA em jogos educacionais.

Perante a contexto apresentado, essa Revisão Sistemática de Literatura (RSL) objetiva verificar como os autores estão tratando e aplicando em conjunto GLA e SR, e qual a contribuição dos estudos primários publicados. Por fim, espera-se que os resultados dessa pesquisa auxiliem os educadores e pesquisadores interessados em LA e SR aplicados na educação.

2. Metodologia

A presente RSL está estruturada com base nas diretrizes propostas por

DRESCH et al. (2015), tendo como objetivo ter um panorama das pesquisas e experiências práticas relacionadas ao uso de GLA combinada aos SR no contexto nacional e internacional entre 2018 e 2023.

DRESCH et al. (2015) define RSL como um estudo secundário capaz de mapear, analisar e extrair resultados a partir dos estudos primários significativos, com base em questões de pesquisa, além de apresentar oportunidades para a elaboração de novos trabalhos. A RSL deve seguir um método claro, planejado e justificável, com a mesma estrutura que são desenvolvidos os estudos primários, visando garantir que seja escusa de viés ou tendenciosa. Os autores propõem um *framework* conceitual dividido em etapas. Neste estudo houve uma adequação, já que na versão original o autor utiliza a escolha da equipe de trabalho e o conceito de *stakeholders*, que nesta RSL foram suprimidos. Diante disso, foram utilizadas as seguintes etapas conforme a Figura 1:

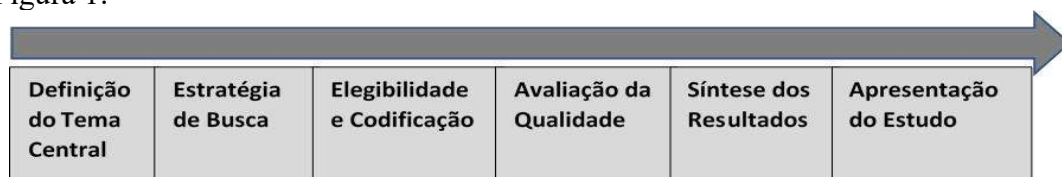


Figura 1 - Etapas da revisão sistemática da literatura

Fonte: Dresch et al. (2015)

A primeira etapa refere-se à definição do tema central para construção da questão de revisão. De modo que, trata do escopo e da elaboração de um método conceitual como ponto de partida, dentro do cenário direcionado para a pesquisa. A segunda é a estratégia de busca que passa pela seleção das fontes de dados, os termos utilizados para a busca e a elaboração dos critérios de inclusão e exclusão de estudos. A terceira etapa está relacionada à elegibilidade. Nela decorre a busca dos estudos primários, sua seleção e codificação. Ademais, na quarta etapa definida por DRESCH et al. (2015) acontece a avaliação da qualidade, composta por uma pré e uma pós-avaliação dos artigos. Na pré-avaliação, é verificado a pertinência do estudo primário, analisando sua adequação à questão de pesquisa e ao foco do método, contexto e população. Na pós-avaliação, são sintetizadas as médias de cada um dos avaliadores para cada um dos artigos, segundo os critérios de qualidade da execução do estudo e o foco da revisão. Na quinta etapa, considerando realizar uma síntese dos resultados, ocorre a exploração e organização dos dados disponíveis para os artigos selecionados, com o objetivo de revelar a existência de padrões entre os estudos que foram escolhidos. Por fim, na sexta etapa, os resultados obtidos a partir das análises dos autores são apresentados.

Para a realização da RSL foram elaboradas as questões de pesquisa, a definição das fontes de dados, as *strings* de busca e os critérios de inclusão e exclusão. O questionamento inicial que motivou esta revisão foi “Como *Game Learning Analytics* é utilizado e integrado aos Sistemas de Recomendação?”. A partir disso, foram definidas cinco questões de pesquisa (QP). O estudo foi realizado em periódicos brasileiros, *proceedings* de conferências e bases de dados internacionais. A seleção considerou a relevância das mesmas na área de Informática na Educação e, além disso, os resultados expressivos na pesquisa sobre o tema nessas fontes. Dessa maneira, foram consultados os textos da Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE), Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE) e das bases *ACM Digital Library* (ACM), *Scopus*, *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) e *Springer*. Foram aceitos trabalhos em português ou inglês. O período abrange os anos de 2018 até 2023. A

V. 22 Nº 1, julho, 2024 _____ RENTE
DOI:



busca dos artigos foi feita durante os meses de setembro e outubro de 2023.

A seguir, são descritas as *strings* de busca de acordo com as bases de dados escolhidas:

- *String* de busca da base de dados *ACM*, *SCOPUS*, *IEEE* e *SPRINGER*: ("learning analytics" OR "learn analytics") AND (game) AND ("recommend* system");
- *String* de busca das revistas *RENOTE*, *SBIE*, *RBIE* e *TISE*: ("learning analytics" OR "learn analytics") AND (game OR "jogo digital") AND ("recommend* system" OR "sistema de recomendação").

A etapa seguinte da metodologia aplicada foi a definição dos critérios de inclusão e exclusão definidos para seleção dos artigos. Os critérios são norteadores para uma melhor triagem na busca nas diferentes bases de dados e garantem a padronização entre os pesquisadores que participam da RSL. Além disso, podem ser uma referência para posteriores replicações do processo. Os critérios definidos para essa pesquisa foram responsáveis pela busca mais restritiva e assertiva dos estudos, junto às fontes de busca e, são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Critérios de inclusão e exclusão

Critério de Inclusão	Critério de Exclusão
O artigo foi publicado em periódicos e <i>proceedings</i> de conferências com revisão por pares.	O artigo não aborda <i>Game Learning Analytics</i> e Sistema de Recomendação.
A pesquisa foi publicada entre os anos de 2018 a 2023.	O trabalho não é um artigo completo.
O trabalho está escrito em português ou inglês.	O artigo é um estudo secundário.
Atende aos critérios da <i>string</i> de busca.	O artigo está duplicado nas bases de dados pesquisadas.
	O trabalho não pode ser acessado gratuitamente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O processo de recuperação dos artigos iniciou com o acesso à base de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Através do portal da CAPES foram acessadas as bases de dados *Scopus*, *ACM*, *IEEE* e *Springer*. Em um segundo momento, foram acessados os anais da *RENOTE*, *SBIE*, *RBIE* e *TISE*. Na primeira triagem, foram recuperados os artigos que atenderam aos critérios de inclusão. Em seguida, foram verificados os critérios de exclusão. Por fim, os artigos selecionados foram lidos na íntegra, buscando responder às questões de pesquisa e, assim, apresentar o resultado final da análise.

3. Discussão dos Resultados

Os resultados apresentam os dados e informações constituídos a partir do modelo proposto de RSL. A quantidade total dos artigos obtidos executando a *string* de busca nas bases, revistas e *proceedings* de conferências escolhidas para a pesquisa foram de 280 estudos, sendo 20 correspondentes a artigos nacionais. A seguir, aplicou-se os seis critérios de exclusão que eliminaram 274 trabalhos, então, 6 artigos finais foram selecionados, conforme a Figura 2:

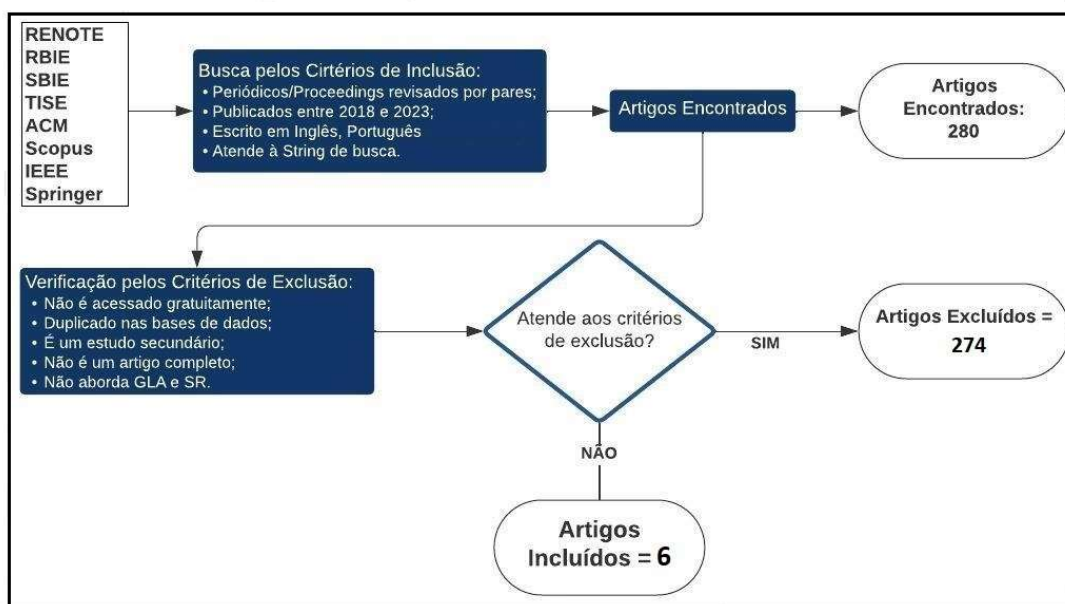


Figura 2 - Processo de busca de elegibilidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2023), baseado em Dresch et al. (2015)

A Tabela 2 contém o título dos seis artigos selecionados para análise final com os autores, seus países de origem e o ano de publicação:

Tabela 2 - Composição dos artigos selecionados para análise final

Título	Autores	País	Ano
Predicting Learning Performance in Serious Games	KICKMEIER-RUST	Suíça	2018
Improving Children's Experience on a Mobile EdTech Platform through a Recommender System	RUIZ-INIESTA A. et al.	Espanha	2018
Um Modelo para Promover o Engajamento Estudantil no Aprendizado de Programação Utilizando Gamification	SILVA T. S. C. et al.	Brasil	2018
Software Architecture for Adaptation and Recommendation of Course Content and Activities Based on Learning Analytics	ALEKSIEVA-PETROVA A. et al.	Bulgária	2020
Detecting Students Gifted in Mathematics with Stream Mining and Concept Drift Based M-Learning Models Integrating Educational Computer Games	JURIC P. et al.	Croácia	2021
Towards Intelligent Serious Games: Deep Knowledge Tracing with Hybrid Prediction Models	THABET B. e ZANICHELLI F.	Itália	2023

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Por fim, a análise final passa pela discussão das cinco questões de pesquisa:



QP1 - Como GLA e SR foram integrados para atender o processo de ensino e aprendizagem?

KICKMEIER-RUST (2018) aplicou o conceito de GLA para fazer previsões de desempenho por meio do *Learning Performance Vector* (LPV). O uso do LPV possibilita ajudar os alunos a alcançar um resultado superior de sua interação com o *game* e aplicar recomendações de novos designs ou adaptações no jogo digital. Já RUIZ-INIESTA et al. (2018) utilizaram uma plataforma chamada *The Smart Digital Library* (SDL) que contém jogos e histórias interativas para crianças. O progresso de cada criança é registrado e detalhes relevantes são disponibilizados aos pais e educadores por meio do *Learning Analytics Dashboard* (LAD). Para extrair correlações entre aplicativos jogados e aprendizado foi utilizada uma plataforma de *feedback* que fornece saída com diversos dados como pontuação, falhas, bônus, modo de jogo, tipo de aplicativo, tempo gasto, nível, etc. A partir disso, são gerados dois tipos de recomendações: um que gera recomendações de conteúdo orientadas para o usuário e outro que fornece explicações e recomendações relevantes para pais e educadores.

SILVA et al. (2018) apresentaram um modelo conceitual gamificado que se baseia na definição do perfil de jogadores e técnicas de engajamento de *games*. Esse modelo foi implementado por meio de um sistema chamado cod[edu] que utiliza a recomendação baseada em conteúdo. As recomendações do sistema são baseadas e adaptadas ao estilo de cada jogador. ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020) aplicaram métodos para recuperar, estruturar e armazenar grandes volumes de dados coletados por *Learning Management System* (LMS) e jogos educativos. Os dados foram registrados em uma estrutura unificada (repositório), de modo a extrair informações e apoiar soluções eficazes e oportunas para adaptar o conteúdo do curso, o fluxo de trabalho de suas atividades e gerar jogos de aprendizagem adaptativa. Então, ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020) propõem uma arquitetura de *software* que realiza o processamento para fazer uma modelagem preditiva com base nos dados coletados no repositório e nos predicados definidos na ontologia. Para que o mecanismo de análise forneça orientação, é utilizada a base de informações disponível para cada usuário, bem como estatísticas agregadas sobre o comportamento de um grupo de alunos. As informações recuperadas do repositório são analisadas e geram recomendações personalizadas.

JURIC et al. (2021) coletaram dados a partir da interação dos alunos com o jogo Zagonetke mudrog lisca (Charadas da raposa sábia), que lida com tarefas de problemas matemáticos apresentados através dos algarismos romanos em 15 níveis pré-definidos ordenados por dificuldade crescente. Os seguintes dados foram coletados: nível atual, tempo de retenção do elemento (tempo necessário para pensar), elemento jogado, acerto, número de movimentos no nível, número de vezes jogados, pontuações ganhas pelo movimento, sessão (o número de *games* jogados em sucessão), pontuação total e registros de data e hora. Analisando as características que refletem a motivação, o nível de conhecimento adquirido e o número de vezes jogado, pode-se recomendar possíveis alunos superdotados em matemática em sistemas móveis que são baseados em jogos de computador educacionais.

THABET e ZANICHELLI (2023) apresentaram um modelo de *Intelligent Serious Games* (ISG) combinando *Deep Knowledge Tracing* (DKT) com jogos sérios para o aprendizado de programação. O ISG consiste em quatro componentes:

- *iGDA Conceptual Serious Game Framework*: um *framework* de jogo sério reutilizável com o objetivo de identificar os componentes de jogo e aprendizagem a serem integrados na fase inicial do projeto. O iGDA está alinhado



com os resultados baseados na aprendizagem para modelar o estado do conhecimento dos jogadores e integrar o DKT a um mecanismo de recomendação;

- *Learning Analytics*: no ambiente de jogo é um componente genérico que pode conter qualquer abordagem de análise. No estudo de Thabet e Zanichelli (2023) consiste em um modelo de predição DKT;

- *Transformer-based Recommender (TR)*: A recomendação e as técnicas de filtragem são sensíveis ao contexto com os resultados da previsão DKT e o estado de conhecimento do jogador. Permitindo um guia personalizado para os jogadores;

- *XAPI Tracker*: O principal objetivo desse componente é fornecer um formato de dados padrão com protocolo de comunicação para rastrear, capturar, armazenar e compartilhar as interações dos jogadores com a DKT e externamente com outras bases de dados.

QP2 - Quais métodos, práticas ou abordagem de ensino e aprendizagem foram aplicados a partir da integração de GLA e SR?

O LPV de KICKMEIER-RUST (2018) permite utilizar informações sobre o domínio de aprendizagem (competências e a estrutura de competências) e registrar informações de jogos para fazer previsões de desempenho que, segundo o autor, um dos principais objetivos é fornecer um método de predição de desempenho que opere em cenários com pouco ou nenhum dado de fundo disponível, com uma base de dados rasa, incompleta e que permita um monitoramento contínuo. A SDL de RUIZ-INIESTA et al. (2018) busca reforçar o conceito de inteligências múltiplas e habilidades cognitivas como memória, atenção, coordenação e lógica. Os aplicativos presentes na SDL são inspirados em conteúdos educacionais e incluem uma gama de níveis de dificuldade adaptados a crianças de diferentes idades e níveis de desenvolvimento. Os dados são usados para enriquecer o perfil da criança. Com ele, o sistema estima o nível de domínio de acordo com as inteligências múltiplas. Essas informações são empregadas pelo sistema de recomendação para personalizar uma lista de sugestões. O LAD mostra o progresso da criança e a porção de tempo que o usuário dedica a cada aplicativo.

O modelo conceitual proposto por SILVA et al. (2018) associou a taxonomia de Bloom a técnicas de engajamento com intuito de motivar os estudantes e auxiliar o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para o ensino de programação, visando proporcionar um aprendizado personalizado. ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020) apresentaram um modelo de aluno e atividade de ensino, a fim de ajudar o professor a construir adaptações e recomendações de um conteúdo do curso ou fluxo de atividades do curso. O modelo será utilizado na arquitetura proposta para adaptação, recomendação de conteúdo e atividades do curso no processo de aprendizagem utilizando um *framework*.

JURIC et al. (2021) avaliaram, fundamentado em algoritmos de *Data Stream Mining* baseados na árvore de Hoeffding, possíveis modelos de classificação preditiva utilizados na pré-seleção de alunos superdotados em matemática, sem conhecer qualquer outra característica além da idade, ou seja, os alunos podem ser classificados com base apenas em sua interação com o sistema de *m-learning*. Esse sistema utiliza jogos educacionais de computador e implementa recursos referentes à motivação e ao conhecimento adquirido.

THABET e ZANICHELLI (2023) combinaram DKT com jogos sérios para estabelecer um modelo inteligente para modelar o estado de conhecimento dos alunos durante a prática e prever o desempenho futuro da aprendizagem. O principal objetivo do ISG proposto é adaptar e ajustar as trajetórias de aprendizagem dos jogadores de acordo com seu nível de proficiência. Este modelo pode ajudar os



jogadores a olhar um ou mais passos à frente, prever o resultado das próximas missões (sucesso/fracasso) a fim de fornecer aos alunos recomendações para completar as missões com sucesso.

QP3 – Como a solução foi avaliada quanto ao impacto no processo de ensino e aprendizagem?

O estudo de KICKMEIER-RUST (2018) foi baseado em conjuntos de dados existentes explorando as características da abordagem prevista no LPV e comparado com um modelo de regressão linear. Os resultados indicam que o LPV é um método promissor, especialmente em cenários de jogos ricos na possibilidade de coleta de dados com informações externas limitadas. Os autores relatam que os passos futuros demonstrarão o uso do LPV no contexto de um jogo de matemática, desenvolvido pela Universidade Técnica de Graz. A abordagem descrita no trabalho de RUIZ-INIESTA et al. (2018) foi testada em usuários reais da plataforma SDL. Os resultados experimentais sugerem que esse modelo de recomendação é adequado para sugerir aplicativos às crianças e aumentar seu engajamento em termos de tempo de uso e número de jogos jogados. Além disso, foi avaliado o desempenho do sistema em termos de como as recomendações sugeridas aos usuários impactaram o número de jogos e o tempo de jogo.

SILVA et al. (2018) realizaram um quase-experimento para mensurar a influência do modelo proposto. Os resultados mostraram que houve aumento nos indicadores de engajamento dos estudantes do grupo de teste em relação ao grupo de controle. Já os docentes consideraram que o modelo auxilia também no processo de aprendizagem na disciplina de programação. ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020) coletaram os seguintes dados experimentais de um sistema de gestão da aprendizagem: hora, contexto do evento, componente, nome do evento, descrição, origem, endereço IP. Um algoritmo de previsão de aprendizagem do aluno baseado em *Machine Learning* para processamento, análise de dados e descoberta de conhecimento com relação às principais atividades do aluno e do professor foi projetado com 63.774 instâncias caracterizadas por 7 atributos. Por fim, a avaliação do desempenho do modelo obteve uma acurácia de 88% calculada a partir do número de itens classificados corretamente dividido pelo número total de itens no conjunto de teste.

A pesquisa de JURIC et al. (2021) foi avaliada em uma escola da República da Croácia em 104 estudantes com idades entre 11 e 14 anos da quinta à oitava série, durante o período de 6 semanas no ano letivo 2017/2018. O sistema foi acessado por 73 alunos (70,19% dos alunos) e os dados sugerem que *Data Stream Mining* pode ser usada para a detecção de alunos superdotados em matemática em sistemas móveis que são baseados em jogos de computador educacionais.

THABET e ZANICHELLI (2023) desenvolveram um jogo de tabuleiro para avaliar o modelo de ISG por meio de um experimento. O *game* chamado C++Code Challenge baseado no *framework* iGDA usando UNITY 2D simula o ambiente do campus para ensinar as habilidades básicas de programação de computadores em C++. O jogo consiste em desafios cronometrados, habilidades, bibliotecas, crachás, *flashcards* conceituais e uma conquista baseada em evidências da barra de progresso para acompanhar o sucesso dos jogadores. Os autores utilizaram 26 desafios de código em um quiz on-line com 10 perguntas extras de múltipla escolha. Em algumas perguntas o código-fonte associado produz duas saídas, sendo 22 respostas possíveis. Um total de 4.524 respostas aos exercícios foram analisadas de 174 alunos. Os resultados demonstraram a eficácia da integração do DKT com jogos em geral. Provou-se ser possível aplicar o modelo em situações reais para traçar



o estado de conhecimento de jogadores/alunos em cada sequência/missão. Assim, ações proativas como recomendações para que o jogador possa completar a próxima missão com alta confiança foram executadas com sucesso.

QP4 - Quais são as limitações do uso de GLA integrado a SR no processo de ensino e aprendizagem destacados nos estudos?

KICKMEIER-RUST (2018) diz que o LPV apresentado está em estreita relação com outros jogos, soluções analíticas e GLA, porém, a principal limitação é que ainda não foi aplicado em cenário real. RUIZ-INIESTA et al. (2018) ressaltam que é preciso explorar novas formas de personalização, agregando informações associadas ao nível de competência dos usuários. Mais dados poderiam ser coletados dos jogadores dentro dos jogos digitais a fim fornecer recomendações que tornem o processo de aprendizagem mais eficaz. Vale ressaltar que a recomendação para as crianças foi projetada para superar limitações específicas associadas aos usuários mais jovens, como a dificuldade de fornecer *feedback* significativo.

SILVA et al. (2018) identificaram que um percentual de usuários não tiveram seu perfil de jogador classificado pelo sistema e seria necessário avaliar um número maior de itens, a fim de que as recomendações fossem mais precisas e relevantes. Além disso, o modelo conceitual coleta e analisa poucos dados de interação do usuário fundamentais para um bom uso dos conceitos de GLA. Apesar do trabalho de ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020) explicitar que a arquitetura de *software* proposta ajuda a estruturar e armazenar *big data* de fontes heterogêneas como LMS e jogo educacional, o potencial de coleta de dados ou algo específico da área de jogos não é abordado na arquitetura. Os autores citam que os trabalhos futuros incluem projetar e implementar um protótipo experimental da arquitetura proposta.

JURIC et al. (2021) relatam que o sistema de *m-learning* implementado será aprimorado em possível trabalho futuro a fim de suportar outros tipos de jogos, dessa forma, aumentaria a possibilidade de aplicação em outras disciplinas ou outros níveis educacionais.

THABET e ZANICHELLI (2023) afirmam que futuramente pretendem aplicar o conceito do método DKT nos jogos de entretenimento e expandir o conjunto de dados para incluir habilidades de programação mais avançadas. Além disso, os autores pretendem avaliar a influência e a eficácia do modelo ISG através da implementação de um jogo baseado em ISG e testes em jogadores reais. O modelo não apresenta nenhum tipo de interação com os professores até o presente momento.

QP5 - Em qual nível educacional foi utilizado GLA integrado a SR?

A Tabela 3 contém as análises referentes aos níveis educacionais considerados para os 6 artigos selecionados:

Tabela 3 - Nível educacional de aplicação dos artigos selecionados

Autores	Nível Educacional
KICKMEIER-RUST (2018)	Não define claramente o nível educacional, mas pode-se inferir que a ideia é aplicar no ensino superior e técnico.
RUIZ-INIESTA et al. (2018)	Para crianças de 2 a 10 anos e suas famílias.



SILVA et al. (2018)	Embora aplicado na disciplina de programação no ensino superior, os autores afirmam que o modelo pode ser utilizado na educação universitária mediante adaptação.
ALEKSIEVA-PETROVA et al. (2020)	Os autores não deixam claro, mas pelas característica do modelo a fim de ajudar o professor a construir adaptações e recomendações de um conteúdo em curso ou fluxo de atividades do curso, pode-se presumir sua aplicação no ensino superior.
JURIC et al. (2021)	Este artigo tem como foco os alunos do ensino fundamental.
THABET e ZANICHELLI (2023)	Os pesquisadores afirmam que pode ser replicado e estendido em diferentes disciplinas e integrado com qualquer ambiente de aprendizagem on-line. Porém, pelas característica do modelo de ISG parece ser mais indicado sua aplicação no ensino superior.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

4. Conclusão

A RSL apresentada neste artigo buscou analisar estudos primários sobre o uso de GLA e SR de forma integrada. Foi realizada uma busca por estudos primários em fontes de pesquisa nacionais e internacionais. A metodologia empregada teve como base os estudos em um *framework* conceitual específico dividido em etapas, no sentido de garantir a qualidade dos resultados. A pesquisa inicial resultou em 280 artigos, porém, destes foram considerados apenas 6 trabalhos. Somente um trabalho foi selecionado das bases nacionais, sendo apresentado um modelo que trata da coleta de dados em jogos digitais e aborda a recomendação baseada em conteúdo com resultados positivos para ambas as partes (alunos e professores). Os demais artigos abarcam propostas mais robustas quanto aos métodos, modelos e arquiteturas apresentados. Entretanto, 4 deles apresentam, de certa forma, um início de pesquisa sem conceitos claros e específicos sobre LA no âmbito dos jogos digitais e a integração com as técnicas de SR. Apenas o artigo mais recente demonstrou um modelo sólido para uso de GLA e SR que carece de uma preocupação maior com o lado do professor, como por exemplo, desenvolver *dashboards* para visualização de dados para tomada de decisão pelo docente. Diante do número reduzido de artigos encontrados e após apresentação dos resultados, é plausível afirmar que existe uma lacuna em pesquisas sobre o uso de GLA integrado a SR. Nesse sentido, conclui-se que é possível explorar as grandes possibilidades que a coleta de dados nos jogos digitais e o uso de SR permitem para propor novas propostas na área de informática na educação. Espera-se que esse artigo possa orientar novos estudos e projetos visando aplicação de GLA combinado a SR, uma vez que, existem oportunidades de pesquisa no âmbito nacional e internacional.



Referências

- ALEKSIEVA-PETROVA, A.; GANCHEVA, V.; PETROV, M. Software Architecture for Adaptation and Recommendation of Course Content and Activities Based on Learning Analytics. International Conference on Mathematics and Computers in Science and Engineering IEEE, p. 16-19, 2020.
- BEHAR, P. A. Recomendação pedagógica em educação a distância. Porto Alegre: Penso. 2019.
- CAMPOS, A.; HOLLERWEGER, L.; SANTOS, G.; FARIAS, A. F.; BEHAR, P. A. Mapeamento de soluções tecnológicas em sistemas de recomendação educacionais em âmbito brasileiro. Informática na Educação: teoria e prática, Porto Alegre, v. 20, n.3, 2017.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman. 2015.
- FREIRE, M.; SERRANO-LAGUNA, Á.; MANERO, B.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; MORENO-GER, P.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Game learning analytics: Learning analytics for serious games. Learning, design, and technology. Cham, Switzerland:Springer, p. 1-29, Dez. 2016.
- JURIC, P.; BAKARIC, M. B.; MATETIC, M. Detecting students gifted in mathematics with stream mining and concept drift based m-learning models integrating educational computer games. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), v.16, n.12, p.155-168, 2021.
- KICKMEIER-RUST, M. D. Predicting learning performance in serious games. In Serious Games: 4th Joint International Conference, Germany, Springer International Publishing, Proceedings 4 p. 133-144, 2018.
- LANG, C.; SIEMENS, G.; WISE, A.; GASEVIC, D. Handbook of learning analytics. New York: SOLAR, Society for Learning Analytics and Research, 2017.
- MORATA, A. C. Game Learning Analytics for Educators. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), p. 1436-1442, 2019.
- RUIZ-INIESTA, A.; MELGAR, L.; BALDOMINOS, A.; Quintana, D. Improving children's experience on a mobile EdTech platform through a recommender system. Mobile Information Systems, p.1-8, 2018.
- SIERRA, M. Y.; ESCUDERO-NAHÓN, A.; HAPARRO SÁNCHEZ, R. Tendencias de game learning analytics: una revisión sistemática de la literatura especializada. Sinéctica, Revista Electrónica de Educación, v.58, 2022.
- SILVA, T. S. C.; MELO, J. C. B.; Tedesco, P. C. D. A. R. Um modelo para promover o engajamento estudantil no aprendizado de programação utilizando gamification. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 26, n.3, p. 120, 2018.
- TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. RENOTE: revista novas tecnologias na educação. Porto Alegre, RS, v. 2, n.1, p. 7, 2004.
- THABET, B.; ZANICHELLI, F. Towards intelligent serious games: deep knowledge tracing
- V. 22 Nº 1, julho, 2024 _____ RENOTE
DOI:



with hybrid prediction models. International Conference on Computer Science and Education, v. 1811, p. 278. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022.

TLILI, A.; CHANG, M.; MOON, J.; LIU, Z.; BURGOS, D.; CHEN, N. S. A systematic literature review of empirical studies on learning analytics in educational games. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, v. 7 n.2, 2021.