

REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE USO DA REALIDADE VIRTUAL EM AMBIENTE GAMIFICADO

Sabino E.

Resumo— O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática da literatura científica para identificar e analisar estudos relevantes sobre a aplicação da realidade virtual em ambiente gamificado, usando a ferramenta StArt. A presente revisão sistemática permitiu perceber que não foram encontrados artigos que versassem sobre uso da realidade virtual em ambiente gamificado.

Palavras-Chave: Gamificação; Realidade Virtual; Ambiente Gamificado; Jogos e Simulações; experiência do usuário.

I. INTRODUÇÃO

A presente revisão sistemática tem a finalidade de reunir artigos sobre uso da realidade virtual em ambiente gamificado. A realidade virtual já é usada, mas só recentemente vem sendo divulgada. O uso dessa ferramenta pode ampliar a visão do aluno sobre qualquer que seja o assunto, como história, geografia, engenharia, física e outros.

O desenvolvimento da realidade virtual comporta computação gráfica, estilos visuais e design para o domínio cognitivo, de forma a facilitar e incentivar a melhoria na aprendizagem dos alunos, com participação do professor enquanto mediador de conhecimentos e experiências.

O tema é importante, especialmente na atualidade, visto que, a realidade virtual não é um tema estudado atualmente. O uso da RV pode mudar completamente a forma de transmitir conhecimento e de visualizar experiências profissionais.

II. CONDUÇÃO DA REVISÃO

A presente revisão sistemática seguiu o protocolo apresentado pela professora Doutora Sandra Camargo P. F. Fabbri, da Universidade Federal de Santa Catarina, usando o software StArt (State of the Art through Systematic Review), que auxilia na construção do protocolo e dos passos para elaboração da revisão sistemática.

O objetivo foi realizar uma revisão sistemática da literatura científica para identificar e analisar estudos relevantes sobre a uso da realidade virtual em ambiente gamificado.

As questões de pesquisa foram:

- A) Existem estudos científicos que identificam e analisam a aplicação de realidade virtual em ambientes gamificados?

A busca foi realizada nas bases de dados da ACM, IEEE e Web of Science; usando *strings* de busca em português: "*realidade virtual*" and "*ambiente gamificado*"; "*ambiente gamificado*" and "*jogos e simulações*"; "*Experiência do usuário*" and "*realidade virtual*" and "*ambiente gamificado*" and "*jogos sérios e simulações*"; "*realidade virtual and jogos*

educacionais" e em inglês: "*virtual reality*" and "*gamified environment*"; "*gamified environment*" and "*games and simulations*"; "*User experience*" and "*virtual reality*" and "*gamified environment*" and "*serious games and simulations*"; "*virtual reality and educational games*".

Os critérios de seleção foram: documentos devem estar disponíveis gratuitos na web; as publicações apresentam palavras de *string* de busca no seu título ou no seu resumo; as publicações devem estar em inglês ou português; publicações feitas nos últimos cinco anos.

O idioma dos artigos: inglês e português. O método de busca foi realizado por meio da execução de *strings* de busca supracitados nos bancos de dados da ACM, IEEE e Web of Science, exportação dos artigos em formato BibTex e importação dos mesmos para ferramenta StArt.

Os artigos foram selecionados conforme critérios de exclusão e inclusão, incluindo apenas os relevantes para responder à questão de pesquisa.

Critérios de inclusão:

- (I) arquivo completo gratuito disponível;
- (I) abordar sobre realidade virtual em ambiente gamificado;
- (I) abordar sobre ambiente virtual de aprendizagem;
- (I) artigo aborda sobre realidade virtual;
- (I) aborda sobre jogos e simulações;
- (I) aborda sobre ambiente gamificado;
- (I) arquivo completo e gratuito disponível;
- (I) conter palavras de *string* em resumo;

Os critérios de exclusão foram:

- (E) não aborda sobre realidade virtual em ambiente gamificado;
- (E) não aborda sobre ambiente virtual de aprendizagem;
- (E) não aborda sobre realidade virtual;
- (E) não aborda sobre jogos e simulações;
- (E) não aborda sobre ambiente gamificado;
- (E) não ter arquivo completo e gratuito disponível;
- (E) não conter palavras de *string* em resumo;

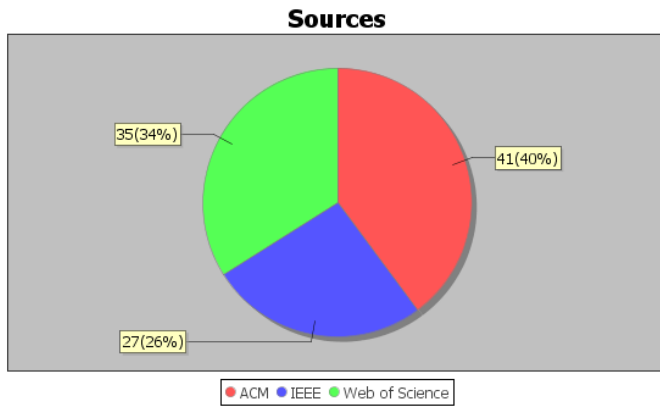
Para extração dos artigos foram consideradas as seguintes condições:

- a) arquivo completo gratuito disponível;
- b) abordar sobre realidade virtual em ambiente gamificado;
- c) abordar sobre ambiente virtual de aprendizagem;
- d) artigo aborda sobre realidade virtual;
- e) aborda sobre jogos e simulações;
- f) aborda sobre ambiente gamificado;
- g) arquivo completo e gratuito disponível;
- h) conter palavras de *string* em resumo

III. RESULTADOS DA BUSCA

Foram encontrados 103 artigos, sendo (Figura 1): 41 (40%) da ACM;

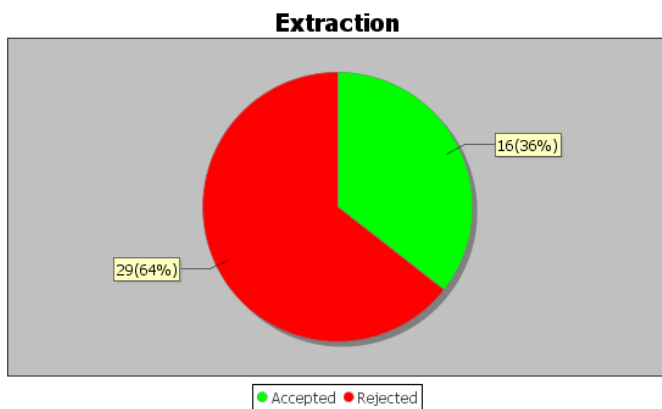
27 (26%) da IEE;
 35 (34%) da *Web of Science*;
 Figura 1: Busca nas bases de dados selecionadas



Fonte: O autor

Desses 103, foram selecionados:
 16 (36%) aceitos;
 29 (64%) rejeitados conforme Figura 2, a seguir.

Figura 2: Artigos aceitos e rejeitados na extração



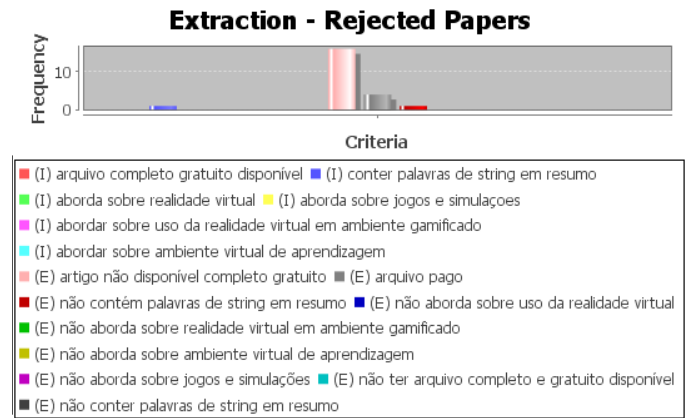
Fonte: O autor

Foram selecionados 16 artigos que corresponderam aos critérios de seleção, publicados nos últimos cinco anos (2019 a 2023), com arquivo completo gratuito disponível; abordar sobre realidade virtual em ambiente gamificado; abordar sobre ambiente virtual de aprendizagem; artigo aborda sobre realidade virtual; aborda sobre jogos e simulações; aborda sobre ambiente gamificado; arquivo completo e gratuito disponível; conter palavras de *string* em resumo.

Figura 3: Artigos aceitos na extração

Fonte: O autor

Figura 3: Artigos rejeitados na extração



Fonte: O autor

A seguir, na Tabela 1, os artigos selecionados em ordem de data, para composição do estado da arte.

Tabela 1: Lista de autores selecionados para a revisão sistemática:

1.	RESNYANSKY, D.	Augmented Reality-Supported Tangible Gamification for Debugging Learning.	2020
2.	ALALWAN, N., et al..	Challenges and Prospects of Virtual Reality and Augmented Reality Utilization among Primary School Teachers: A Developing Country Perspective	2020
3.	GONZALEZ-ZAMAR, M. D.; ABAD-SEGURA, E.	Implications of Virtual Reality in Arts Education: Research Analysis in the Context of Higher Education	2020
4.	SINGH, G.; MANTRI, A.; SHARMA, O.; KAUR, R.	Virtual reality learning environment for enhancing electronics engineering laboratory experience	2021
5.	LAMB, R.; ETOPIO, E. A.	Virtual Reality: a Tool for Preservice Science Teachers to Put Theory in to Practice	2020
6.	CHEN, J., et al.	Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing	2020
7.	HURSEN, C.; BEYOĞLU, D.	The effect of geography teaching curriculum enriched with virtual reality applications on teacher candidates' interest for the course, achievement and the tendencies to utilise	2020

		information technologies.	
8.	MARINATO, M. S.; ALVES, S. V. L.; ALVES, E. C. M.	Analysis of the effects of the use of Gamification as a teaching strategy in disciplines related to the area of Software Engineering	2020
9.	DAINEKO, Y., <i>et al.</i>	Augmented and virtual reality for physics: Experience of Kazakhstan secondary educational institutions.	2020
10	MYSTAKIDIS, S.	Distance Education Gamification in Social Virtual Reality: A Case Study on Student Engagement	2020
11	NDLOVU, T. N.; MHLONGO, S.	An investigation into the effects of gamification on students' situational interest in a learning environment	2020
12	GOMES, F. P., <i>et al.</i>	Educational systems, gamification, three-term contingency, behavioral analysis	2020
13	33. FRASSON, C. <i>et al.</i>	A framework for personalized fully immersive virtual reality learning environments with gamified design in education	2021
14	LOUREIRO, S. M. C., <i>et al.</i>	Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda.	2020
15	MURILLO-ZAMORANO, L. R.; <i>et al.</i>	Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students' interests?	2021
16	MONTAÑÉS DEL RÍO, M. Á.; <i>et al.</i>	Gamification of University Subjects: A Case Study for Operations Management	2021

IV. CONSIDERAÇÕES SOBRE REALIDADE

Tecnologias inovadoras como Realidade Virtual, interfaces de usuário tangíveis (TUIs), jogos de computador, robótica e microprocessadores têm despertado interesse na pesquisa

educacional devido ao seu potencial para promover a aprendizagem ativa dentro e fora da sala de aula. Resnyansky (2020) explorou as possibilidades de AR e TUIs como meios de instrução para resolver o problema de ensino e aprendizagem de linguagens de computador baseadas em texto, conceitos de ciência da computação e habilidades de programação, como depuração. Apresenta paralelos entre a aprendizagem apoiada pela tecnologia e a experiência de entretenimento narrativo ativo e estruturado em videogames, e sugere uma estrutura conceitual para o design de ambientes virtuais em ambiente gamificado.

Para Alalwan *et al.* (2020), os conceitos de virtualização para facilitar a aprendizagem tornaram-se foco de atenção em vários países. No entanto, a compreensão limitada de como tecnologias como a realidade aumentada (AR) e a realidade virtual (VR) podem ser utilizadas para melhorar a aprendizagem e o ensino das ciências torna difícil aos decisores políticos educativos aplicarem medidas adicionais, a fim de garantir a disponibilidade de equipamento e formação. funcionários. Uma entrevista semiestruturada foi utilizada para coletar dados de professores do ensino fundamental sobre os desafios e perspectivas da utilização de tecnologias de RV e RA no ensino de disciplinas de ciências. Um conjunto de evidências e recomendações sobre a utilização de RA e VR para o ensino de ciências foi fornecido com base em entrevistas com 29 professores de ciências. Foi determinado que a falta de competência, o design instrucional limitado, a falta de atenção concentrada, a falta de tempo e os recursos ambientais limitados eram desafios comuns na utilização de VR e AR. Além disso, descobrimos que ambas as tecnologias podem ser utilizadas para promover o comportamento exploratório e a utilidade percebida e desenvolver uma atitude positiva. Outros achados relacionados a esses aspectos foram identificados e descritos. Os resultados deste estudo podem fornecer insights para administradores e formuladores de políticas definirem prioridades para o uso de VR e AR na prática escolar para realizar várias tarefas de reflexão e exploração.

Gonzalez-Zamar e Abad-Segura (2020) realizaram o estudo da aplicação da realidade virtual no ensino superior, na área de Ciências Sociais e a instituição de pesquisa mais produtiva é a Universidade Complutense de Madrid. Os Estados Unidos são o país com mais publicações e citações. Além disso, os Estados Unidos, a Espanha e o Reino Unido são os países com mais colaborações internacionais em suas publicações. O estudo detectou cinco novas direções para pesquisas futuras. A crescente tendência mundial da produção científica demonstra o interesse em desenvolver aspectos do uso da realidade virtual na educação artística no contexto do ensino superior. Este estudo contribui para a discussão acadêmica, científica e institucional em torno da melhoria da tomada de decisão com base nas informações disponíveis.

O estudo de Sing *et al.* (2020) explorou a realidade virtual (RV) como uma ferramenta educacional para oferecer ambientes de aprendizagem imersivos e experienciais para estudantes de engenharia biomédica (BME). Vídeos bidimensionais (2D) tradicionais e de realidade virtual foram

criados e usados para ensinar habilidades de comunicação necessárias aos alunos do BME enquanto trabalhavam com parceiros clínicos em ambientes de saúde. Os vídeos de equipes interdisciplinares (estudantes de engenharia e enfermagem) abordando problemas relacionados a dispositivos médicos, semelhantes aos comumente observados em ambientes de saúde, foram mostrados aos alunos do BME. Pesquisas com estudantes indicaram que, por meio de vídeos de RV, eles se sentiram mais imersos em cenários clínicos do mundo real, enquanto aprender sobre os problemas clínicos, as áreas de especialização de cada membro da equipe, seus papéis e responsabilidades e como uma equipe interdisciplinar operava coletivamente para resolver um problema nos ambientes apresentados. Alunos com experiência anterior de imersão presencial, nos ambientes apresentados, relataram que os vídeos de RV servem como uma possível alternativa à imersão presencial e uma ferramenta útil para sua preparação para a imersão clínica no mundo real. Concluímos que a RV é promissora como uma ferramenta educacional para oferecer cenários clínicos simulados que são eficazes no treinamento de estudantes de BME para colaborações interprofissionais.

Lamb e Etiopio (2020) investigaram, compararam e caracterizaram ambientes interativos de ensino clínico pré-serviço para professores de ciências baseados em RV com aqueles de ambientes de ensino da vida real. Cinquenta e quatro estudantes em idade universitária foram designados aleatoriamente para condições da vida real ou condições de RV. O principal efeito da condição VR *versus* a vida real não foi estatisticamente significativo em termos da pesquisa retrospectiva de envolvimento, medidas psicológicas e neuroimagem composta. Essa descoberta sugere que o uso da RV, em termos do realismo do ambiente para os professores de ciências em formação, permitiu-lhes aprender a partir de situações modeladas da vida real para a transferência de competências da RV para o uso em sala de aula.

O estudo de Chen *et al.* (2020) combinou tecnologia de realidade virtual (VR), o modelo 6E (Engajar, Explorar, Explicar, Projetar, Enriquecer e Avaliar) e educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) para desenvolver uma atividade prática destinada a ajudar alunos, divididos em Grupo Experimental (atividade prática usando tecnologia VR) e Grupo Controle (atividade prática por meio de palestras). Os resultados mostraram que todos os desempenhos de aprendizagem e habilidades práticas dos alunos foram aprimorados. Além disso, os alunos que usaram a tecnologia de RV obtiveram desempenhos de aprendizagem e habilidades práticas significativamente melhores, indicando que a RV pode ser capaz de ajudar os alunos a compreender conceitos científicos abstratos e a construir modelos mentais, que eles usaram para internalizar e organizar estruturas de conhecimento. Além disso, o estudo descobriu que os alunos que aprenderam com a tecnologia VR formaram um padrão de aprendizagem cíclico, começando com uma discussão em grupo (G), passando para a resolução de problemas (S) e desenvolvendo um produto (D), e depois voltando para outra discussão em grupo. No entanto, os alunos que aprenderam via

palestras produziram um padrão de aprendizagem linear na ordem de G -> S -> D.

No estudo de Hursen e Beyoglu (2020), foi examinado o efeito do currículo de geografia enriquecido com aplicações de realidade virtual no interesse dos candidatos a professores pelo curso, no desempenho acadêmico e na tendência ao uso de tecnologias de informação. No estudo em que foram empregados ambientes de aprendizagem presenciais e on-line, as atividades presenciais foram realizadas com aplicativos de realidade virtual (RV) e as atividades extracurriculares foram realizadas com o *Google Classroom*. No estudo desenhado com delineamento experimental pré-teste-pós-teste de grupo único, foi adotada uma abordagem de método misto, na qual métodos quantitativos e qualitativos são usados em conjunto. Um total de 27 candidatos a professores participaram do estudo que durou seis semanas. Os resultados obtidos no estudo revelaram que o currículo criou uma diferença significativa no interesse dos professores candidatos pelo curso, no seu sucesso acadêmico e nas suas tendências de uso de tecnologias de informação em suas futuras aulas. Aplicativos Google Classroom e que o currículo de geografia seja apoiado por tecnologias eficazes em seus processos de aprendizagem.

O ensino de Engenharia de Software geralmente ocorre em cursos de informática através da abordagem tradicional de ensino, pois as disciplinas que apresentam conteúdo relacionado à área, costumam ter uma grande quantidade de tópicos teóricos, por isso a maioria dos professores prefere adotar esse tipo de abordagem, causando desmotivação e falta de engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. Para utilizar estratégias mais eficazes, o uso das chamadas "metodologias ativas de ensino", como a gamificação, tem sido discutido nos últimos anos. No entanto, faltam estudos que analisem seus efeitos sobre o comportamento e a aprendizagem dos alunos, quando utilizados como estratégia de ensino em disciplinas que abordam conteúdos relacionados (MARINATO *et al.* 2020).

Atualmente, os sistemas de treinamento baseados em computador, como os laboratórios virtuais (VLs), estão se tornando mais comuns não apenas nas universidades, mas também nas escolas secundárias. Para a física, os VLs são de grande importância, pois permitem simular processos que não podem ser vistos ou reproduzidos. Tecnologias como realidade virtual (VR) ajudam a criar tais visualizações físicas. O estudo de Daineko *et al.* (2020) apresentou um laboratório virtual, que permite aos usuários resolver diversas tarefas ou problemas práticos físicos com a ajuda de visualizações tridimensionais de processos realizadas de três maneiras diferentes, ou seja, RV de desktop e RV usando um controlador Leap Motion, descrevendo detalhadamente a funcionalidade e implementação de um LV. A título experimental, três escolas receberam o equipamento e softwares necessários. Cinquenta alunos do 9º ano utilizaram o LV desenvolvido durante metade do ano letivo, após o qual participaram de uma pesquisa abrangente. Cerca de 88% deles consideraram o laboratório útil para estudar física. As crianças ficaram satisfeitas com a sua funcionalidade e usabilidade. Entrevistas com professores ajudaram-nos a

compreender qual dos três métodos de visualização é preferível para eles e para as crianças no ambiente atual.

Manter o interesse e o envolvimento dos alunos em cursos de um semestre em contextos de ensino à distância é um desafio tangível no Ensino Superior. As plataformas de realidade virtual social apresentam recursos espaciais mais ricos em comparação com sistemas síncronos e assíncronos baseados na web em 2D. A gamificação é um método promissor que adiciona uma camada afetiva adicional ao aprendizado na direção do aumento da motivação (MYSTAKIDIS, 2020).

Como os alunos de hoje nascem em tecnologias digitais, os educadores devem se adaptar às crescentes mudanças no cenário educacional tecnológico. Para que os educadores tenham sucesso em seus esforços pedagógicos, eles precisam ser capazes de adotar esses avanços tecnológicos em seus estilos e abordagens de ensino para melhor atender às necessidades de seus alunos. Em apoio a isso, a gamificação está se tornando um tópico popular na educação e se refere ao uso da mecânica de jogo em contextos não-jogo. Muitos pesquisadores descobriram que a adoção e o uso de ferramentas de gamificação como o Kahoot!, tem um impacto positivo em certos aspectos psicológicos do processo de aprendizagem dos alunos. Isso inclui níveis aumentados de interesse e envolvimento com o conteúdo, ambos são fundamentais para a motivação geral dos alunos como uma construção psicológica. Ndlovu e Mhlongo (2020) relataram resultados de um estudo que buscou descobrir os efeitos do emprego de uma plataforma de gamificação nos processos de ensino e aprendizagem em uma universidade em Joanesburgo, África do Sul, usando uma abordagem quantitativa para investigar o efeito da gamificação no interesse situacional dos alunos. A análise dos dados revelou que o conceito de gamificação tem o potencial de desencadear e manter o interesse situacional dos alunos, que serve de alicerce para um aluno engajado e motivado.

Os métodos tradicionais de aprendizagem muitas vezes não conseguem provocar o interesse dos alunos, estimular o seu prazer e incentivá-los a participar em atividades de aprendizagem, resultando em desconforto, distrações e desinteresse, ou mesmo desistência. O objetivo da educação é melhorar a qualidade e a eficácia dos métodos de ensino e aprendizagem. O artigo de Frasson *et al.* (2021) apresentou um framework baseado na tecnologia de Realidade Virtual (VR) e Head Mounted Displays contemporâneos, que incorpora técnicas baseadas em jogos e design adaptativo de acordo com o perfil do aluno. Como resultado, os autores analisaram a literatura relevante, o aparato de RV, a importância da RV, bem como a gamificação, a personalização e o design adaptativo na educação, que são os fundamentos de aprendizagem nos quais o framework se baseia. Por fim, foram apresentados os módulos e a estrutura do framework, levando em consideração todos os parâmetros mencionados anteriormente. A estrutura pretende servir de base para aplicações educacionais que utilizam tecnologias imersivas de Realidade Virtual para transformar procedimentos de aprendizagem em experiências divertidas, envolventes, agradáveis e eficazes.

O artigo de Loureiro *et al.* (2021) revisou estudos sobre o uso

da realidade virtual (RV) e da gamificação para envolver estudantes do ensino superior em questões de marketing para identificar os tópicos de pesquisa, as lacunas de pesquisa e preparar uma agenda de pesquisa futura. Foi realizada uma revisão de literatura com base em dois termos de busca aplicados ao Web of Science, resultando em um conjunto final de 115 artigos, com análise de texto completo de artigos relacionados à RV e gamificação no ensino superior. Os autores também compararam as características salientes apresentadas nos artigos. A partir dessa análise foram encontrados e analisados cinco grandes temas de investigação, nomeadamente, metodologias de ensino e educação, experiência e motivação, envolvimento dos alunos, teorias aplicadas em RV e gamificação. Com base nisso e seguindo a estrutura metodológica das características do conceito da teoria, o artigo fornece orientações para pesquisas futuras.

O desenvolvimento de sistemas utilizando gamificação no contexto educacional tem apresentado melhorias significativas nos níveis de engajamento dos alunos em relação aos conteúdos abordados durante as aulas. Portanto, é importante compreender as variações comportamentais dos usuários em ambientes educacionais, possibilitando a definição de elementos de jogo que estimulem comportamentos desejáveis durante o processo de ensino/aprendizagem. O artigo de Gomes *et al.* (2020) apresenta a proposta de um Framework, intitulado Educa3C, desenvolvido segundo os conceitos de Contingência de Três Termos de Análise Comportamental e Gamificação. O Educa3C foi testado em um módulo de uma plataforma educacional que auxilia alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem de uma disciplina de Lógica Proposicional. Os resultados iniciais são satisfatórios e o referencial proposto pode ser aplicado em qualquer contexto ou disciplina educacional.

Murillo-Zamorano *et al.* (2021) examinaram a possibilidade de combinar a sociedade digital, a academia e os interesses dos alunos no ensino superior, testando em que medida a introdução da gamificação em configurações de aprendizagem ativa afeta o desenvolvimento de competências exigido pelo local de trabalho da sociedade digital dos vinte anos. Os resultados forneceram evidências empíricas estatisticamente significativas, concluindo que a geração de uma experiência de jogo co-criativa e empoderada, que apoia a criação de valor geral dos alunos, resulta em configurações de aprendizagem ativa satisfatórias sem qualquer perda de desempenho acadêmico, e permitindo desenvolver uma série de habilidades, especialmente relevante para profissionais do século XXI.

Baixas taxas de frequência e maus resultados acadêmicos são algumas das consequências de um grave problema: a falta de comprometimento dos alunos com seu processo de aprendizagem. Incorporar elementos de jogos, juntamente com novas tecnologias, pode ser uma solução possível. Assim, no ano letivo de 2018 / 2019 as aulas da disciplina Gestão de Operações II lecionadas ao longo do quarto ano da Licenciatura em Administração e Gestão de Empresas da Universidade de Cádiz foram gamificadas com a Kahoot! Os alunos se sentiram mais motivados e suas notas melhoraram em

relação ao ano anterior. Além disso, foi feita uma comparação com os resultados apresentados nos exames do ano letivo posterior à atividade gamificada (MONTAÑÉS DEL RÍO *et al.* 2021).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática permitiu perceber que a realidade virtual, a princípio, não é usada em ambiente gamificado.

Os artigos selecionados descrevem experiências de universidades e escolas de ensino médio e, até mesmo, empresas e profissionais, que usam realidade virtual e jogos sérios, por meio de programas específicos para treinarem seus funcionários e ampliarem a visão do ensino e da qualidade do trabalho.

Todos os trabalhos selecionados abordaram o assunto sobre jogos virtuais e realidade virtual, seus efeitos na aprendizagem, seu uso para demonstração de técnicas e experimentos, em determinadas profissões, como por exemplo, a medicina, a engenharia, dentre outras.

A maioria dos autores não relatam o uso de realidade virtual em ambiente gamificado. Observou-se que a realidade virtual em ambiente gamificado não é um tema ainda estudado e publicado

VI. REFERÊNCIAS

- CHEN, J.-C. et al. Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 36, n. 1, p. 46-60, 2020.
- DAINEKO, Y., IPALAKOVA, M., TSOY, D., BOLATOV, Z., BAURZHAN, Z., & YELGONDY, Y. (2020). Augmented and virtual reality for physics: Experience of Kazakhstan secondary educational institutions. **Computer Applications in Engineering Education**. doi:10.1002/cae.22297
- FRASSON, C. et al. A framework for personalized fully immersive virtual reality learning environments with gamified design in education. In: **Novelties in Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 1st International Conference (NIDS 2021)**, Athens, Greece. 2021. p. 95.
- GOMES, Fernanda Pereira et al. Application and evaluation of the framework for gamification of educational systems using behavioral analysis. In: **XVI Brazilian Symposium On Information Systems**. 2020. p. 1-8.
- GONZÁLEZ-ZAMAR, Mariana-Daniela; ABAD-SEGURA, Emilio. Implications of virtual reality in arts education: Research analysis in the context of higher education. **Education Sciences**, v. 10, n. 9, p. 225, 2020.
- HURSEN, C.; BEYOĞLU, D. The effect of geography teaching curriculum enriched with virtual reality applications on teacher candidates' interest for the course, achievement and the tendencies to utilise information technologies. **Postmodern Openings**, v. 11, n. 3, p. 73-94, 2020.
- LAMB, Richard; ETOPIO, Elisabeth A. Virtual reality: A tool for preservice science teachers to put theory into practice. **Journal of Science Education and Technology**, v. 29, p. 573-585, 2020.
- LOUREIRO, Sandra Maria Correia; BILRO, Ricardo Godinho; DE AIRES ANGELINO, Fernando José. Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda. **Spanish Journal of Marketing-ESIC**, v. 25, n. 2, p. 179-216, 2020.
- LOUREIRO, Sandra Maria Correia; BILRO, Ricardo Godinho; DE AIRES ANGELINO, Fernando José. Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda. **Spanish Journal of Marketing-ESIC**, v. 25, n. 2, p. 179-216, 2020.
- MARINATO, Matheus Serrão; ALVES, Socorro Vânia Lourenço; ALVES, Enoque Calvino Melo. Analysis of the effects of the use of Gamification as a teaching strategy in disciplines related to the area of Software Engineering. In: **XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologias de Aprendizaje (LACLO)**. IEEE, 2020. p. 1-10.
- MONTAÑÉS-DEL RÍO, Miguel Ángel et al. Gamification of University Subjects: A Case Study for Operations Management. **Journal of Information Technology Research (JITR)**, v. 14, n. 2, p. 1-29, 2021.
- MURILLO-ZAMORANO, Luis R. et al. Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and student's interest's? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 18, n. 1, p. 1-27, 2021.
- MYSTAKIDIS, Stylianos. Distance Education Gamification in Social Virtual Reality: A Case Study on Student Engagement. In: **11th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)**. IEEE, 2020. p. 1-6.
- NDLOVU, Taboka Ngqabutho; MHLONGO, Siyabonga. An investigation into the effects of gamification on students' situational interest in a learning environment. In: **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2020. p. 1187-1192.
- RESNYANSKY, Dmitry. Augmented reality-supported tangible gamification for debugging learning. In: **2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)**. IEEE, 2020. p. 377-383.

16. SINGH, Gurjinder et al. Virtual reality learning environment for enhancing electronics engineering laboratory experience. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 29, n. 1, p. 229-243, 2021.