GAMIFICAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA EM PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

GAMIFICATION AND AUGMENTED REALITY IN TEACHING AND LEARNING PROCESS: A SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE

Orlando Rosa Junior
Universidade Federal de São Paulo, Unifesp
São José dos Campos, SP, Brasil
orlandorosajunior@hotmail.com

Tiago de Oliveira
Universidade Federal de São Paulo, Unifesp
São José dos Campos, SP, Brasil
tiago.oliveira@unifesp.br

Ezequiel R. Zorzal
Universidade Federal de São Paulo, Unifesp
São José dos Campos, SP, Brasil
ezorzal@gmail.com

Resumo. Este trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso da Gamificação e da Realidade Aumentada aplicadas na Educação. A RSL possibilitou o mapeamento e o conhecimento do estado atual dos estudos correlatos. Foram analisados 30 artigos relacionados ao estado da arte. A partir da análise, verificou-se que não há uma metodologia específica de avaliação do aprendizado quando se aplica as ferramentas de Realidade Aumentada e Gamificação. Com base na estrutura de uma RSL, elaborou-se um protocolo para a revisão, bem como critérios de inclusão e exclusão. A partir da seleção das 30 publicações, foi realizada uma extração dos dados e atribuição de pontuação aos artigos, com base em critérios de extração. Elaborou-se, por fim, uma análise dos resultados, visando responder as questões de pesquisa estipuladas neste estudo. Percebeu-se que a falta de conhecimento de programação é também um fator que dificulta o avanço das pesquisas, visto que o pesquisador deve saber desenvolver a aplicação ou ter em sua equipe alguém que tenha competência para tal. Por fim, apresentamos os comparativos e análises dos estudos no intuito de obter respostas baseadas nas questões de pesquisa desenvolvidas.

Palavras-chave: realidade aumentada; gamificação; apoio ao ensino; ferramentas de suporte; revisão sistemática da literatura.

Abstract. This paper presents a Systematic Literature Review (RSL) on the use of Gamification and Augmented Reality applied in Education. RSL enabled mapping and knowledge of the current state of related studies. Thirty articles related to the state of the art were analyzed. From the analysis, it was found that there is no specific learning assessment methodology when applying the Augmented Reality and Gamification tools. An analysis of the results was made to answer the research questions. The study showed that lack of programming knowledge is also a factor that hinders the advancement of research since the researcher must know how to develop the application or have in his team someone who has the competence to do so. Finally, we present the comparatives and analyzes of the studies to obtain answers based on the research questions developed.

Keywords: augmented reality; gamification; teaching support; support tools; systematic literature review.

INTRODUÇÃO

Há tempos a sociedade se preocupa com a situação da educação, entidades como a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) e a Organização das Nações Unidas (ONU) já emitiram documentação pertinente, justificando sua preocupação com a evolução dos processos de ensino e aprendizagem. Além disso, a evolução da sociedade, bem como dos dispositivos tecnológicos permitiu o desenvolvimento de novas ferramentas de apoio ao ensino e aprendizagem. Isto fez com que o docente e a escola pudessem adotar estratégias diferenciadas para as novas gerações de alunos aprenderem de forma dinâmica e interativa.

Os alunos da geração que nasceu a partir dos anos 1980 são nativos digitais, conforme reafirmado por PRENSKY (2018). Diferentemente dos docentes, que são definidos pelo autor como imigrantes digitais, os nativos digitais enxergam a internet e os dispositivos tecnológicos como parte da sua vida. Desta forma, há um choque de experiências, que precisa ser adequado para evitar atritos entre a geração que ensina e a geração que aprende. Entender como utilizar estes dispositivos tecnológicos e formas diferentes de abordagem pode fazer com que os alunos tenham um maior interesse e motivação. Segundo o autor, este é um fenômeno social que modificou a forma como os indivíduos interagem, se comunicam e também pode modificar a relação da escola com o aluno. Desta forma, identificar formas de incentivar as novas gerações a aprender se faz necessário e foi um dos focos deste estudo.

A Gamificação, por exemplo, pode agregar ao aprendizado pela forma que incentiva os alunos a se desafiarem (Zichermann e Cunningham, 2011). Por outro lado, a Realidade Aumentada (RA) pode facilitar e motivar os alunos a tratar de conceitos que não conseguem enxergar, imaginar ou desenvolver facilmente, pois segundo Sommerhauer e Müller (2014), a RA atua conforme a Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia, devido a estimular dois canais de processamento de dados, o auditivo/verbal e o visual/pictórico. Levantar o estado da arte das pesquisas neste contexto é um ponto de partida para verificar se há interesse da comunidade científica nesse tipo de aplicação. Caso haja estudos relevantes sobre o assunto, identificar e analisar os resultados é importante para verificar se o uso de metodologias inovadoras facilita os processos de ensino e de aprendizagem.

A aplicação de Gamificação no ensino de uma ferramenta específica pode proporcionar o desenvolvimento de fundamentos, habilidades e atitudes diferenciados nos alunos. Um exemplo é o desenvolvimento de atividades colaborativas entre os discentes, no andamento das aulas. Marasco *et al.* (2016) afirmaram que metodologias que usam Gamificação foram aplicadas no ensino de tecnologias do curso de engenharia. O estudo dos autores focou no aprendizado de algoritmos e ferramentas de programação. Somado a isso, os autores descreveram um processo onde essas técnicas seguiram um roteiro de Gamificação. Na situação descrita, os alunos desenvolviam os fundamentos aprendidos na forma de um jogo. De uma forma diferente do habitual, os alunos deviam cumprir as missões dadas e consequentemente, desenvolver os conceitos e habilidades propostas pelo docente. Os desafios a serem vencidos foram resolvidos de forma colaborativa, isto é, um auxiliando o outro para que todos chegassem ao cumprimento das metas.

Para contextualizar a aplicação das metodologias inovadoras, para Ogawa *et al.* (2015) a Gamificação é um processo pelo qual se utiliza elementos de jogos em outros contextos. Zichermann e Cunningham (2011) apresentam a palavra Gamificação como uma proposta que visa o alinhamento de interesses com a motivação dos jogadores. Esta proposta de Gamificação é amplificada pelas mecânicas e recompensas que advém das várias fases do jogo. A Gamificação pode ser aplicada por meio de métodos e conforme Edwards *et al.* (2016), Kapp (2012) e Laskowski (2015) as mais comuns são: pontuação individual, tabelas de pontuação (ranqueamento), recompensas e premiação. Os autores também indicam como elementos de Gamificação os avatares, distintivos (*badges*), competições e desafios. Esses elementos podem ser aplicados em vários contextos no intuito de motivar os usuários para a realização das tarefas, sejam elas de dentro ou fora da sala de aula.

No ambiente gamificado, há elementos que agregam valor a proposta de ensino. Um exemplo é o descrito por Villagrasa e Duran (2013), que afirmaram que a colaboração, o *storyline* (contar um fato de forma coesa) e a criação de missões (*quests*) são métodos que podem ser aplicados ao ambiente de ensino e consequentemente aos alunos, no intuito de criar um ambiente gamificado que gere engajamento.

Kapp (2012) complementa que o *feedback* e a pontuação por atividade são características oriundas da psicologia, que têm sido utilizadas por *designers* instrucionais, professores e instrutores há vários anos. A diferença é que, na Gamificação existe uma nova camada de interesse e uma nova forma de agrupar esses elementos com a finalidade de aumentar a motivação e até a assimilação dos aprendizes. Ainda, Kapp (2012) aborda que a pontuação por recompensa é uma técnica de Gamificação já consolidada inclusive em aplicações comerciais, como, por exemplo, em programas de milhagens aéreas. Ogawa *et al.* (2015) e Toda *et al.* (2017) afirmaram que a implementação da Gamificação na educação deve ser planejada, analisada a partir das características dos usuários, visando alcançar os objetivos específicos da disciplina.

Outra tecnologia que vem sendo discutida e aplicada na educação é a Realidade Aumentada (RA) (ZORZAL *et al., 2018).* Kirner (2007) afirmou que a RA é a sobreposição de objetos virtuais gerados por computador em um ambiente real. O usuário pode utilizar um dispositivo tecnológico para combinar e visualizar a sobreposição em seu ambiente de origem. Para corroborar com essa visão, Tori e Hounsell (2018) afirma que a RA enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e virtuais. Zorzal (2008) afirmou ainda que o uso de recursos de RA permite trazer o contexto dos jogos virtuais do computador para o espaço do usuário. Essa conexão entre RA e Gamificação pode facilitar a mediação do aprendizado do aluno.

Ainda, segundo Kirner (2007), após os anos 2000 houve uma convergência entre visão computacional, *software* e dispositivos de custo-benefício promissor, com uma proposta mais abrangente que a da Realidade Virtual (RV). Caldas *et al* (2018) corrobora com essa informação quando aborda que os dispositivos móveis são portáveis, acessíveis e permitem aprender em qualquer lugar, a qualquer momento. Vale ressaltar ainda que Barfield (2015) afirma que o futuro da RA não está apenas nos dispositivos já existentes. O autor descreve que os dispositivos *wearables* (vestíveis) são também uma tendência de aplicação da RA. Novos

processadores podem ser incorporados às roupas, fazendo o sensoriamento de inúmeras características do indivíduo. Uma lente de contato com suporte à RA ou ainda óculos, podem fornecer em tempo real, dados sobre informações vitais e nível de estresse da pessoa. Sendo assim, a aplicabilidade da RA é grande, não se restringindo a um ramo ou outro das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Em se tratando de implementações de RA, Bazzaza *et al.* (2014) observaram que as aplicações que implementam, além das técnicas de aprendizado convencionais, ferramentas de Realidade Aumentada (RA) precisam estimular vários sentidos dos envolvidos, como toque, fala ou ainda um conjunto de gestos. Os autores afirmaram que ferramentas que exploram apenas sons e sinais visuais deixam lacunas que podem desestimular o aprendizado do aluno. O estudo citou a construção de um sistema, denominado iARBook, que consistiu em uma plataforma de RA na forma de um aplicativo de *smartphone*. Quando o aparelho era posicionado sobre um artigo de assunto específico, uma animação surgia das páginas do artigo para ilustrar o assunto tratado, de forma lúdica e interativa. Desta forma os alunos, de forma indireta, poderiam identificar além daquilo que estava impresso nas páginas, mas também manipular o modelo em 3D nas mais diversas posições, visualizando detalhes além daqueles vistos na foto do livro, por exemplo.

Dentro deste contexto, os recursos desenvolvidos em RA podem ser agregados a propostas de Gamificação, a fim de criar experiências inovadoras de ensino e aprendizagem aos alunos. Integrar ao ensino, por exemplo, um ambiente que integre os *smartphones* a uma aplicação de Realidade Aumentada (RA) é uma opção diferente dos métodos de ensino tradicionais. A fusão desta plataforma à Gamificação torna o mecanismo propício a melhoria das interações entre discentes e docentes. Esta é uma solução que permitiria ainda criar um ambiente propício ao aluno de vivenciar fundamentos abordados em sala de aula, de forma lúdica. Porém, é preciso levantar casos onde estes recursos já foram utilizados em conjunto, no sentido de entender as implicações dessa associação, no contexto do ensino.

Conforme o preâmbulo apresentado, considera-se relevante verificar a aplicabilidade da RA aliada a Gamificação para o ensino e analisar o estado da arte dos estudos correlatos. Este trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para levantar as características atuais dos estudos relacionados à Gamificação e RA aplicados na Educação. O enfoque da RSL foi identificar a aplicabilidade das tecnologias como ferramentas de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem, bem como mapear o estado de conhecimento atual dos estudos correlatos.

A partir das pesquisas iniciais, verificou-se que, nas bases tecnológicas pesquisadas, não havia RSL com este foco, isto é, de avaliar os possíveis usos da RA e Gamificação no âmbito educacional. Havia um conjunto de publicações que apresentavam revisões sobre RA ou Gamificação. A partir desta premissa, adotou-se o modelo de RSL, como já dito, visando identificar o estado da arte neste tipo de aplicação, isto é, unindo a RA e a Gamificação aplicadas na educação.

A Seção 2 apresenta a metodologia utilizada na pesquisa. A seção 3 descreve os resultados obtidos. Finalmente, a Seção 4 apresenta as considerações finais e as oportunidades de trabalhos futuros.

METODOLOGIA DE PESQUISA

O método usado para realizar esta RSL foi abordado por Biolchini et al. (2007), destacando as fases para implementação da documentação: formulação das questões de pesquisa, seleção das fontes (bases de conhecimento), seleção dos estudos, extração de dados e apresentação dos resultados. Este método foi utilizado como referência por se tratar de uma publicação da área de Engenharia de Software que delimita parâmetros definidos para RSL com o foco na usabilidade e satisfação do usuário. Como é um dos mecanismos que mais se assemelha ao estudo realizado, foi dado o enfoque sugerido pelos autores, no sentido de obter resultados relevantes à área pesquisada. Segundo os autores, a RSL deve ser dividida em etapas, criando um protocolo para a pesquisa que será realizada. Isto garante ao pesquisador a qualidade dos resultados obtidos no decorrer do processo, que pode ser reavaliado até que seja aprovado. As etapas realizadas na RSL são apresentadas nas subseções seguintes.

Questões de Pesquisa

Para circunscrever os objetivos, foram elaboradas duas questões de pesquisa:

> *QP1: "Quais procedimentos metodológicos foram aplicados em estudos que envolveram a aplicação de RA e Gamificação aos processos de ensino e aprendizagem?"*

QP2: "Em quais contextos, tanto técnicos quanto de aprendizagem, ocorrem a aplicabilidade de RA associada à Gamificação?"

A partir das questões principais dividiu-se em indagações menores que pudessem ser verificadas na RSL realizada, utilizadas na fase de extração dos dados das publicações. As questões, associadas aos objetivos da pesquisa, foram elencadas na Tabela 1, sob a Identificação Q. As questões Q1, Q2, Q3 e Q4 foram formuladas para auxiliar a resposta de QP1. Já Q5, Q6, Q7, Q8, Q9 e Q10 foram elaboradas para auxiliar a resposta de QP2.

Tabela 1. Questões usadas na extração de dados.

Identificação	Questão	Objetivo
Q1	A aplicação foi submetida a um grupo de usuários?	Verificar se a solução foi testada pelos usuários.
Q2	Foram realizados testes de uso da aplicação com *feedback* dos usuários?	Identificar testes de uso na pesquisa.
Q3	Algum resultado de teste de uso foi exibido na pesquisa?	Verificar resultados de teste no artigo.
Q4	Foi mencionada alguma melhoria nos resultados de aprendizagem com o uso da solução?	Identificar resultados de aprendizagem, após usar a aplicação.
Q5	Quais elementos de Gamificação foram utilizados na aplicação?	Verificar quais elementos de Gamificação foram aplicados.
Q6	Em que área dos Sete Domínios de Aprendizagem se enquadra a Aplicação?	Definir a qual Domínio de Aprendizagem a solução proposta atendeu.
Q7	A aplicação é dinâmica e facilmente adaptável para ser usada em outros Domínios de Aprendizagem?	Definir o nível de abrangência e adaptabilidade da Solução Proposta.
Q8	É possível identificar quais ferramentas computacionais foram usadas para desenvolver a RA?	Identificar no estudo a descrição das ferramentas computacionais utilizadas na solução.
Q9	Se sim, qual ferramenta foi identificada.	Verificar quais ferramentas foram usadas para criar a solução.
Q10	Qual o tipo de componente de Sistemas de RA utilizado?	Definir qual componente de RA atendeu a necessidade do estudo.

Estratégia de Busca

A segunda etapa, no intuito de implementar o protocolo, foram selecionadas três bases de dados para a pesquisa: ACM, Springer e IEEE Xplore. As três bases foram escolhidas por conta da quantidade de publicações que envolvem tecnologias como a RA e a Gamificação e por serem bases com inúmeras publicações associadas a inovação e tecnologia. Estas bases contêm conjuntos de artigos que permitem ao pesquisador identificar os rumos do foco de estudo em questão.

Nos processos de seleção dos parâmetros de estudos primários foram elaboradas as strings de busca, sendo para cada base um conjunto de comandos específicos. Para tal, as strings geradas foram:

1) Springer: '*gamification and "augmented reality" and education*';
2) ACM: +*gamification* + *(augmented reality)* +*education*;
3) IEEE Xplore: *(((gamification) AND (education OR learning)) AND (augmented reality))*.

Procedimento para seleção dos estudos e ameaças de validade da pesquisa

Os artigos selecionados eram voltados às aplicações que usavam Gamificação e RA na educação publicados no período do ano de 2008 à Janeiro de 2019. Isto se justifica pelo fato do alto número de publicações na área de educação ao longo da evolução das pesquisas, objetivando-se limitar aos estudos mais recentes. Os artigos selecionados estão escritos na língua inglesa. Ao tratar dos critérios de inclusão e exclusão das publicações iniciou-se pelo título, posteriormente pelo resumo e finalizando pelo conteúdo.

Na análise do título foi verificado se havia relação direta com a RSL, isto é, se aquele contexto de RA e Gamificação estava sendo utilizado no estudo. Caso, pelo título, já fosse possível essa percepção, o artigo era selecionado. Em sequência, caso o artigo não tivesse uma definição direta pelo título, era analisado o seu resumo, visando encontrar marcas no estudo que o relacionassem aos objetivos desta RSL. Por fim, caso não fosse possível encontrar essa informação no resumo, lia-se o texto na íntegra, buscando relacionar

a pesquisa com a RSL. Se mesmo assim, o artigo não tivesse relação direta com a Gamificação e RA aplicados nos processos de ensino, este era descartado.

Com base na análise inicial, caso o artigo tivesse pertinência no título, seria inicialmente selecionado. O passo seguinte foi a verificação do abstract dos demais artigos não selecionados pelo nome, a fim de conhecer melhor a proposta da publicação, para que fosse possível uma seleção secundária. Por fim, caso não fosse possível essa seleção primária (título) e secundária (abstract), para alguns casos foi lido o artigo em sua totalidade.

Nesta etapa de seleção das publicações, obteve-se um número inicial nas três bases estipuladas, conforme exposto na Tabela 2.

É uma boa prática o fato de repetir, para diversas iterações o processo de refinamento realizado com as *strings* de busca, verificando a repetibilidade dos resultados. Esse teste foi realizado por 10 vezes, em cada base descrita neste trabalho, gerando as mesmas saídas em todas as tentativas.

Tabela 2. Publicações encontradas

	Publicações			
Bases	**Resultados Iniciais**	**Seleção por Exclusão de duplicações (Fase 1)**	**Seleção por Título e Resumo (Fase 2)**	**Seleção por Conteúdo (Fase 3)**
IEEE Xplore	140	124	14	13
ACM DL	23	23	6	6
Springer	353	339	12	11
Total	516	480	32	30

A partir dos dados obtidos na fase de seleção, os 30 artigos selecionados foram submetidos a uma análise qualitativa visando definir o nível de adequação das publicações às questões de pesquisa abordadas anteriormente. Esta análise consistiu na elaboração de critérios de avaliação dos artigos de acordo com a aderência ao escopo da pesquisa, por meio de pontuações. Isto não quer dizer que este estudo questiona a qualidade técnica ou científica do artigo. O intuito é de implementar, de forma objetiva e sistemática, a correlação dos artigos com as questões de pesquisa.

RESULTADOS E ANÁLISE

Qualidade do Estudo e Análise Geral

Com base na seleção dos 30 artigos, vale ressaltar ainda que o ranqueamento não têm o intuito de demonstrar que um artigo é melhor que o outro. O motivo principal é o fato de que o artigo com maiores pontuações pode fornecer mais informações que os outros, para fins de análise das publicações.

Para definir os critérios de aderência, estipulou-se um conjunto de parâmetros ranqueáveis, baseados nas questões usadas no processo de extração de dados e já explicitadas na Tabela 1. Cada uma das questões tinha uma pontuação de 100. Caso a publicação atendesse aquela questão, recebia a pontuação. Nesta situação, os artigos melhores classificados tiveram maior relevância para o trabalho em questão, pois atenderam a um maior número de itens da tabela de questões. Estes itens foram dispostos em uma plataforma de planilha eletrônica, visando a classificação dos dados.

Por conseguinte, como uma análise geral, buscou-se identificar em que ano houve o maior número de trabalhos publicados com o tema relacionado à esta RSL (Figura 1).

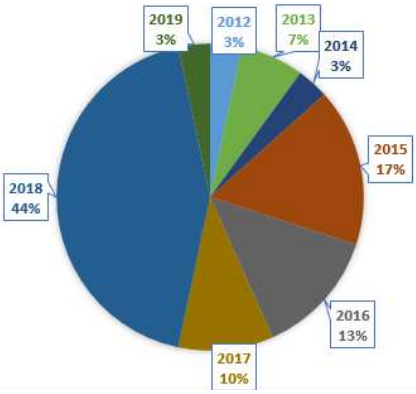


Figura 1. Quantidade de artigos por ano.

Verificou-se a ocorrência de 13 publicações no ano de 2018 (44%). Considera-se que neste ano houve um aumento nas publicações relacionadas à esta pesquisa. Com base nas strings de busca, não houve resultados anteriores a 2012.

A Figura 2 demonstra a origem das publicações, abordando a nacionalidade das entidades de ensino pelas quais o estudo foi publicado. A Alemanha foi o único país analisado no estudo que publicou 4 artigos. Países como Brasil, Argentina e Grécia contribuíram com 3 artigos. Taiwan, Coreia do Sul e Malásia contribuíram para o estudo com 2 publicações cada. Os demais países apresentaram um artigo cada um, totalizando os 30 selecionados nesta RSL.



Figura 2. Publicações analisadas por país.

Q1: A aplicação foi submetida a um grupo de usuários?

Em relação ao uso das aplicações desenvolvidas, identificaram-se que 76,67% das aplicações foram experimentadas por seus usuários. A lista com estas aplicações está na tabela no link já apresentado na Seção 2.3. Isto demonstra que a maioria dos estudos focou no desenvolvimento e também na aplicação da solução, visando resolver os problemas de aprendizado. Paredes-Velasteguí et al. (2018), Chung et al. (2018), Oh, So e Gaydos (2018) foram exemplos de publicações que fizeram análises formais da usabilidade, incluindo questionários para analisar a resposta do usuário ao sistema testado. Um aspecto importante é que as publicações mais recentes fizeram uma análise mais criteriosa da usabilidade, enquanto que artigos mais antigos não mencionaram tal procedimento.

Tendo como base os resultados obtidos, 10 publicações não mencionaram a submissão do sistema desenvolvido aos usuários. Os motivos para isso foram diversos: tempo, foco do estudo apenas no desenvolvimento e irrelevância do assunto para o pesquisador. Entre outros artigos, Gramajo et al. (2018), Liu e Tanaka (2018) não abordaram referências de testes de uso da aplicação desenvolvida.

Q2: Foram realizados testes de uso da aplicação com feedback dos usuários?

Na segunda questão verificou-se a formalização dos testes de usuário por parte dos pesquisadores. Vale lembrar que essa questão tinha o objetivo de medir também a resposta positiva ou negativa do usuário com relação ao sistema. Neste enfoque ainda não se estava analisando se houve melhoria no aprendizado.

43,33% das aplicações tiveram algum tipo de teste de uso. Um fato associado a Q1 e Q2 é que o pesquisador pode estar interessado somente na implementação e acaba deixando os testes de uso em segundo plano. Isto apresenta um prejuízo ao estudo, visto que testes de usabilidade podem gerar pontos de melhoria no software. Neste caso, pode significar um melhor entendimento de um conceito abordado na aplicação ou ainda um maior engajamento do usuário no uso e aceitação do sistema.

Antoniou et al. (2016) e Ierache (2018) citam o desenvolvimento de testes de usabilidade da plataforma. O primeiro abordou um estudo que traz resultados relacionados ao engajamento e a motivação de usuários na aplicação de fundamentos da área médica. O segundo estudo focou na aplicação, usando RA e Gamificação, de questionários de múltipla escolha. O que os dois apontam é que a aplicação gerou baixos custos para ser produzida e apresentou resultados satisfatórios, com relação ao aprendizado. Ierache (2018) apresenta que este retorno de informação do usuário é importante para a melhoria da própria aplicação,

visto que o uso do sistema pode ser um diferencial na busca do engajamento do usuário e na motivação de estudar, no caso das aplicações para a área de Educação.

Paredes-Velasteguí et al (2018) apresentaram um estudo aplicado em escolas públicas do Equador, usando como base os próprios livros-texto dos alunos usados em sala de aula. Foram desenvolvidas as aplicações com base nas figuras existentes nesses livros, demonstrando as ilustrações com detalhes e em três dimensões, facilitando a visualização de todo o objeto. Além disso, a publicação fundamenta que para o ensino de História é preciso estar imerso no ambiente para garantir a compreensão. Garantindo a imersão, é mais fácil para o docente incentivar a leitura e possibilitar que os alunos escutem, segundo os autores. A avaliação do sistema permitiu aos pesquisadores identificar também o nível de interesse dos alunos no assunto e na atividade proposta, identificando possíveis pontos de melhoria a serem retrabalhados.

Por outro lado, Brown et al. (2016) verificaram que além do aspecto do uso, inserir na aplicação possíveis aspectos de relevância cultural dos usuários podem aumentar o engajamento. No estudo realizado, foram inseridos meios de reconhecimento das características geométricas e matemáticas em campos de beisebol ou basquetebol. Para o autor, esse fator foi importante para garantir a melhoria no aprendizado.

Para levantar outros pontos de análise de retorno de usuários, Figueiredo, Cifredo-Chacón e Gonçalves (2016) afirmaram que se pode usar ferramentas de RA, na área do Ensino, com soluções já existentes. Os autores citaram aplicativos como Wikitude, Layar, Metaio e Aurasma que podem ser usadas por qualquer docente, independente do conhecimento prévio em ferramentas de RA e programação.

Q3: Algum resultado de teste de uso foi exibido na pesquisa?

Identificou-se nos estudos quais dos artigos mencionaram e apresentaram resultados dos testes de uso das aplicações. O objetivo dessa questão era justamente verificar, além da preocupação do pesquisador com a usabilidade de seu sistema, que métodos foram usados para atestar os resultados. A maioria dos testes se pautava na escala de Likert, normalmente dotada de 6 níveis, onde 0 corresponde ao mínimo e 5 ao máximo. Quando não era explícito o uso da referida escala, o método utilizado era bem definido. Ao final da análise, verificou-se que, dos 30 artigos selecionados, apenas 10 apresentaram testes de uso explicitamente nas publicações.

O monitoramento das atividades e aplicação de metodologias pode ainda gerar dados para verificação do aprendizado, como abordado por Paredes-Velasteguí et al. (2018), que apontou dois grupos monitorados durante a aplicação do experimento para a área de História, sendo que um deles não utilizou o aplicativo que mesclava RA e Gamificação. O monitoramento do aprendizado do grupo de alunos que foi submetido ao aplicativo teve um rendimento 17% maior em relação ao grupo que não o utilizou. Esta é uma oportunidade traduzida em questionamento, onde é preciso verificar se esse resultado foi uma coincidência ou se realmente a aplicação foi fundamental no melhor rendimento dos alunos.

Chen e Liao (2015) propuseram o uso da Gamificação e RA nas aulas de Eletroquímica, enquanto que Oh, So e Gaydos (2018) as utilizaram em um museu, para aprendizado de conceitos de refração da luz. Com relação aos testes realizados por ambos, verificou-se um nível de aprendizado maior nos alunos que utilizaram as aplicações de RA, além de uma maior motivação em aprender. O segundo estudo verificou ainda que a ordem de apresentação da aplicação também é importante, visto que os grupos que usaram a aplicação de RA e Gamificação primeiro e depois foram apresentados aos conceitos teóricos tiveram resultados de aprendizado melhores do que o grupo com a ordem inversa. Esta sistemática demonstra possibilidades de que a ordem da apresentação do recurso desenvolvido seja tão importante quanto o planejamento de aula.

Figueiredo, Cifredo-Chacón e Gonçalves (2016) sugeriram que o uso de tais ferramentas auxiliou nos processos de ensino e de aprendizagem de eletrônica e conceitos de programação, combinando-os em diversas atividades, guiadas pelo sistema de RA desenvolvido juntamente com o livro-texto entregue aos alunos. Apresentaram, ao final do estudo, uma aprovação de 80% dos alunos com este método que facilita o aprendizado dos conceitos básicos de programação.

Q4: Foi mencionada alguma melhoria nos resultados de aprendizagem com o uso da solução?

Este é um ponto que inúmeros artigos tiveram dificuldades de mensurar, pois existem diversos fatores somados. Há ainda o fator de que algumas publicações nem tinham o intuito de mensurar os resultados de aprendizagem. Em alguns momentos, uma avaliação escrita pode não medir adequadamente o aprendizado

de um aluno. Da mesma forma, em outras situações, usar outras ferramentas de avaliação podem ser tão inadequadas quanto.

Com relação aos dados apresentados, 53.33% das publicações apresentaram resultados positivos quanto à melhoria do processo de aprendizagem, medidos de formas diferentes pelos pesquisadores. Vale salientar que, como ferramenta de apoio ao ensino e a aprendizagem, muitas das soluções não têm o enfoque direto da avaliação da aprendizagem. Alguns pesquisadores não fizeram menção ao processo de avaliação de rendimento, pois este não era o foco do estudo.

Logo, um ponto levantado por Ierache (2018) foi o fato de que usuários que usaram a plataforma mais de uma vez se sentiram mais satisfeitos com a estrutura. O impacto de uma atividade inovadora, usada uma única vez pode causar efeito reverso ao esperado, que é a motivação e o engajamento, além da melhora dos índices de aprendizagem.

Q5: Quais elementos de Gamificação foram utilizados na aplicação?

O objetivo da Q5 era identificar quais elementos oriundos da Gamificação foram utilizados nos estudos. Vale ressaltar que pelo menos 8 elementos diferentes foram usados pelos pesquisadores. Isso demonstra como a Gamificação pode ser aplicada de várias formas, se adaptando ao cenário da aplicação a ser desenvolvida. A pontuação, o ranqueamento, a colaboração e as recompensas foram os elementos mais utilizados, respectivamente nesta ordem (Figura 3). Isso demonstra que os pesquisadores criaram, mesmo que de forma indireta, um ambiente propício a competição, em pelo menos 19 publicações. Essa competição pode ser encarada de duas formas: entre usuários e intra-usuário. A primeira é justamente a competição entre os usuários do sistema, como realizado por Vera e Sánchez (2016), Brown et al. (2016) e Eleftheria et al. (2013). Por outro lado, a segunda forma é o estímulo ao próprio usuário de melhorar as suas marcas, citado por Sheng (2013) e Roy et al. (2018). O trabalho de Oliveira et al. (2015) utiliza as duas formas.

Nos casos de uso da colaboração, ainda houve o estímulo do trabalho e da resolução dos problemas em equipe, no sentido de estimular as ações de cunho social para desenvolver as relações entre os participantes.

O fato de o usuário identificar se cumpriu ou não com as tarefas propostas de forma satisfatória pode também ser um motivo pelo qual a pontuação foi tão utilizada. Pode ser ainda vista como um balizador tanto pelos docentes quanto pelos discentes no uso dos sistemas.

Eleftheria et al. (2013) afirmaram que ao utilizar a pontuação e o ranqueamento houve um crescimento nos níveis de engajamento e motivação dos alunos no uso da aplicação. Apesar disso, os autores não citaram que método de análise foi utilizado para chegar a tal conclusão.

Outra aplicação que se utilizou da pontuação foi a elaborada por Gramajo et al. (2018), assumindo o recurso como importante para a finalização da atividade, mas os autores acreditaram que a colaboração foi muito mais importante. Verificou-se que o engajamento dos alunos foi maior na resolução dos problemas pelo fato de os grupos terem de resolvê-los de forma colaborativa.

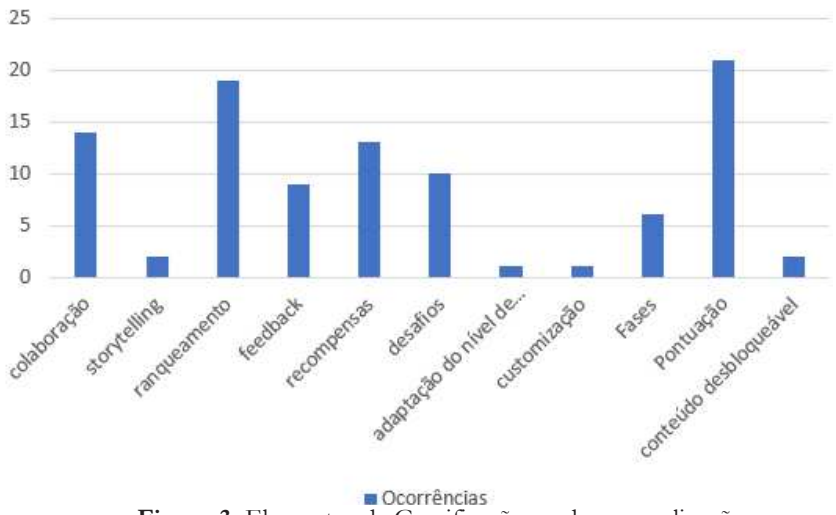


Figura 3. Elementos de Gamificação usados nas aplicações.

Q6: Em que área dos Sete Domínios de Aprendizagem se enquadra a Aplicação?

A identificação dos domínios de aprendizagem elencados por UNESCO (2013), UNESCO (2014) e UNESCO (2018) foi um dos focos desta questão. Foram identificadas as áreas de atuação dos estudos, relacionando-as aos respectivos domínios. Este é um mecanismo para verificar se realmente a divisão proposta era aplicada nos ambientes educacionais estudados. Visto que houve estudos de diversos países, a abrangência apresenta resultados que vão ao encontro aos estudos da UNESCO. Todos os artigos se enquadraram em pelo menos um domínio, com algumas publicações abordando diversas áreas do conhecimento.

Nesse sentido, a Figura 4 abordou os resultados dessa etapa da pesquisa demonstrando que os sete domínios foram utilizados nos artigos mencionados. Porém, por uma questão de proximidade tecnológica com os pesquisadores, o domínio mais utilizado nas aplicações foi o de Ciência e Tecnologia. Em diversas aplicações as ações desenvolvidas nos aplicativos também incentivavam o domínio Social e Emocional, estimulando os alunos a trabalhar em equipe, bem como estimulando o controle emocional no uso da aplicação. Foi possível identificar que uma convergência maior nessas duas áreas pode indicar uma tendência de aplicação de Gamificação e RA para o ensino tecnológico.

Um ponto importante a destacar é que a classificação feita pela UNESCO, para dar base ao ensino de crianças e jovens é também utilizável em estudos onde o ensino se dava a adultos. Isto demonstra uma convergência do estudo da Organização com o que se desenvolve nos ambientes de ensino ao redor do mundo. Chung et al. (2018) citaram em seu estudo que a aplicação utilizada em adultos gerou inúmeros resultados positivos no desenvolvimento de aspectos rítmicos aos estudantes de música.



Figura 4. Publicações por domínio de Aprendizagem.

Sob o foco dos domínios de aprendizagem, a pontuação, como já mencionada, foi o item com maior número de publicações (21 no total). Em se tratando das áreas definidas pela UNESCO como prioritárias, 15 publicações que se utilizaram da pontuação foram da área de Ciência e Tecnologia. Isso pode estar relacionado ao fato de que os especialistas e desenvolvedores advém normalmente da área de Exatas e acabam se utilizando desta ferramenta por ser objetiva, representando um valor obtido, e por ser clara, indicando o cumprimento das metas da aplicação.

Uma constatação interessante, na análise realizada, foi o fato da atividade de colaboração ter sido utilizada em 6 dos 7 domínios de aprendizagem. Só não foram encontradas aplicações que trabalharam a colaboração para o domínio Bem-estar físico. Em 13 publicações a colaboração foi utilizada como técnica de Gamificação aplicada ao domínio de Ciência e Tecnologia.

Por fim, de acordo com a Figura 4, percebe-se que Bem-estar Físico foi o domínio menos explorado pelos desenvolvedores, o que pode indicar duas situações. A primeira hipótese é que há pouca necessidade de aplicações de RA e Gamificação para este domínio. A segunda hipótese é que fica mais difícil implementar aplicações que envolvam atividades físicas usando RA e Gamificação. Não houve menção de nenhuma das publicações para afirmar que uma ou outra hipótese se concretizaram.

Q7: A aplicação é dinâmica e facilmente adaptável para ser usada em outros domínios de Aprendizagem?

A Q7 procurou medir a capacidade de adaptar os sistemas propostos nos artigos para serem usados em outros domínios de aprendizagem. Entre os 30 artigos estudados, apenas 43,33% deles fornecia uma solução proposta que fosse genérica o suficiente para ser usada em outros domínios do conhecimento. Essa é uma constatação importante pois, na maioria dos casos a solução proposta era para atender um problema específico. Devido as necessidades de aprendizagem serem específicas de um ambiente determinado, encontrar soluções que atendam várias áreas de conhecimento realmente se mostrou uma dificuldade. Por outro lado, ter uma plataforma de Gamificação com RA que atenda vários domínios do conhecimento pode causar um engajamento pelo aprendizado como um todo, tornando o ambiente de ensino mais divertido aos olhos dos alunos. Estar preso a um único item do currículo pode ser uma desvantagem a ser considerada, levando a formação parcial do indivíduo, prejudicando assim as premissas da UNESCO no desenvolvimento integral do ser humano em seus domínios de aprendizagem.

Ierache et al. (2018) apresentaram um estudo onde a plataforma de RA tinha diversos tópicos a serem abordados. Esses, por sua vez, eram oriundos de diversos domínios de aprendizagem. Isso permitiu que a aplicação atingisse diversas esferas da formação do aluno, se mostrando uma aplicação híbrida com relação aos domínios de aprendizagem.

Para demonstrar a adaptabilidade das aplicações RA e Gamificação para diversos cenários, Korn, Funk e Schmidt (2015) criaram um experimento para desenvolver motivação e melhoria nos procedimentos de montagem de uma empresa. A metodologia consistia em desenvolver procedimentos internos da empresa usando RA e Gamificação. Isto significou que, enquanto trabalhava, o funcionário aprendia uma determinada tarefa e ao mesmo tempo se divertia com a aplicação. É um mecanismo que foge dos domínios de aprendizagem no ambiente escolar, mas permite desenvolver principalmente as capacidades Sociais e Emocionais, além de Abordagens de aprendizagem e Cognição, tão essenciais ao mundo do trabalho.

Q8: É possível identificar quais ferramentas computacionais foram usadas para desenvolver a RA?

Em relação à identificação das ferramentas, o estudo realizado apresentou dificuldades, por parte dos estudos analisados de identificá-las. 56,67% dos artigos analisados apresentaram explicitamente as ferramentas usadas no desenvolvimento da solução. Alguns artigos citaram ferramentas de modelagem 3D, animação e produção de vídeos, mesmos que estes não sejam obrigatoriamente necessários para desenvolvimento da aplicação.

Por outro lado, o uso de ferramentas computacionais para implementar a RA foram explicitados nos estudos com mais clareza. Isto se deve ao conhecimento e domínio dos pesquisadores nas plataformas utilizadas. Além disso, alguns estudos se aprofundaram nas metodologias de integração entre a plataforma de RA, os dados armazenados bem como a estrutura lógica de tomada de decisão, com base nas ações do usuário.

Q9: Se sim, qual ferramenta foi identificada?

O foco desta questão é identificar as ferramentas computacionais mais utilizadas no âmbito da construção de aplicações de RA com Gamificação. Um dos pontos a se ressaltar é que muitas ferramentas sozinhas não fazem com que o sistema apresente todos esses requisitos, mas associados podem gerar a aplicação desejada. A Figura 5 apresenta o gráfico das ocorrências encontradas no levantamento realizado, visando a identificação das soluções computacionais mais usadas nesse tipo de aplicação. As ferramentas mais mencionadas pelos estudos foram o Vuforia associado, na maioria das vezes, ao Unity. Estas plataformas, usadas em conjunto, podem implementar um ambiente propício para o desenvolvimento de aplicações de RA.

Q10: Qual o tipo de componente de Sistemas de RA utilizado?

Na última questão desta RSL abordou-se o tipo de sistema de RA utilizado nas soluções analisadas. Foram levantadas as informações disponibilizadas nos artigos para identificar quais instrumentos de interação com a RA foram mais reportadas.

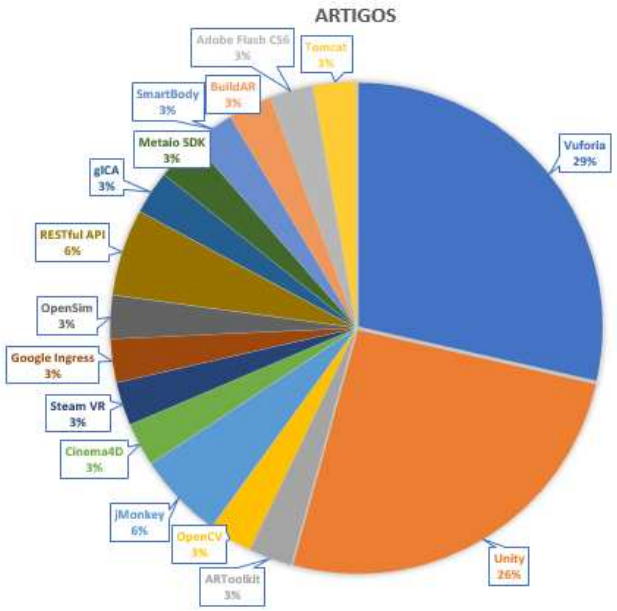


Figura 5. Ferramentas Computacionais utilizadas nas publicações.

Verificou-se que o uso de monitores, em especial de smartphones, foi mais utilizado nas aplicações. Cerca de 80% dos trabalhos mencionaram o uso de smartphones ou computadores pessoais. Por outro lado, o uso de dispositivos específicos, tais como *head-mounted display* – HMD ou sistemas de projeção, foram poucos utilizados. Isto indica uma associação do baixo custo de implementação desta tecnologia, visto que atualmente muitos dos discentes possuem um smartphone e podem instalar a solução em seus próprios aparelhos. Geralmente, utiliza-se marcadores para ativar a RA, pela facilidade na geração e na detecção de gatilhos da aplicação. Esses marcadores, em diversos trabalhos, eram figuras em livros, códigos de barras, códigos gerados para marcação ou ainda etiquetas desenvolvidas para este fim.

CONCLUSÃO

Identificou-se que é cada vez mais útil aos docentes a aplicação de ferramentas computacionais que agreguem atividades diversificadas, como as plataformas de RA associadas à Gamificação. Diversos autores citaram esse benefício como uma das premissas para continuidade dos estudos na área.

Por outro lado, foi percebido que a aplicação dessas ferramentas não é complexa, mas a capacidade de mensurar os resultados, como nível de engajamento e melhoria no aprendizado se mostraram um desafio nesta área de pesquisa. A elaboração de pesquisas visando qualificar e quantificar os resultados de aprendizado se mostram um campo promissor de estudos, em paralelo com o desenvolvimento das plataformas. A falta de resultados mensuráveis pode inclusive colocar em dúvida o real engajamento e melhorias no aprendizado por parte da comunidade acadêmica e das empresas interessadas em soluções educacionais.

As aplicações de RA associadas a Gamificação se mostraram um ponto de convergência entre o aprendizado e o engajamento dos estudantes. Mesmo nos casos onde não havia comprovação e testes de usabilidade, a experiência de sair do estudo convencional motivou os discentes a desenvolver os fundamentos de forma diferente. Diversos autores citaram que houve aumento na motivação dos alunos, sendo que alguns aplicaram testes de usabilidade para mensurar este grau motivacional.

Em análises dos artigos, as aplicações desenvolvidas, independente das tecnologias e ferramentas utilizadas se mostraram eficientes, do ponto de vista do engajamento, para qualquer área do conhecimento. Obviamente que nas áreas de domínio da tecnologia isso ocorre com mais facilidade pelo conhecimento prévio dos pesquisadores com relação aos fundamentos desenvolvidos. Mesmo assim, uma mesma aplicação que aborda conceitos tecnológicos poderia gerar também resultados nas áreas de Linguagem, Matemática, Artes e Cultura. A proposta do sistema a ser desenvolvido depende apenas da estratégia do docente, com a orientação da área pedagógica da instituição, no sentido de atingir o objetivo de ensino ao aplicar as ferramentas que usam Gamificação e RA.

Com relação aos domínios de aprendizagem definidos pelos estudos da UNESCO, é verificável que a área de Ciência e Tecnologia é a que mais se utiliza das plataformas de RA associadas a Gamificação. Está

aí uma oportunidade de atuação dos pesquisadores nos outros domínios de aprendizagem, visando a formação integral do indivíduo. Plataformas para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes do domínio bem-estar físico pouco aparecem, levantando a oportunidade de desenvolvimento de plataformas à esta área.

A integração dos domínios de aprendizagem às plataformas de aprendizagem por RA e Gamificação se baseia principalmente na disseminação do conhecimento. Como é uma das metas da UNESCO o desenvolvimento dos sete domínios de aprendizagem pré-definidos, usar plataformas que massificam e compartilham conhecimento dentro e fora das escolas permitem disseminar conceitos, independente da distância entre o desenvolvedor da aplicação e o aluno. Com a plataforma bem fundamentada e atrativa ao usuário, as chances de êxito no desenvolvimento dos fundamentos são grandes, como demonstraram os resultados obtidos nas publicações analisadas.

Existem pontos de congruência nos estudos analisados, principalmente quando se trata das tecnologias envolvidas no processo. A implementação da aplicação teve predominância no uso da Unity, por se tratar de uma plataforma bastante difundida no campo de desenvolvimento de jogos eletrônicos. Além disso, o uso do Vuforia também segue nesta mesma linha, por ser uma plataforma consolidada de geração de objetos em RA. Porém, houve uma certa incongruência quando se fala da metodologia de uso das aplicações desenvolvidas, justamente pela falta de um protocolo de avaliação de resultados, principalmente quando se fala de aprendizado. Como há inúmeras variáveis a se considerar no processo de ensino e aprendizagem, percebe-se que há campo para estudos posteriores na exploração deste protocolo. Há ainda uma carência das publicações quanto à apresentação dos resultados. Muitos dos artigos não abordam de maneira clara e objetiva os resultados obtidos.

Apesar dos inúmeros pontos positivos, uma situação decorrente da sistematização dos estudos dos pesquisadores é a implícita necessidade de desenvolver protocolos de análise de resultados de aplicação das plataformas, visando a comparação de resultados de uma pesquisa para outra, de maneira mais uniforme. A necessidade de uniformizar os processos de análise dos dados existe para compreender quais técnicas contribuem mais para o aprendizado e quais geram maior engajamento dos usuários das plataformas.

Uma análise a ser feita por futuros trabalhos é como e quando as aplicações devem interagir com os usuários. É sabido que existem doenças relacionadas ao uso excessivo de dispositivos tecnológicos. Desta forma, deve haver uma análise e o desenvolvimento de protocolos de uso das ferramentas computacionais, visando a diminuição do impacto negativo dos dispositivos no bem-estar das pessoas.

Além dos itens já relacionados, há uma oportunidade de estudos ainda não analisada que permeia a criação de plataformas híbridas de RA para o aprendizado. O foco implícito facilita a execução de uma aplicação de RA com Gamificação, mas praticamente a inviabiliza para ser usada em outro cenário. Desta forma, elaborar uma plataforma de RA e Gamificação independente de um problema específico pode gerar um sistema mais abrangente e consequentemente adaptável a diversos casos. Isto permitiria diminuir os custos de produção do sistema, bem como criar até um ambiente de negócios com a plataforma desenvolvida.

Por fim, é nítido que o campo da RA, associado a Gamificação tem ainda um campo de pesquisa e evolução imenso, que podem garantir aos seus entusiastas e estudiosos oportunidades de evolução tecnológica ainda não exploradas.

REFERÊNCIAS

ANTONIOU, P. E. et al. Versatile Mixed Reality Educational Spaces - A Medical Education Implementation Case. In: 2016 15th International Conference on Ubiquitous Computing and Communications and 2016 International Symposium on Cyberspace and Security (IUCC-CSS). [S.l.: s.n.], 2016. p. 132–137.

BARFIELD, W. Fundamentals of wearable computers and augmented reality. [S.l.]: CRC press, 2015.

BAZZAZA, M. W. et al. iARBook: An Immersive Augmented Reality system for education. In: 2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE). [S.l.: s.n.], 2014. p. 495–498.

BIOLCHINI, J. C. de A. et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. Advanced Engineering Informatics, v. 21, n. 2, p. 133–151, 2007. ISSN 14740346.

BROWN, T. M. et al. Augmenting Mathematical Education for Minority Students. In: 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). [S.l.: s.n.], 2016. p. 260–264.

CALDAS *et al.* Aplicativo de Gamificação e Realidade Aumentada para trilhas educativas: ferramenta pedagógica para Conscientização Ambiental. Heringeriana, v. 12, n. 1, 2018.

CHEN, M. P.; LIAO, B. C. Augmented Reality Laboratory for High School Electrochemistry Course. In: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies. [S.l.: s.n.], 2015. p. 132–136. ISSN 2161-3761.

CHUNG, S. M. et al. Experiencing musical rhythm through interactive installation and AR/VR game development. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.: s.n.], 2018. p. 384–388.

EDWARDS, E. A. et al. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. 2016.

ELEFTHERIA, C. A. et al. An innovative augmented reality educational platform using Gamification to enhance lifelong learning and cultural education. In: IISA 2013. [S.l.:s.n.], 2013. p. 1–5.

FIGUEIREDO, M.; CIFREDO-CHACON, M. A.; GONC¸ ALVES, V. Learning Programming ´ and Electronics with Augmented Reality. In: . [s.n.], 2016. p. 57–64.

GRAMAJO, M. G. et al. SIMNET: Simulation-based exercises for computer network curriculum through gamification and augmented reality. EDUNINE 2018 - 2nd IEEE World Engineering Education Conference: The Role of Professional Associations in Contemporaneous Engineer Careers, Proceedings, IEEE, p. 1–5, 2018.

IERACHE, J. et al. Framework for the development of augmented reality applications applied to education games. In: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). [s.n.], 2018. p. 340–350.

KAPP, K. M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. 1st. ed. [S.l.]: Pfeiffer & Company, 2012. ISBN 1118096347, 9781118096345.

KIRNER, C. Realidade Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. [s.n.], 2007. v. 1. 2–21 p. ISBN 8576691086.

KORN, O.; FUNK, M.; SCHMIDT, A. Design Approaches for the Gamification of Production Environments: A Study Focusing on Acceptance. In: Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. New York, NY, USA: ACM, 2015. (PETRA '15), p. 6:1–6:7. ISBN 978-1-4503-3452-5.

LASKOWSKI, M. Implementing gamification techniques into university study path - A case study. In: 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.: s.n.], 2015. p. 582–586. ISSN 2165-9559.

LIU, B.; TANAKA, J. AR-Based Point System for Game-like Shopping Experience. In: Proceedings of the 2018 International Conference on E-Business and Applications. New York, NY, USA: ACM, 2018. (ICEBA 2018), p. 41–45. ISBN 978-1-4503-6368-6.

MARASCO, E. et al. Using gamification for engagement and learning in electrical and computer engineering classrooms. In: 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–4. ISBN VO -

OGAWA, A. N. et al. Analise sobre a gamificação em Ambientes Educacionais. Revista de Novas Tecnologias na Educação, v. 13, n. 2, 2015.

OH, S.; SO, H. J.; ´GAYDOS, M. Hybrid Augmented Reality for Participatory Learning: The Hidden Efficacy of Multi-User Game-Based Simulation. IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 11, n. 1, p. 115–127, 1 2018. ISSN 1939-1382.

OLIVEIRA, A. et al. A Head-up Display with Augmented Reality and Gamification for an E-Maintenance System: Using Interfaces and Gamification to Motivate Workers in Procedural Tasks. In: YAMAMOTO, S. (Ed.). Cham: Springer International Publishing, 2015, (Lecture Notes in Computer Science, v. 9173). p. 499–510. ISBN 978-3-319-20617-2.

PAREDES-VELASTEGUÍ, D. et al. Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in Ecuador. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.: s.n.], 2018. p. 1243–1250.

PRENSKY, M. Creator of the terms "digital native" and "digital immigrant", writer and lecturer on education. Entrevista concedida a Víctor González Calatayud. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, Murcia, Vol. 2018, n. 5, p. 12-21.

ROY, S. et al. Augmented Learning Experience for School Education. Cham: Springer International Publishing, 2018. 1–7 p. ISSN 00043702. ISBN 978-3-319-08234-9.

SHENG, L. Y. Modelling learning from Ingress (Google's augmented reality social game). In: 2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for Education Media (ICEM). [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–8.

SOMMERHAUER, P.; MÜLLER, O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. Computers & Education, Computers & Education, v. 79, 2014, p. 59-68.

TODA, A. M. et al. Desafios para o Planejamento e Implantação da Gamificação no Contexto Educacional. Renote, v. 15, n. 2, 2017.

TORI, R. T.; HOUNSELL, M. d. S. Introdução à realidade virtual e aumentada˜. Porto Alegre: Editora SBC, 2018. 423 p.

UNESCO. Toward Universal Learning What Every Children Should Learn. UNESCO Institute for Statistics and the Center for Universal Education at the Brookings Institution, n. 1, 2013. ISSN 0717-6163.

UNESCO. Toward Universal Learning Report. Igarss 2014, n. 1, p. 1–5, 2014. ISSN 0717-6163.

UNESCO. Global Education Monitoring Report 2019: Migration, Displacement and Education - Building Bridges, not Walls. [s.n.], 2018. 412 p. ISSN 1098-6596. ISBN 9789231002830.

VERA, F.; SANCHEZ, J. A. A Model for In-situ Augmented Reality Content Creation Based on Storytelling and Gamification. In: Proceedings of the 6th Mexican Conference on Human-Computer Interaction. New York, NY, USA: ACM, 2016. (MexIHC'16), p. 39–42.

VILLAGRASA, S.; DURAN, J. Gamification for Learning 3D Computer GraphicsArts. In: Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality. New York, NY, USA: ACM, 2013.(TEEM '13), p. 429–433.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. Gamification By Design. [s.n.], 2011. 208 p. ISSN 14602180. ISBN 9781449397678.

ZORZAL, E. R. et al. Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 6, n. 1, 2008.

ZORZAL, E. R.; JORGE, A. J.; COSTA, G. G. Desafios e Aplicações da Realidade Aumentada Móvel na Educação. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 16, n. 2, 2018.