Ano 11 – Número/vol. 30– novembro/2019

ISSN: 1984-4751

Revista Tecnologias na Educação

A Aplicação de Realidade Aumentada no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Eduarda Queiroz[1],

Rafaéla Moura[1],

Ellen Souza[1],

Héldon José[1],

Hidelberg O. Albuquerque[1]

RESUMO

A Realidade Aumentada (RA) é definida como qualquer sistema que combine o real com o virtual, que seja interativo em tempo real e que esteja registrado em três dimensões. No ensino das ciências da natureza, ela pode proporcionar aos estudantes a visualização de conceitos abstratos. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo investigar como a RA tem auxiliado no processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais. Foi realizado um mapeamento sistemático da literatura com o propósito de identificar as lacunas de pesquisas na literatura. Estudos primários publicados entre os anos de 2009 a 2018 foram analisados a fim de extrair dados que pudessem responder às questões de pesquisa. Entre as respostas encontradas destacam-se que: a disciplina com mais aplicação de RA no ensino foi física, o nível de ensino onde esta tecnologia mais foi utilizada foi o ensino médio e que todos os estudos que realizaram avaliação da aplicação de RA no ensino relataram que a tecnologia realmente melhora a compreensão do conteúdo pelos discentes.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Ciências da Natureza. Mapeamento Sistemático.

[1] Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE – UAST) – eduarda.queiroz@ufrpe.br; rafaela.mourasilva@ufrpe.br; ellen.ramos@ufrpe.br; heldon.jose@ufrpe.br; hidelberg.albuquerque@ufrpe.br

1. Introdução

Em 2015, os resultados do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) mostraram que o Brasil ocupa a 63ª posição em Ciências, área esta que foi o foco da prova naquele ano (PISA, 2018). Este dado mostra que há uma deficiência no aprendizado das disciplinas correspondentes às ciências naturais. Esta deficiência se dá porque grande parte dos professores adota um ensino baseado na técnica de transmissão-recepção de conhecimento, no qual eles se distinguem agentes ativos (professores) e passivos no processo (discentes). Nesta abordagem, a aprendizagem é caracterizada pela memorização, que resulta em um esquecimento rápido do que foi transmitido, ou do que foi "ensinado" (SCHNETZLER, 1992, p. 17). VALENTE (2018) evidencia que é necessário alterar a maneira como os conteúdos disciplinares são trabalhados e que a sala de aula deve ter uma dinâmica coerente com o dia a dia dos estudantes, cada vez mais mediado pelas tecnologias digitais.

A Realidade Aumentada (RA) é definida como qualquer sistema que combine o real com o virtual, que seja interativo em tempo real e que esteja registrado em três dimensões. A RA permite ao usuário ver o mundo real sobreposto ou composto por objetos virtuais , possibilitando a coexistência do real e o virtual no mesmo espaço, suplementando a realidade (AZUMA, 1997). A educação é uma área, em especial, na qual esta tecnologia pode ser valiosa, pois, de uma perspectiva pedagógica, a atividade experimental baseada na observação prática de conceitos proporciona uma conexão entre a teoria e a realidade, enriquecendo e solidificando o conhecimento teórico (GRUBER et al., 2011).

A RA proporciona uma experiência educacional singular, caracterizada por, por exemplo, comportamento conversacional face a face, no qual os alunos podem sentar em volta de uma mesa, vendo e interatuando uns com os outros ao mesmo tempo em que interagem com um coração flutuante; uma interface tangível, com a qual até mesmo crianças muito jovens podem ter uma experiência rica com a RA; e uma interface transitória, na qual os usuários podem fazer uma transição suave do estático para o interativo (BILLINGHURST, 2002). No ensino das ciências naturais, ela pode proporcionar aos estudantes a visualização de conceitos abstratos como, por exemplo, os movimentos ondulatórios na física.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo investigar como a RA tem auxiliado no processo de ensino e aprendizagem de ciências da natureza. Para a realização do mesmo,

foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), um tipo de estudo secundário, utilizado para identificar as lacunas de pesquisas na literatura a partir da análise e extração de dados de estudos primários, sendo possível, assim, identificar em quais áreas temáticas e para quais tipos de pesquisas há escassez de publicações. Dentre as etapas de um Mapeamento Sistemático, está a definição de questões de pesquisa, principal e específicas, que norteiam o desenvolvimento do mapeamento e ao serem respondidas, geram os resultados obtidos ao final do mesmo, alcançando assim seu objetivo. (PETERSEN, 2008).

Neste trabalho definimos a seguinte questão como principal: Como a Realidade Aumentada tem Auxiliado no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza?. As questões específicas foram: Qual a evolução total e por disciplina, de estudos primários de 2009 a 2018? Quais autores e regiões relatam o uso de RA para o ensino de ciências da natureza? Quais tecnologias estão disponíveis para o ensino de ciências da natureza com RA? Houve avaliação quanto ao uso de RA no ensino? Em quais níveis de ensino a RA foi usada para lecionar ciências naturais? Os discentes foram preparados para o uso de RA em sala de aula? Qual a percepção dos docentes e discentes com relação ao uso de RA? Quais dificuldades relatadas para o uso de RA em sala de aula?

Na Seção 2, é apresentado o embasamento teórico para este trabalho. A Seção 3 expõe a metodologia utilizada para construir este trabalho. Na Seção 4, é apresentada a análise e discussão dos dados. Por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão deste artigo.

2. Embasamento Teórico

2.1. Realidade Virtual e Aumentada

A Realidade Virtual (RV) é definida como uma interface avançada gerada por computador que permite ao usuário a visualização, movimentação e interação, em tempo real, com ambientes tridimensionais (KIRNER e SISCOUTTO, 2007). A visão costuma ser o sentido mais estimulado na experiência com RV, mas os outros sentidos podem colaborar no enriquecimento da vivência do usuário. A Realidade Aumentada (RA) é definida como um sistema que permite a coexistência do real e o virtual no mesmo espaço, que é interativo em tempo real e visível tridimensionalmente (AZUMA, 1997). Esta tecnologia permite que o ambiente real seja enriquecido com objetos virtuais.

Comparando as tecnologias apresentadas acima podemos observar que quanto a semelhança elas possuem como característica a interatividade em tempo real. Quanto às diferenças, observamos que:

- a realidade aumentada permite que o usuário tenha noção da sua presença no mundo real, enquanto que na realidade virtual o usuário não consegue diferenciar o ambiente real do virtual;

- a realidade aumentada gera, através do computador, objetos virtuais que são partes do ambiente real; enquanto que na realidade virtual todo o ambiente é gerado pelo computador;

2.2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, são apresentados os trabalhos relacionados, abordando os objetivos, o método e resultados dos mesmos. Ao final, os estudos apresentados são comparados.

2.2.1 Revisão Sistemática sobre Jogos Digitais que utilizam Realidade Aumentada no Contexto Educacional Brasileiro

Oliveira et al. (2014) analisaram 872 estudos primários retirados dos Anais Eletrônicos do SBGames (evento da Sociedade Brasileira de Computação - SBC e da Abragames - Associação Brasileira dos Desenvolvedores de Jogos Digitais) no período de 2006 a 2013, com o objetivo de conhecer como os pesquisadores brasileiros têm feito uso da Realidade Aumentada em jogos educacionais. Primeiramente, foram definidas as questões de pesquisa principais e secundária. São elas:

- São realizadas pesquisas no Brasil relacionadas à RA e educação?
- Há uma diferença numérica relevante entre a combinação de RV e educação e RA e educação?
- Os trabalhos apresentados possuem implementação ou tratam de aspectos teóricos?

Em seguida, foi realizada a análise dos estudos através de uma ferramenta automatizada para extração de dados onde estes eram convertidos em texto puro e armazenados em uma base de dados. Posteriormente foi desenvolvida uma aplicação para extração e busca de palavras chaves na base de artigos adquiridas. As palavras chave eram termos como: “virtual reality”, “realidade virtual”, “augmented reality”, “realidade aumentada”, “education” e “educação”.

Após a coleta automatizada dos dados, os autores chegaram aos seguintes resultados: 455 estudos não tinha nenhum dos termos utilizados na busca por palavras chaves; 82 estudos possuíam apenas o termo Realidade Virtual; 19 estudos possuíam apenas o termo Realidade Aumentada; 235 estudos possuíam apenas o termo Educação; 23 estudos possuíam os termos

Realidade Virtual e Aumentada; 40 estudos possuíam os termos Realidade Virtual e Educação; 5 estudos possuíam os termos Realidade Aumentada e Educação; 13 estudos possuíam os termos Realidade Aumentada e Virtual e Educação.

Dentre os resultados, destaca-se que em mais da metade da amostra total não foram encontrados nenhum dos termos, ainda assim mais de 25% relaciona-se ao âmbito educacional, mostrando assim que os jogos digitais podem colaborar com os processos de aprendizagem; que 2% da amostra estava relacionada a RA e que somente 0,6%, aproximadamente, relacionava RA à educação, evidenciando assim que esta é uma área a ser mais explorada pelos cientistas no Brasil.

2.2.2 Realidade Aumentada em Livros Infantis: uma revisão sistemática de pesquisas e aplicações

Moro (2018) analisou 2111 estudos primários retirados do Google Acadêmico, IEEE, Scopus, Springer, Science Direct, Ebsco e ACM, no período de 2012 a 2017, dos quais 21 estudos foram incluídos em sua revisão, com o objetivo de apresentar pesquisas e aplicações de RA em livros infantis. Se baseando nas etapas de planejamento, execução e extração de Kitchenham & Charters (2007) e adaptadas de Neiva e Silva (2016), foram definidas as questões principal e as específicas, que são:

- Em quais países se concentram as pesquisas sobre a literatura infantil com realidade aumentada?
- Quais são as principais classificações dos livros infantis com realidade aumentada? O que tem sido produzido especificamente para este público?
- Qual é o foco das pesquisas integrando a RA nos livros infantis?
- Como as crianças leem os livros literários aumentados? A realidade aumentada pode ser um fator de motivação durante a leitura?

Na execução, foi realizado um refinamento dos estudos retornados com base em critérios de inclusão ou exclusão das pesquisas e sendo assim, os estudos que passaram pelos critérios e foram incluídos na revisão, passaram por uma reanálise a partir de uma leitura mais aprofundada para confirmar a relevância dos estudos coletados. Finalmente, na extração, foram coletados e sintetizados os dados dos trabalhos selecionados pretendendo, assim, responder às questões definidas no planejamento da revisão.

Dentre os resultados, destaca-se que nos países pertencentes a Ásia e Europa há uma maior concentração de estudos, sendo o Brasil e o Taiwan os países que mais renderam pesquisas sobre o uso do RA em literatura infantil. Destaca-se ainda que a maioria das

pesquisas são voltadas para adaptação de livros físicos à implementação de RA. Foram verificados dois focos nas pesquisas: 1. técnicas e ferramentas utilizadas e aplicadas para o engajamento dos usuários com os livros; 2. aspectos relacionados à interação das crianças com livros em RA.

Foi possível constatar ainda uma grande variedade das ferramentas mencionadas no foco 1 das pesquisas e foi apontado que a mediação de um adulto no momento da leitura assim como o planejamento de uma proposta com o objetivo de aprendizado e fomento da prática de leitura são relevantes e devem ser levados em consideração ao se inserir a tecnologia RA em livros.

2.2.3 Análise Comparativa

O Quadro 1.1. apresenta uma análise e comparação entre os estudos retratados acima e este mapeamento baseada no período de busca, tipo de busca, ambiente de atuação e fontes de busca. Em divergência com os trabalhos relacionados, este utilizou nove fontes de pesquisa, definiu oito questões de pesquisa, realizou dois tipos de buscas e teve um período de pesquisa compreendido em dez anos.

Quadro 1.1 – Análise e Comparação

Autor(es)	Período	Tipo de Busca	Ambiente de Atuação	Fontes de Busca
Oliveira et al. (2014)	2006 a 2013	Manual	Educacional	Anais Eletrônicos do SBGames
Moro (2018)	2012 a 2017	Automática	Educacional	Google Acadêmico, IEE, Scopus, Springer, Science Direct, Ebsco e ACM
Este Trabalho	2009 a 2018	Manual e Automática	Educacional	CBIE, WIE, RBIE, RENOTE, JAIE, SBIE, CTRL+E, WEI, RTE, Portal de Periódicos CAPES

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3. Metodologia

Nesta pesquisa, realizou-se um mapeamento sistemático da literatura, baseado no guia proposto por Petersen et al. (2008). Este guia está organizado em 5 etapas, como mostra na Figura 1.1. (I) Definição do Protocolo de Pesquisa, (II) Condução da Busca, (III) Pré-Seleção, (IV) Seleção e (V) Extração dos Dados.

Figura 1.1 – Etapas do mapeamento

Fonte: Adaptada de Petersen et al. (2008)

3.1 Protocolo de Pesquisa

Nesta etapa, foi elaborado o protocolo do mapeamento sistemático, começando pela definição do tema central e dando continuidade com as questões de pesquisa, fontes e strings de busca e, por fim, os critérios de inclusão e exclusão, como segue nas subseções abaixo.

3.1.1 Questões de Pesquisa

Para alcançar o objetivo do mapeamento, foram elaboradas uma questão principal (QP) e questões específicas (QE) a serem respondidas e que estão apresentadas abaixo.

"QP - Como a Realidade Aumentada tem Auxiliado no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza?"

QE1 - Qual a evolução total e por disciplina, de estudos primários de 2009 a 2018?
QE2 - Quais autores e regiões relatam o uso de RA para o ensino de ciências da natureza?
QE3 - Quais tecnologias estão disponíveis para o ensino de ciências da natureza com RA?
QE4 - Houve avaliação quanto ao uso de RA no ensino?
QE5 - Em quais níveis de ensino a RA foi usada para lecionar ciências naturais?
QE6 - Os discentes foram preparados para o uso de RA em sala de aula?
QE7 - Qual a percepção dos docentes e discentes com relação ao uso de RA?
QE8 - Quais dificuldades relatadas para o uso de RA em sala de aula?

3.1.2 Seleção de Fontes e String de Busca

Na busca manual, elegeu-se revistas e eventos de destaque na área de informática na educação, apresentados no Quadro 2.1. Na busca automática, foi selecionado o Portal de Periódicos CAPES, o qual indexa uma biblioteca digital de relevância na academia, utilizando a *string* de busca apresentada no mesmo quadro, logo abaixo do nome do portal.

Quadro 2.1 – Fontes de Busca

Manual
Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)
Workshop de Informática na Escola (WIE)
Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E)
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)
Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)
Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)
Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE)
Workshop sobre Educação em Computação (WEI)
Revista Tecnologias na Educação (RTE)
Automática
Portal de Periódicos CAPES String de Busca: "realidade aumentada" AND ("física" OR "química" OR "biologia")

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.1.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Diante da proposta do MSL, foram definidos critérios de inclusão (CI) e de exclusão (CE). Como mostra o Quadro 3.1, abaixo.

Quadro 3.1 – Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão	**Critérios de Exclusão**
CI1 - Estudos primários publicados entre 2009 e 2018.	**CE1 -** Estudo primário duplicados.
CI2 - Estudos primários publicados em língua portuguesa.	**CE2 -** Estudos secundários (revisões e mapeamentos sistemáticos).
CI3 - Estudos primários que estão disponíveis online	**CE3 -** Estudos primários que não apresentem o uso de realidade aumentada no ensino e aprendizagem de ciências da natureza.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.2 Pré-seleção

Nesta etapa, foram analisados e catalogados os estudos primários retornados das buscas manual e automática que foram publicados entre os anos de 2009 a 2018. Os estudos

foram lidos por dois autores e organizados em uma tabela juntamente com os critérios que foram aplicados aos mesmos. Esta tabela está disponível no link1[2]. Na catalogação, para a aplicação dos critérios, foram analisados os títulos, resumos, o tipo da publicação e primeiro autor de cada estudo. No final 21 trabalhos foram pré-selecionados como mostra no Quadro 4.1.

3.3 Seleção

Nesta etapa, os 21 estudos pré-selecionados foram analisados novamente, sendo que agora, de forma mais detalhada. A partir da leitura completa dos mesmos, foram extraídas as informações necessárias para que as questões de pesquisas pudessem ser respondidas.

3.4 Condução da Busca

Dentre os 4888 estudos analisados, 80 foram retornados na busca manual, após a análise de cada artigo. Na busca automática, após a execução da string de busca, 19 estudos foram retornados. Em seguida, aplicou-se os critérios de inclusão e exclusão, resultando no total de 21 estudos incluídos na etapa de pré-seleção. Na etapa de seleção, realizou-se a leitura completa dos mesmos a fim de extrair dados que respondessem às questões de pesquisa. Os 21 estudos passaram no processo de seleção e foram incluídos no mapeamento, conforme apresentado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Resultado da condução da busca

	Busca Manual									Busca Automática	Total
	CBIE	WIE	RBIE	RENOTE	JAIE	SBIE	CTRL+E	WEI	RTE	CAPES	
Publicados	926	723	256	1181	39	1471	218	74	600	-	4888
Retornados	21	4	4	21	0	25	4	1	6	19	99
Pré-seleção	5	1	2	6	0	3	0	0	1	3	21
Seleção	5	1	2	6	0	3	0	0	1	3	21

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.5 Extração dos Dados

A fim de responder às questões de pesquisa apresentadas na Subseção 3.1.1, foram extraídos os seguintes dados: título do do estudo primário, tipo (artigo curto ou completo), primeiro autor, disciplina, autores, região, tecnologias disponíveis, gratuidade das

[2] https://bit.ly/2Yo7Eah

tecnologias, status de desenvolvimento da tecnologia, avaliação do uso da tecnologia e nível de ensino onde o estudo foi aplicado. Foi utilizada uma tabela para organizar os dados coletados, que está disponível no link[3].

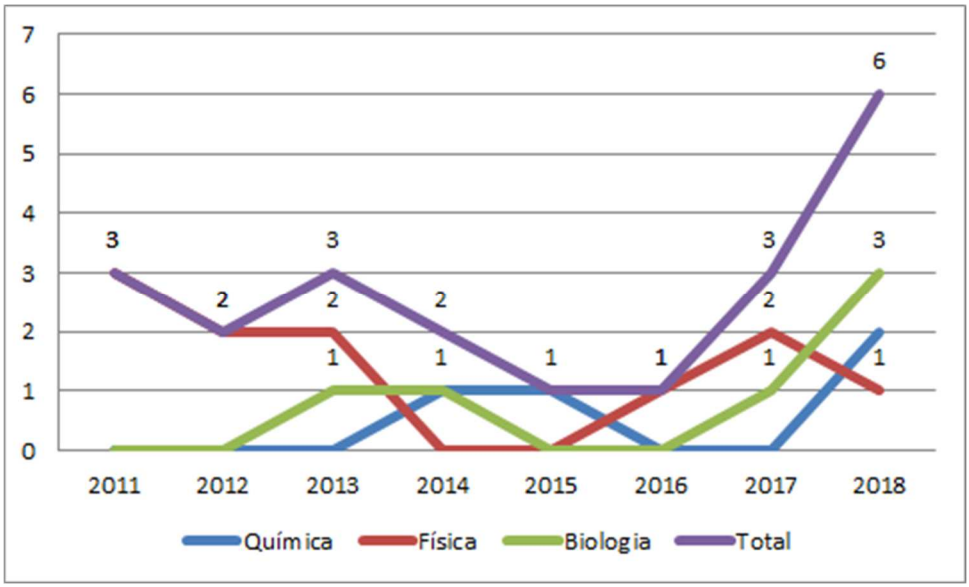
4. Análise e Discussão dos Dados

Nesta Seção, são apresentadas as respostas para as questões específicas de pesquisa. As mesmas foram obtidas a partir da extração dos dados dos 21 estudos primários considerados ao fim do mapeamento.

4.1 QE1 - Qual a evolução total e por disciplina, de estudos primários de 2009 a 2018?

A Figura 2.1 mostra que dos anos de 2009 a 2017 a quantidade de publicações foi relativamente baixa se comparadas ao ano de 2018. Logo, só houve uma evolução considerável no último ano compreendido pelo mapeamento. Observa-se também que, diante das disciplinas abordadas, a com maior número de aplicação foi física.

Figura 2.1 – Evolução dos estudos total e por disciplina



Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

No Quadro 5.1, é apresentado o quantitativo de estudos por ano, em relação ao total e às disciplinas de química, física e biologia.

Quadro 5.1 – Relação de estudos por ano

	Total		Disciplina de Química		Disciplina de Física		Disciplina de Biologia	
Ano	Quant.	Relação de Estudos	Quant.	Relação de Estudos	Quant.	Relação de Estudos	Quant.	Relação de Estudos

[3] https://bit.ly/2RNU8KX

2011	3	EP9, EP10, EP15	0	-	3	EP9, EP10,EP15	0	-
2012	2	EP7, EP16	0	-	2	EP7, EP16	0	-
2013	3	EP1, EP8, EP11	0	-	2	EP8, EP11	1	EP1
2014	2	EP2, EP19	1	EP2	0	-	1	EP19
2015	1	EP20	1	EP20	0	-	0	-
2016	1	EP12	0	-	1	EP12	0	-
2017	3	EP3, EP6, EP13	0	-	2	EP3, EP13	1	EP6
2018	6	EP4, EP5, EP14, EP17, EP18, EP21	2	EP4, EP21	1	EP5	3	EP14, EP17, EP18

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.2 QE2 - Quais autores e regiões relatam o uso de RA para o ensino de ciências da natureza?

Os autores com os números mais relevantes de publicações são: Suzana da Hora Macedo (IFF) com 5 estudos, Filipe Arantes Fernandes (IFF), Maria Cristina Villanova Biazus (UFRGS) e José Valdeni De Lima (UFRGS) com 4 artigos. Por fim, 7 autores com 2 estudos e outros 44 publicaram apenas 1 estudo. O Quadro 6.1 aponta que as regiões Sudeste e Sul apresentam um maior número de estudos sobre RA no ensino das ciências naturais.

Quadro 6.1 – Relação de estudos por região

Região	Quantidade	Relação de Estudos
Sudeste	12	EP1, EP4, EP7, EP9, EP10, EP12, EP13, EP15, EP16, EP17, EP19, EP20
Sul	12	EP2, EP3, EP5, EP6, EP8, EP9, EP11, EP12, EP13, EP14, EP15, EP16
Norte	2	EP20, EP21
Nordeste	2	EP18, EP21

Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

Somando a quantidade de estudos apresentados no Quadro 6.1, obtém-se um total de 28 estudos, que ultrapassa o número de 21 estudos selecionados e incluídos neste mapeamento. Isto se dá porque um mesmo artigo está afiliado a mais de uma instituição.

4.3 QE3 - Quais tecnologias estão disponíveis para o ensino de ciências da natureza com RA?

O tipo de tecnologia que obteve destaque quantitativo ao final deste estudo foram as aplicações móveis, com um total de 10 estudos apresentando o desenvolvimento/uso de apps, conforme apresentado no Quadro 7.1.**Quadro 7.1 – Relação de estudos por tecnologias**

Tipo de Tecnologias	Quantidade	Relação de Estudos
Aplicativos Móveis	10	EP2, EP3, EP4, EP5, EP6, EP12, EP13, EP18, EP19, EP21
Bibliotecas de RA	4	EP8, EP11, EP16, EP20
Ferramentas para RA	4	EP7, EP9, EP10, EP15
Sistema Web	2	EP14, EP17
Sistema Desktop	1	EP1

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

Nos quadros abaixo, que foram divididas em categorias conforme o tipo de tecnologia, encontram-se informações sobre as mesmas como: nome, disciplina onde foi aplicada, status de desenvolvimento e disponibilidade.

4.3.1 Aplicativos Móveis

Quadro 8.1 – Informações sobre a categoria Aplicativos Móveis

ID do Estudo	Nome da Tecnologia	Disciplina	Status de Desenvolvimento	Disponibilidade
EP2	Não nomeado	Química	Protótipo	Não disponível
EP3	AVATAR	Física	Protótipo	Não disponível
EP4	Elements – Tabela Periódica	Química	Produto Final	Gratuito na Play Store
EP5	AVATAR	Física	Produto Final	Não informado
EP6	Canal DoctorBio	Biologia	Produto Final	Gratuito na Play e Apple Store
EP12	LAYAR	Física	Produto Final	Gratuito na Play e Apple Store
EP13	LAYAR	Física	Produto Final	Gratuito na Play e Apple Store
EP18	Corpo Humano 3D	Biologia	Produto Final	Não informado
EP19	ARMET	Biologia	Produto Final	Gratuito na Play e Apple Store
EP21	Não informado	Química	Produto Final	Na internet

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.3.2 Bibliotecas de RA

Quadro 9.1 – Informações sobre a categoria Bibliotecas de RA

ID do Estudo	Nome da Tecnologia	Disciplina	Status de Desenvolvimento	Disponibilidade
EP8	ARToolKit	Física	Produto Final	Código aberto e gratuito
EP11	ARToolKit	Física	Produto Final	Código aberto e gratuito
EP16	ARToolKit	Física	Produto Final	Código aberto e gratuito
EP20	ARToolKit	Química	Produto Final	Código aberto e gratuito

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.3.3 Ferramentas de RA

Quadro 9.1 – Informações sobre a categoria Ferramentas de RA

ID do Estudo	Nome da Tecnologia	Disciplina	Status de Desenvolvimento	Disponibilidade
EP7	FAEFRA	Física	Produto Final	Não informado
EP9	SACRA	Física	Produto Final	Na internet para download
EP10	MiniLabEletroMagRA	Física	Protótipo	Não disponível
EP15	SACRA	Física	Produto Final	Na internet para download

Fonte: Elaborado pelos autores

4.3.4 Sistema Web -Quadro 10.1 – Informações sobre a categoria Sistema Web

ID do Estudo	Nome da Tecnologia	Disciplina	Status de Desenvolvimento	Disponibilidade
EP14	JSARToolKit	Biologia	Protótipo	Não disponível
EP17	Não informado	Biologia	Produto Final	Através apenas do navegador nativo do smartphone

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.3.5 Sistema Desktop

Quadro 11.1 – Informações sobre a categoria Sistema Desktop

ID do Estudo	Nome da Tecnologia	Disciplina	Status de Desenvolvimento	Disponibilidade
EP1	Jogo Classe Animal	Biologia	Produto Final	Não informado

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.4 QE4 - Houve avaliação quanto ao uso de RA no ensino?

Analisando os estudos selecionados, 10 estudos primários apresentaram avaliação das suas aplicações; em contrapartida, 11 estudos não avaliaram suas tecnologias, por serem protótipos ou produtos finalizados que simplesmente não foram aplicados. O Quadro 13.1 quantifica quantos estudos apresentaram ou não uma avaliação.

Quadro 12.1 – Relação de Estudos por avaliação

Avaliação	Quantidade	Relação
Sim	10	EP1, EP6, EP8, EP9, EP11, EP13, EP15, EP16, EP20, EP21
Não	11	EP2, EP3, EP4, EP5, EP7, EP10, EP12, EP14, EP17, EP18, EP19

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Dos estudos que realizaram avaliações, todos a fizeram através de questionários onde buscavam saber quais tinham sido as experiências dos alunos com o uso da RA. As avaliações foram aplicadas em dois momentos: antes e após o uso de RA e somente após uso de RA. O Quadro 14.1 mostra os estudos que aplicaram a avaliação antes e após o uso da tecnologia pelos alunos e aqueles que aplicaram avaliação apenas após o uso de RA pelos alunos.

Quadro 13.1 – Relação de Estudos por forma de aplicação das avaliações

Forma de aplicação de avaliação quanto ao uso da tecnologia	Relação de Estudos
Antes e após o uso da tecnologia	EP6, EP8, EP11, EP16
Apenas após o uso da tecnologia	EP1, EP9, EP13, EP15, EP20, EP21

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4.5 QE5 - Em quais níveis de ensino a RA foi usada para lecionar ciências naturais?

Diante das análises dos estudos primários, destacou-se o ensino médio com um total de 4 aplicações desenvolvidas em RA; o ensino superior e o ensino técnico tiveram, cada

uma, um total de 3 aplicações desenvolvidas; no fundamental 2 e 1, somente 1 aplicação foi desenvolvida para ambos. Observou-se que um estudo primário trabalhou com dois níveis de ensino, fundamental 2 e ensino médio, e 10 estudos primários não aplicaram seus métodos em nenhum nível de ensino. A relação de estudos por nível de ensino está no Quadro 9.1

Quadro 14.1 – Relação de estudos por nível de ensino

Nível de Ensino	Quantidade	Relação de estudos
Nenhum nível de ensino	10	EP2, EP3, EP4, EP5, EP7, EP10, EP12, EP14, EP17, EP18
Ensino Médio	4	EP6, EP11, EP13, EP20
Ensino Superior	3	EP16, EP19, EP21
Ensino Técnico	3	EP8, EP9, EP15
Fundamental 2	1	EP6
Fundamental 1	1	EP1

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

QE6 – Os discentes foram preparados para o uso de RA em sala de aula?

Dos estudos aplicados em sala de aula, somente 4 relataram a preparação dos discentes para a utilização da tecnologia, explicando o que é Realidade Aumentada e como funcionaria a aplicação. O Quadro 15.1 mostra

Quadro 15.1 – Relação de estudos por estratégia de preparação

Relação de Estudos	Estratégia de Preparação
EP1 e Ep13	Aulas sobre o que é Ra e apresentação da aplicação/orientação para o uso da mesma
EP9 e EP15	O professor realizou uma demonstração do uso da aplicação e depois os alunos manipularam a aplicação.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

QE7 - Qual a percepção dos docentes e discentes com relação ao uso de RA?

Apenas o EP1 avaliou a percepção dos docentes quanto ao uso de RA em sala, onde dentre as observações que os mesmos fizeram, destacam-se que: a aplicação pode ser um material de apoio útil ao ensino complementar, os objetos da aplicação estão relacionadas ao cotidiano dos alunos e que o ambiente é agradável para o aluno e o conteúdo está adequado para o ensino.

Quanto a percepção do uso de RA pelos discentes, todos os 10 estudos relataram que os estudantes conseguiram compreender melhor os conteúdos abordados em sala através da tecnologia.

QE8 - Quais dificuldades relatadas para o uso de RA em sala de aula?

O Quadro 16.1 relata as dificuldades relatadas nos artigos.

Quadro 16.1 – Relação de estudos por dificuldades relatadas

Relação de Estudos	Dificuldades relatadas
EP6	Reconhecer a presença do smartphone no meio acadêmico e o trazer para dentro da sala de aula.
EP9 e EP15	Dificuldade em entender o funcionamento dos marcadores da tecnologia.
EP13	Falta de memória no dispositivo móvel para instalarem o aplicativo e problemas de conexão com a rede wi-fi disponibilizada pela escola.
EP20	Aplicar o material no ambiente escolar, pois a iluminação excessiva gera reflexo nos marcadores, o que induz o sistema a confundir o símbolo interno do marcador quando o mesmo é um pouco mais complexo.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

Considerando os resultados das questões de pesquisa apresentados neste mapeamento, destaca-se que na região do Centro-Oeste não há estudos sobre a RA no ensino das ciências naturais. Foi possível observar também que apenas 7, dos 26 estados brasileiros e um distrito federal, têm pesquisas sobre este tema. Dentre as instituições atuantes em estudos nesta área, a maior fração corresponde às Universidades Federais. Os dados mostram também que a disciplina de química tem menos aplicações de práticas de ensino com RA e que em contrapartida, física é a que mais foi contemplada. Nota-se que, do baixo número de estudos incluídos neste mapeamento, o número correspondente àqueles que foram aplicados é ainda menor, visto que em quase 50% dos mesmos não constavam avaliações sobre o uso das tecnologias desenvolvidas. Com relação aos outros 50% dos estudos que foram aplicados, 4 deles foram no Ensino Médio, mostrando assim que os demais níveis de ensino podem ser mais explorados para aplicação do uso de RA. Diante das abordagens utilizadas para avaliação das tecnologias, foi empregado questionários que procuravam compreender se a utilização da RA proporcionou resultados positivos. Os 10 estudos aplicados em um nível de ensino observaram pontos positivos na aplicação da realidade aumentada no ambiente escolar

por parte dos discentes, pois por parte dos docentes não houve uma avaliação complexa, visto que apenas um estudo avaliou os docentes.

5. Conclusões e/ou Propostas

Este mapeamento sistemático da literatura foi realizado tendo como base os 21 estudos primários selecionados a partir dos critérios de inclusão e exclusão. Como resultado, identificou-se uma evolução considerável na publicação de estudos sobre RA no ano de 2018; percebeu-se que a disciplina que mais teve aplicação de RA no ensino foi Física; notou-se que há lacunas de pesquisas na região Centro-Oeste; quando investigado a aplicação das tecnologias desenvolvidas pelos estudos, nos diferentes níveis de ensino, foi visto que menos da metade foram aplicadas, mostrando assim que a área de RA ainda pode ser muito explorada no ensino e aprendizagem de ciências da natureza. Identificou-se ainda que os alunos deram um feedback positivo para a utilização da RA em sala de aula e que pode-se investigar mais a percepção dos docentes quanto ao uso de RA no ensino. Como trabalhos futuros, para a continuidade deste estudo, pretende-se expandir as fontes de busca manual e automática, além de incluir estudos primários escritos também em língua inglesa.

6. Referências Bibliográficas

AZUMA, Ronald T. A Survey of Augmented Reality In: <>**https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/pres.1997.6.4.355**> .1997

BILLINGHURST, M. Augmented reality in education. In: **New horizons for learning**, 12(5).2002.

GRUBER, V., SCHAEFFER, L., SILVA, J. B. & RESTIVO, T. Model for remote data acquisition and monitoring integrating social media, NTIC's and 3G cell phone Networks applied to monitoring small wind turbine. In: **Journal of Telecommunications**, 7(1). 2011. p.13–20.

KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC**. 2007. p. 28

MORO, Roberta G. Realidade Aumentada em Livros Infantis: uma revisão sistemática de pesquisas e aplicações, In: **VII CBIE 2018**.

OLIVEIRA, Cleber S. de., MUSTARO, Pollyana N. Revisão Sistemática sobre Jogos Digitais que utilizam Realidade Aumentada no Contexto Educacional Brasileiro, In: **III CBIE 2014**.

PETERSON, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: <**http://www.robertfeldt.net/publications/petersen_ease08_sysmap_studies_in_se.pd**> **EASE. [S.l.: s.n.], v. 8**, p. 68–77.2008

PETERSON, K., VAKKALANDKA, S., KUZNIARZ, L. Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update. In: **Information and Software Technology**, **vol. 64**, 2015. pp. 1–18.

Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes In: <>**http://portal.inep.gov.br/web/guest/acoesinternacionais/pisa/resultados**. 2018

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. In: <**http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/813/731**>, **Em Aberto, Brasília, v. 11**, n. 55, p. 17-22. 1992.

VALENTE, José A. Tecnologia e Educação: passado, presente e o que está por vir, In: **organizado por: José Armando Valente, Fernanda Maria Pereira Freire e Flávia Linhalis Arantes. – Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2018. Livro NIED, cap. 1 - José Armando Valente**[1].2018

Recebido em Novembro 2019

Aprovado em Novembro 2019