

Uso de Realidade Aumentada no Ensino de Geografia: panorama mundial

Vanessa Suzuki Cim¹, Romero Tori², Camila Maldonado Huanca³

Resumo

A Realidade Aumentada (RA) vem se consolidando como um excelente recurso tecnológico para cenários educacionais, auxiliando na compreensão e representação de temas abstratos. Neste contexto, este trabalho investigou os conteúdos e características das aplicações de RA no ensino de Geografia. A partir de uma revisão integrativa da literatura foram selecionados 18 artigos sobre ensino de geografia utilizando RA. Os resultados apresentaram uso de características variadas de RA no ensino de geografia: livro aumentado, marcadores, sandbox, mapas e movimentos da terra, entre outros. Conclui-se que a RA é uma ferramenta promissora para o ensino de geografia devido a suas amplas possibilidades de aplicação, contribuindo para o aprendizado e motivação dos alunos.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Geografia, Educação.

1. Introdução

Nos últimos anos, a Realidade Aumentada (RA) vem se consolidando como um excelente recurso tecnológico apresentando-se como ferramenta para visualização e interação com os objetos de aprendizagem para apoio em contextos educacionais (TORI; HOUNSELL, 2018). Isto tem atraído pesquisadores e professores que buscam inovações educacionais com a finalidade de maximizar a assimilação do conteúdo e preservar a individualidade

1 Pós-Graduanda em Computação Aplicada à Educação, USP, vanessa.suzuki@usp.br.

2 Romero Tori, USP, tori@usp.br.

3 Camila Maldonado Huanca, USP, camila.huanca@usp.br.

do pensamento do aluno visando proporcionar melhorias no processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2017). A RA para fins educacionais é uma tecnologia que visa proporcionar a realização de experiências que possibilitam o desenvolvimento do conhecimento (FORTE e KIRNER, 2009). Além disso, a RA pode facilitar “a compreensão de fenômenos complexos fornecendo experiências visuais e interativas através da combinação do real com o virtual e auxiliar na comunicação de problemas abstratos aos aprendizes” (BILLINGHURST e DUNSER, 2012).

Desta forma a RA vem sendo aplicada e experimentada em diversas áreas do conhecimento humano como educação, medicina, entre outras sendo uma delas no ensino da geografia, pois poderá facilitar a compreensão e representação de diversos temas abstratos relacionados a localização espacial. O uso de tecnologia torna-se um facilitador para apoiar a educação permitindo que o educando tenha acesso a ferramentas antes indisponíveis (FORTE e KIRNER, 2009). No entanto, por se tratar de uma ferramenta tecnológica ainda em sua infância (TORI; HOUNSELL, 2018), não existem muitas publicações que abordam exemplos de práticas pedagógicas utilizando a RA para o ensino de geografia.

1.1 Realidade Aumentada

O termo Realidade Aumentada (RA) é definido de diversas formas na literatura, como por exemplo segundo Kirner e Zorzal (2005) “a RA consiste na sobreposição de objetos virtuais no mundo real, por meio de um dispositivo tecnológico, melhorando ou aumentando a visão do usuário”.

Milgram e Kishino (1994) definem RA como a “mistura de mundos reais e virtuais que conecta ambientes reais a ambientes completamente virtuais”. Os autores propuseram que todas as realidades estariam inseridas em algum lugar dentro do Continuum de Milgram indo de ambientes completamente reais até completamente virtuais.

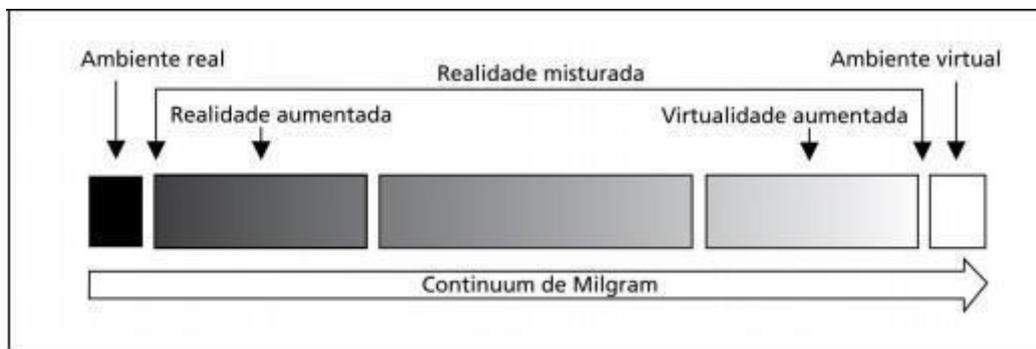


Figura 1: Continuum Real-Virtual, conforme proposta por Milgram et al. (Milgram et al., 1994). Adaptado do original por Tori (2017).

A figura 1 demonstra na parte extrema esquerda o ambiente real e na extrema direita os ambientes virtuais. Todas as realidades que estiverem entre esses dois mundos são consideradas como realidade mista. Sendo que, dentro dela está incluída a RA, em que são adicionados elementos virtuais à realidade e a Virtualidade Aumentada, em que são adicionados elementos reais ao mundo virtual (MILGRAM e KISHINO, 1994).

A RA complementa o mundo real com objetos virtuais fazendo com que os objetos coexistam no mesmo ambiente. Um sistema de RA pode ser caracterizado por três características: “combinar objetos reais e virtuais no ambiente real; promover interação em tempo real e por último alinhar os objetos reais e virtuais uns com os outros” (AZUMA et al., 2001).

A tecnologia de RA, ao acrescentar informações em um ambiente real, melhora a percepção e a interação do sujeito no assunto que está sendo apresentado. De acordo com Tori e Hounsell (2018): “A RA pode ser aplicada em qualquer atividade humana que necessita de acesso à informação para melhor execução. Se esta informação for 3D e diretamente relacionada com o ambiente, então pode ser a melhor alternativa de solução”.

Uma das possibilidades de aplicação da RA é no contexto educacional no qual ela pode proporcionar ajuda e oferecer recursos para aprimorar o aprendizado. Assim, na área do ensino a RA pode ser aplicada de diversas formas para estimular, oferecer informações complementares, permitir visualizar assuntos de outras formas e manipular objetos virtuais em diversas perspectivas (TORI; HOUNSELL, 2018). Porém, a RA deve ser explorada com o foco no aprendizado utilizando a tecnologia como parte do processo, pois segundo WU et. al (2013) a RA por si só não oferece benefícios à educação.

Segundo Rolim et al. (2011), no momento em que um material didático é incrementado com elementos virtuais ampliam-se os aspectos sensoriais desse material, podendo aumentar a capacidade cognitiva de aprendizagem.

Nesse sentido, a RA por meio da adição de elementos virtuais traz benefícios às diversas áreas do conhecimento, dentre elas a educação por suas amplas possibilidades de aplicação.

1.2 Realidade Aumentada na Educação e no Ensino de Geografia

WU et. al. (2013) demonstraram que a RA no contexto educacional pode oferecer aos usuários diversos conteúdos de aprendizagem e auxiliar no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos de forma mais efetiva em comparação com outros tipos de tecnologias de aprendizado. Ainda, segundo os autores, a RA “proporciona o aumento do interesse e motivação do aluno no aprendizado e auxilia no entendimento de conceitos abstratos criando a visualização virtual de experiências, conceitos ou fenômenos que não podem ser vistos no mundo real”. Assim, os estudantes podem interagir com os elementos gerados na forma virtual proporcionando grandes oportunidades em várias áreas do conhecimento com foco na aula prática (AZUMA et al., 2001).

Xiao et al. (2018) relatam que ferramentas e aplicativos de RA demonstraram impulsionar o desenvolvimento no campo da educação onde o processo de aprendizagem tornou-se mais ativo, eficaz e significativo. A RA pode ser usada como uma tecnologia essencial para aumentar e melhorar o efeito do aprendizado, promovendo a integração ideal entre alunos e tecnologia e instigando a transformação do paradigma de aprendizagem existente.

Segundo Reinoso (2012), o uso da RA melhora os processos de aprendizagem aumentando a motivação dos alunos favorecendo a aprendizagem através da descoberta e oferecem possibilidade de investigar os ambientes ou objetos difíceis de serem reproduzidos na realidade.

Almenara e Osuna (2016) indicam que a incorporação da RA em situações de ensino possui uma série de requisitos, dentre eles o de projetar ambientes que sejam flexíveis o suficiente para fazer com que a sua utilização não seja um problema tecnológico, mas educacional ou didático.

Durall et al. (2012) mencionam que na área do ensino, os principais desafios para a adoção da RA concentram-se no treinamento e desenvolvimento de metodologias que demonstrem o potencial uso desta tecnologia para o ensino e aprendizagem. Nesse mesmo contexto, Tori (2017) e Clark (1994) destacam a importância em considerar o método, além de alertar que o conteúdo e a metodologia são mais importantes que a mídia.

Sendo assim, Tori (2017) recomenda oferecer mais de uma opção de mídia para uma mesma atividade. O ideal é partir da identificação dos seguintes aspectos: público-alvo, objetivos de aprendizagem, metodologia. Em seguida devem-se analisar quais mídias melhor se adequariam ao contexto. Por fim, uma análise da relação custo-benefício e cenários ajudaria a definir a combinação mais adequada de mídias para a metodologia escolhida.

Segundo Herpich et al. (2018), o ensino de geografia envolve conceitos complexos e abstratos em que “os alunos são motivados a estudar ciências naturais (por exemplo, geologia, oceanografia e climatologia) e ciências sociais (por exemplo, economia e sociologia)” com conteúdo tradicionalmente abordado de forma mais expositiva atuando como receptor de informações. Assim, a RA poderá mudar progressivamente esse cenário, no qual o uso de tecnologias e dispositivos móveis auxiliam a mudança na forma de apresentação do conteúdo de ensino de geografia (HERPICH et al., 2018).

A dificuldade dos instrutores em representar com precisão fenômenos espaciais e processos cada vez mais complexos em ambientes físicos pode propagar entendimentos imprecisos ou dificuldades no entendimento dos conceitos mais complexos de geografia (SILVA, 2006). “A RA poderá possibilitar aos alunos visualizarem e interagirem com fenômenos que seriam impossíveis no mundo real” (SHELTON e HEDLEY, 2002).

Segundo Santos (2014), a RA instiga a construção e exploração de saberes sendo considerada uma forma de imergir a pessoa no ambiente virtual onde a pessoa permanece no mundo real enquanto manipula objetos no meio virtual, uma mistura da realidade com elementos virtuais. Na figura 2, observa-se a geração de um ambiente virtual sobre o mundo real a ponto de confundir-se com a realidade e tomar muitos exemplos interessantes, como modelado de bacias, vales, chapadas, serras e montanhas.



Figura 2: Exemplo de RA de Curvas de Nível (SANTOS, 2017).

Assim, todas as características de RA são identificadas como relevantes para o ensino de geografia, sendo bastante utilizada em contextos complementares ao reforço da aprendizagem onde é possível potencializar, amplificar e enriquecer cenários através dela. Deste modo, pode ser utilizada para incrementar as possibilidades de aprendizagem onde o estudante irá receber mais estímulos, favorecendo sua aprendizagem no conteúdo, desenvolvimento da criatividade e interesse pela investigação e exploração para construção do seu conhecimento, sendo um grande motivador a incorporação desta ferramenta no ensino.

1.3 Objetivo

Diante do exposto, este trabalho objetiva efetuar uma revisão integrativa da literatura para identificar os conteúdos e características das aplicações de RA no ensino de conceitos de geografia.

2. Métodos

Para a realização deste artigo utilizou-se a revisão integrativa da literatura baseando-se nas seis etapas: “elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados e apresentação da revisão/síntese do conhecimento” (SOUZA, SILVA e CARVALHO, 2010).

Para nortear este trabalho, desenvolveu-se a seguinte questão levando-se em consideração a busca efetuada na literatura e as principais dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem do conteúdo de geografia: Quais conteúdos estão sendo explorados com o uso da Realidade Aumentada no ensino de Geografia?

A busca dos artigos foi realizada nas seguintes bases de dados por conterem trabalhos provenientes de diversas instituições de ensino e que permitem acesso na íntegra: ACM, Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), IEEE Xplore(r) Digital Library e Periódicos da Capes. Para a busca dos artigos foram utilizados como

descritores a combinação dos termos “*Augmented Reality*” e “*Geography*” e “*Education*”. Foram considerados os artigos desde o ano de 2002.

Os critérios de inclusão adotados para este trabalho foram publicações com temática no ensino de geografia com RA; publicações em língua inglesa e portuguesa; publicações completas e indexados nas bases de dados. Foram excluídos os estudos que não abordassem a temática relevante ao objetivo desta revisão (RA no ensino de geografia); estudos redundantes (será utilizado o mais recente) e estudos secundários (revisões e mapeamentos sistemáticos).

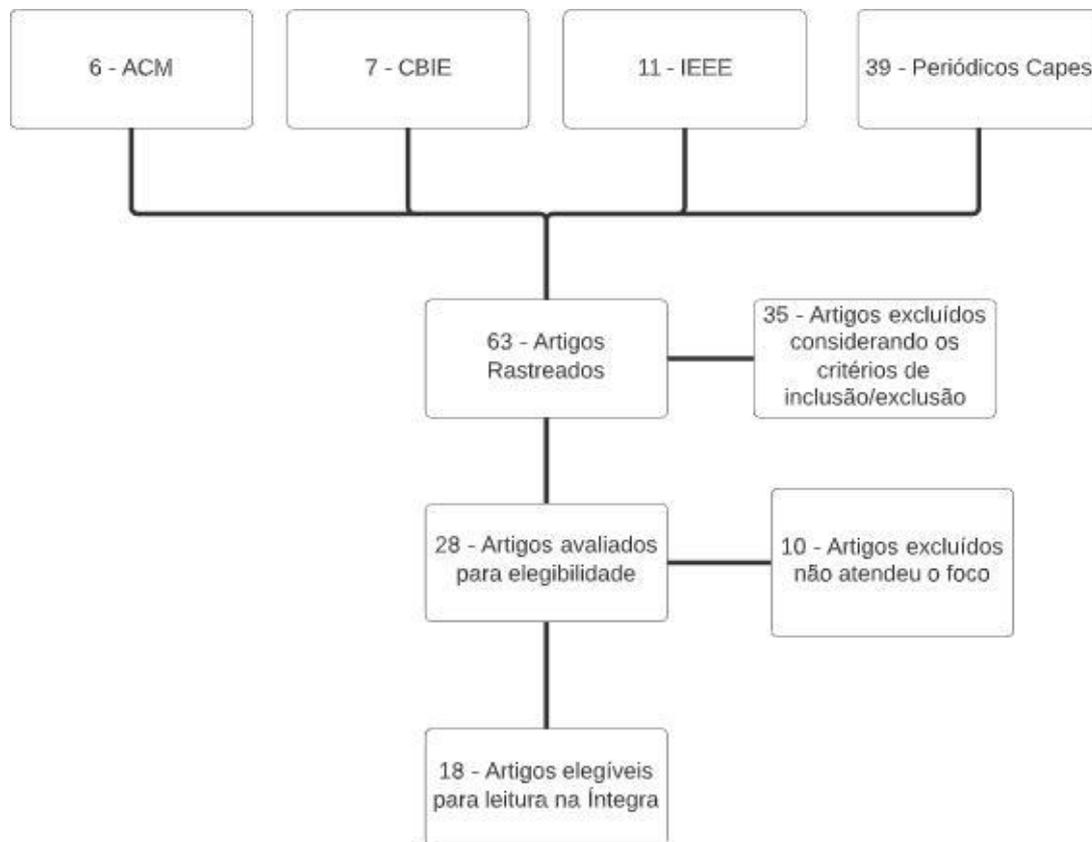


Figura 3: Fluxograma do processo de seleção dos artigos incluídos nesta revisão.

A realização do levantamento bibliográfico ocorreu nos meses de maio e junho de 2020 quando os artigos encontrados foram catalogados, numerados e classificados. Para a organização deste trabalho foi preenchido um arquivo com as seguintes informações: Título, Autores, País, Ano, Público, Conteúdo, Características e Resultados. Na sequência, os artigos foram submetidos a uma análise interpretativa direcionada pela pergunta norteadora onde foram categorizadas de acordo com o agrupamento dos conteúdos e características do uso de RA no ensino de geografia.

3. Resultados

Foram analisados 18 artigos científicos que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Os dados da Tabela 1 apresentam o sumário das características dos estudos incluídos.

Tabela 1. Lista de Artigos Selecionados

Título	Autores	Ano
Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students	Shelton e Hedley	2002
AR Jigsaw Puzzle: Potencialidades de Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Geografia	Silva et al.	2014
A realidade aumentada na apresentação de produtos cartográficos	Souza et al.	2016
Passive Haptics based MR System for Geography Teaching	Yang e Weng	2016
Interactive Topography Simulation Sandbox for Geography Learning Course	Pantuwong, Chutchomchuen e Wacharawisoot.	2016
Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água.	Lopes et al.	2017
Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill	Carrera e Asensio	2017
Aurasma como ferramenta de auxílio ao ensino aurasma: a tool for education	Holzschuh e Bogoni	2017
FingerTrips Learning Geography through Tangible Finger Trips into 3d Augmented Maps	Palaiageorgiou, Karakostas e Skenderidou	2017
The impact of mobile augmented reality in geography education: achievements, cognitive loads and views of university students	Turan, Meral e Sahin	2018
Teaching with AR as a tool for relief visualization: usability and motivation study	Carrera, Perez e Cantero	2018
Augmented reality game in geography: an orientation activity to elementary education	Herpich et al.	2018
Assessing the Effectiveness of Augmented Reality Courseware “Eight Planets in the Solar System”	Xiao et al.	2018
Uma Experiência em Sala de Aula usando um Livro Didático convertido para um Livro Aumentado	Vahldick e Bittencourt	2019
Guia de decisões de projeto para sistemas de realidade aumentada aplicada ao ensino, considerando a psicopedagogia e a psicomotricidade Um estudo de caso no desenvolvimento de material didático na geografia	Vilaça, L. D., Felinto, A. S., de Almeida, L. F. K., & Neto, O. C. P.	2019

Augmenting the landscape scene: students as participatory evaluators of mobile geospatial technologies	Priestnall et al.	2019
Uso da ferramenta de realidade aumentada - sandbox no ensino de geografia: proposta didática para o tratamento do conteúdo formas de relevo	Andrade et al.	2019
A multi-institutional study of inquiry-based lab activities using the Augmented Reality Sandbox: impacts on undergraduate student learning	McNeal et al.	2020

Dado que o objetivo desta revisão integrativa foi avaliar conteúdos que estão sendo explorados com o uso da RA no ensino de geografia, foi realizada uma leitura crítica a partir da qual pôde-se constatar que os assuntos abordados foram: Relevo (6), Mapas (5), Produtos Cartográficos (2) e Movimentos da Terra (2). Os temas Geomorfologia, Geoespacial e Topografia tiveram um artigo de cada (ver figura 4).



Figura 4: Quantidade de Artigos por Conteúdo

Em relação ao público foram constatados (figura 5): Ensino fundamental (5), Ensino médio (3), Ensino técnico (1) e Ensino superior (6). Também foram encontrados artigos que não especificaram o público de estudo, somente a faixa etária (3). O país de origem das pesquisas está distribuído da seguinte forma: 9 artigos originários da América do Sul (Brasil), 4 artigos de países europeus, 3 de países asiáticos e 2 são da América do Norte (Estados Unidos).

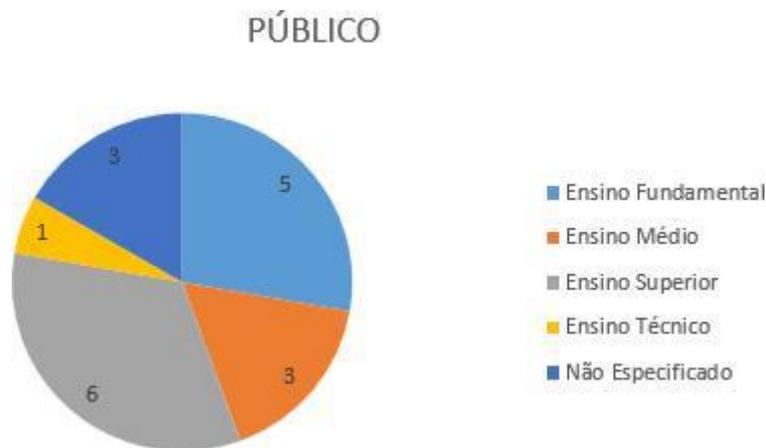


Figura 5: Contagem de Público-Alvo.

Os estudos analisados apresentaram características variadas de RA usadas no ensino de geografia, sendo possível constatar que 5 artigos abordaram o uso da RA com *Sandbox*, 3 utilizaram o recurso do Livro aumentado, 5 apresentaram o trabalho utilizando somente marcadores para aumentar o objeto de estudo e 6 utilizaram recursos variados como marcadores e sensores em conjunto. A figura 6 demonstra a contagem por características.

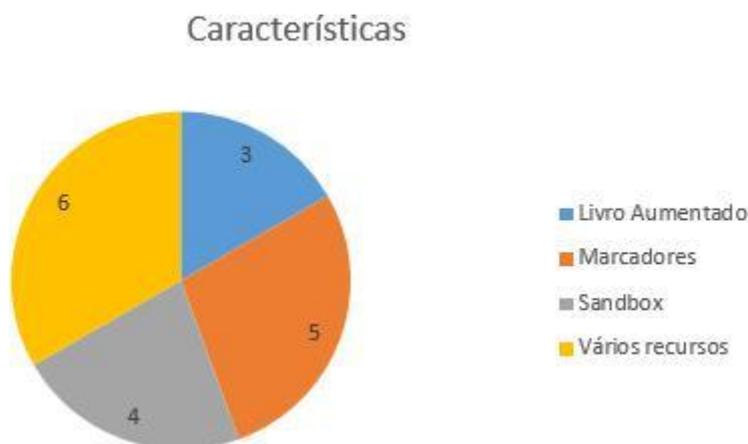


Figura 6: Contagem por Características.

4. Discussão

Uma das ferramentas que os artigos analisados adotaram para ensinar os estudantes sobre mapas topográficos e relevo foi o *Sandbox* de RA. O *Sandbox* tornou-se uma ferramenta gratuita devido ao trabalho do LakeViz3D da Universidade da Califórnia. O funcionamento da *Sandbox* envolve uma projeção do mapa topográfico gerado pelo Kinect na areia. Com essa projeção torna-se possível simular vales, circulação das correntes de água, entre outros. A interface física da *Sandbox* reduz as barreiras da aprendizagem, podendo ser utilizada para ilustrar rapidamente conceitos básicos de

Geologia, Geografia e Hidrologia, além de permitir que os usuários entendam a topografia intuitivamente (ANDRADE et. al, 2019).

Com esta ferramenta, os alunos manipulam a areia de forma física enquanto informações visuais na forma de linhas de contorno, cores que representam diferentes elevações e padrões de fluxo de água são projetados (aumentados) na superfície para criar um mapa topográfico 3D em tempo real. A figura 7 ilustra a utilização deste recurso.

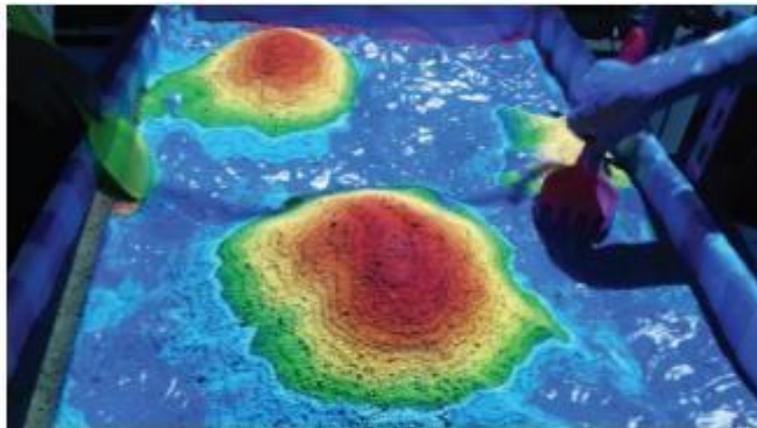


Figura 7: Sandbox com cores e contornos (PANTUWONG, CHUTCHOMCHUEN e WACHARAWISOOT, 2016).

Algumas questões relacionadas à construção do conhecimento foram observadas em Andrade et al. (2019) onde os autores destacaram que a ferramenta *Sandbox* potencializou as ações humanas ao proporcionar a simulação de diferentes componentes espaciais e fenômenos físicos; provocando reflexões sobre os componentes sociais e o espaço geográfico a partir da correlação entre aspectos físicos e humanos. Outros trabalhos como no de Lopes et al. (2017) descobriram que o sistema de RA do *Sandbox* apresenta um “grande potencial em função do barateamento dos dispositivos móveis e da facilidade que as novas gerações possuem em compreender e manipular as atividades propostas” despertando interesse dos estudantes e reafirmando o potencial de envolvimento com a caixa de areia”.

Embora parte do enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem ocorreu devido à possibilidade de construção de conceitos por meio da experiência sensorial, deve-se atentar à intenção pedagógica que visa associar as temáticas físico-naturais e humanas por meio da reprodução das configurações espaciais. Tal mecanismo garante o retorno sensorial, resultando em um objeto didático que contempla os sentidos do tato e visão e também maior interação entre os sujeitos participantes da atividade (ANDRADE et al., 2019). Outros pesquisadores recomendam investigar os ganhos de conteúdo a longo prazo e avaliar como os resultados da interação com o RA *Sandbox* podem servir para promover a retenção dos conceitos-chave relacionados ao aprendizado de mapas topográficos. Além disso, salientam o desenvolvimento de atividades mais estruturadas como apoio a todos os níveis de habilidades, incorporando às atividades de desenvolvimento habilidades espaciais a fim de fortalece-las entre os alunos (McNeal et al., 2020).

Uma outra tendência que vem se apresentando para aprimorar a educação é a utilização de livros aumentados (com RA embutida) devido à variedade de aplicações em

diversas áreas do conhecimento (LOPES et al., 2019). Outros trabalhos apontaram contribuições relacionadas à percepção, interação, satisfação, facilidade de uso e inovação que a experiência do livro com RA tem proporcionado em atividades na área do ensino de geografia onde os alunos podem entender conceitos abstratos, obter crescente motivação e interesse (HOLZSCHUH e BOGONI, 2017; TURAN, MERAL e SAHIN 2018; VAHLDICK e BITTENCOURT, 2019). Na figura 8 é possível observar um exemplo de aplicação do livro aumentado proposto por Turan, Meral e Sahin (2018).

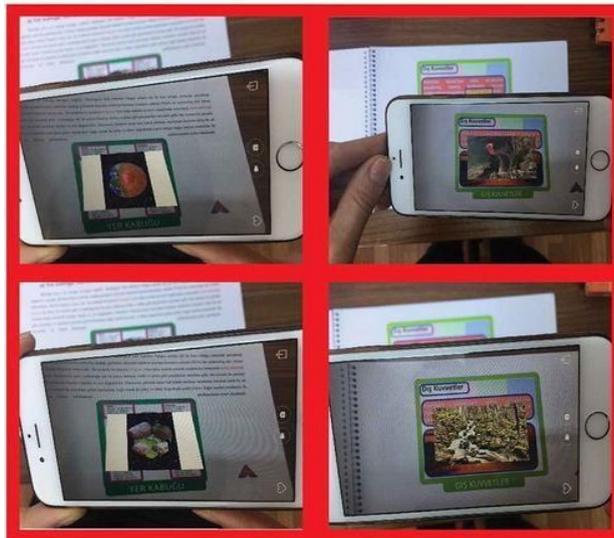


Figura 8: Aplicação do Livro Aumentado (TURAN, MERAL e SAHIN, 2018).

Além disso, o uso de RA na educação reduz a carga cognitiva e proporciona aumento no desempenho dos alunos sendo que esta redução pode estar relacionada à característica da RA em transformar conceitos abstratos em conceitos concretos (TURAN, MERAL e SAHIN, 2018).

Foram avaliados outros trabalhos que incorporam a tecnologia de RA com aplicações que utilizam sinais impressos (marcadores) e aqueles que não usam. Com a aplicação dos marcadores conforme figura 9, os alunos apresentaram facilidade no aprendizado e melhoraram a habilidade de orientação espacial (SOUZA et al., 2016; CARRERA e ASENSIO, 2017).

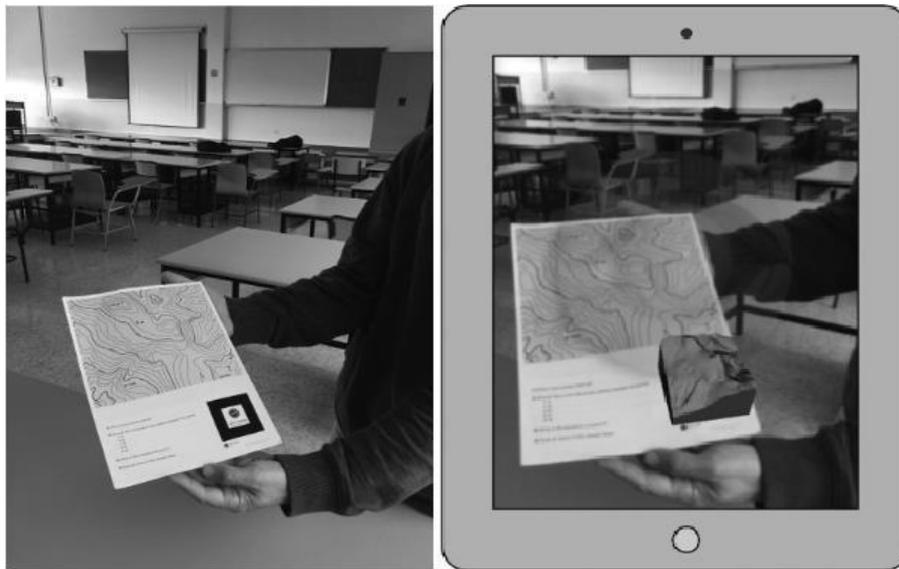


Figura 9: Marcadores com modelo 3D (CARRERA e ASENSIO, 2017).

Ainda, foram aprimorados aspectos como os comunicativos, visualização, interpretação e interação intuitiva, sendo que esses elementos poderiam ser experimentados apenas no mundo real através de visitas de campo além de viabilizar o conhecimento em detalhes dos assuntos abordados (CARRERA e ASENSIO, 2017; CARRERA, PEREZ e CANTERO, 2018; HERPICH et al., 2018; SOUZA et al., 2016; VILAÇA et al., 2019).

Alguns problemas relacionados à nitidez da qualidade da imagem capturada utilizando marcadores foram relatados, uma vez que o aplicativo não conseguia reconhecer a imagem de marcação. Por essa razão, a maioria dos trabalhos utilizam marcadores de duas cores (preto e branco) (VAHLDICK e BITTENCOURT, 2019).

Características de RA em conjunto (sensores, marcadores, diversos tipos de controles e entrada de visualização) foram aplicadas em projetos que apresentavam atividades mais complexas e demandavam uma participação maior dos estudantes como nos trabalhos relatados por: Shelton e Hedley (2002); Silva et al. (2014); Yang e Weng (2016); Palaigeorgiou, Karakostas, e Skenderidou (2017); Xiao et al. (2018) e Priestnall et al. (2019). A figura 10 apresenta um ambiente aumentado utilizando recurso tangível.



Figura 10: Ambiente Aumentado (PALAIGEORGIU, KARAKOSTAS, e SKENDERIDOU, 2017).

Esses autores entendem ainda que a possibilidade de visualização, interação e exploração foi fundamental para transformar a instrução e aprendizagem de conceitos e conteúdos abstratos e complexos em experiências e expectativas interativas mais próximas dos alunos, pois não alteraram apenas o mecanismo de entrega do conteúdo instrucional mas a maneira como o mesmo é entendido através de uma combinação de informações visuais e sensoriais resultando em uma poderosa experiência cognitiva e de aprendizado para visualizar e interagir com fenômenos sofisticados e oferecer flexibilidade para permitir consultas e exploração de partes de componentes do sistema.

No entanto, como trata-se de uma tecnologia ainda em desenvolvimento a RA possui algumas barreiras a serem superadas como: questões técnicas em identificar a localização do usuário para acionar alguma ação, limitações de *hardware/software* (PRIESTNALL et al., 2019; VAHLIDICK e BITTENCOURT; 2019; ANDRADE et al., 2019), sobrecarga cognitiva (TURAN, MERAL e SAHIN, 2018), organização do conteúdo, usabilidade (Xiao et al., 2018) e *feedback* (Palaigeorgiou, Karakostas e Skenderidou; 2018; HERPICH et al., 2018).

Vilaça et al. (2019) indicam que o grande desafio está no desenvolvimento do material que será utilizado, pois deve-se levar em consideração a faixa etária e conhecer as limitações psicocognitivas e motoras, selecionar as informações, definir o conteúdo e as fontes de pesquisa. Sendo assim, conforme os autores, “não é mais como obter as informações, mas como conseguir construir um conhecimento a partir delas”.

Os estudos não demonstraram diferenças significativas no uso da RA em relação ao público-alvo e a maioria dos assuntos pesquisados estavam relacionados com conceitos abstratos cuja representação é difícil sem o uso desta tecnologia.

Portanto, as vantagens do uso de RA em ambientes educacionais no ensino de geografia vão desde aspectos vinculados com a aprendizagem em si até questões motivadoras e relacionadas ao desempenho dos alunos evidenciando o benefício que esta tecnologia pode trazer no cenário educacional.

Baseando-se nas discussões dos artigos selecionados ainda existem algumas oportunidades em relação aos conteúdos que poderão se beneficiar com o uso desta tecnologia, o que nos leva a incentivar a exploração das diversas possibilidades da RA como complemento para as atividades no ensino de geografia.

Para tanto, além de explorar conceitos geográficos como relevo, pode-se avaliar também o ensino de território, região, pensamento espacial e leitura cartográfica em que o aluno perceba o espaço vivido e concebido para que o conteúdo tome significação.

5. Conclusão

Os avanços tecnológicos levaram a transformação na forma do aprendizado. Este trabalho teve como intuito realizar uma revisão integrativa de artigos que utilizam a RA para oferecer alternativas para estimular e proporcionar aos estudantes participação na aprendizagem do ensino de geografia. Sendo assim, os resultados obtidos indicam que a RA é uma tecnologia ainda em crescimento no ensino de geografia. Apesar de preliminares, esses resultados permitem apontar algumas características que devem ser observadas ao utilizar a RA no ensino de geografia: atentar para o conteúdo desenvolvido mantendo a flexibilidade; considerar o papel do especialista/educador e dos usuários no processo de desenvolvimento do conteúdo; identificar como a ferramenta de RA pode ser integrada com a forma de ensino e tecnologias já existentes.

Considera-se também importante o planejamento e preparação do conteúdo que será trabalhado além da capacitação dos envolvidos no processo. Assim, o ensino de geografia deve ser pensado de forma que as pessoas possam se beneficiar na compreensão do entendimento dos conceitos onde as pessoas estão inseridas. Neste sentido, a RA através da adição de elementos virtuais visando complementar o mundo real pode contribuir na interação com os dados de forma mais natural e promovendo aprendizagem e compreensão dos objetos de aprendizagem. Tal abordagem pode apresentar benefícios no ensino de distintas áreas do conhecimento, dentre elas o ensino de geografia por suas amplas possibilidades de aplicação.

Referências

- Almenara, J., & Barroso Osuna, J. M. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 46-52.
- Andrade, G. P. et al. (2019). USO DA FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA-SANDBOX NO ENSINO DE GEOGRAFIA: proposta didática para o tratamento do conteúdo formas de relevo. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, 9(17), 278-301.
- Azuma, R., et al. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), 34-47.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Carrera, C. C., & Asensio, L. A. B. (2017). Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 119-133.
- Carrera, C. C., Perez, J. L. S., & Cantero, J. D. L. T. (2018). Teaching with AR as a tool for relief visualization: Usability and motivation study. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(1), 69-84.

Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational technology research and development*, 42(2), 21-29.

DURALL, E. et al. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Disponível em: <https://www.academia.edu/4603109/Perspectivas_Tecnol%C3%B3gicas_Educaci%C3%B3n_Superior_en_Iberoam%C3%A9rica_2012-2017>.

Forte, C. E.; Kirner, C. (2009). Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. VI WRVA, 2009. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st/62200.pdf>>. Acesso em: 01/10/2019.

Herpich, F. et al. (2018). Augmented Reality Game in Geography: An Orientation Activity to Elementary Education. In 2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI) (pp. 601-606). IEEE.

Holzschuh, V. R. B., & Bogoni, T. N. (2017). Aurasma: A Tool for Education. In 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR) (pp. 257-260). IEEE.

KIRNER, C; ZORZAL, E. (2005). Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 1(1): 114- 124, 2005. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398/384>>. Acesso em: 30/09/2019.

Lopes, M., R. et al. (2017). Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 6, No. 1, p. 524).

Lopes, L. M. D. et al. (2019) Inovações Educacionais com o Uso da Realidade Aumentada: Uma Revisão Sistemática. *Educação em Revista*, [s.l.], v. 35, p.1-33. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698197403>.

McNeal, K. S. et al. (2020). A multi-institutional study of inquiry-based lab activities using the Augmented Reality Sandbox: impacts on undergraduate student learning. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(1), 85-107.

Milgram, P.; Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*. vol. E77-D, no. 12. 1321-1329.

Milgram, P. et al. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Telem manipulator and telepresence technologies* (Vol. 2351, pp. 282-292). International Society for Optics and Photonics.

Palaiogeorgiou, G., Karakostas, A., & Skenderidou, K. (2017). FingerTrips: learning geography through tangible finger trips into 3D augmented maps. In 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 170-172). IEEE.

Priestnall, G. et al. (2019). Augmenting the landscape scene: students as participatory evaluators of mobile geospatial technologies. *Journal of Geography in Higher Education*, 43(2), 131-154.

Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp. 357-400). Barcelona: Editorial espiral.

Rolim, A. L. S. et al. (2011). Realidade aumentada no ensino de ciências: tecnologia auxiliando a visualização da informação.

Santos, A. (2017). (Web) cartografia e realidade aumentada: novos caminhos para o uso das tecnologias digitais no ensino de geografia. *Geosaberes*. 9. 1. 10.26895/geosaberes.v9i17.647.

Silva, V. R. (2006). As relações entre geografia, mediação pedagógica e desenvolvimento cognitivo: contribuições para a prática de ensino em geografia. *Caminhos de Geografia*, 7(17).

Silva, M. et al. (2014). Ar jigsaw puzzle: Potencialidades de uso da realidade aumentada no ensino de geografia. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 25, No. 1, p. 194).

- Silva, E. S. A. D. (2017). Realidade aumentada: uma alternativa para a inovação de recursos didáticos para a EAD.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002, September). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. In *The First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit*, (pp. 8-pp). IEEE.
- Souza, M. T. D., Silva, M. D. D., & Carvalho, R. D. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein* (São Paulo), 8(1), 102-106.
- Souza, W. D. O. et al. (2016). A realidade aumentada na apresentação de produtos cartográficos. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 22(4), 790-806.
- Tori, R. *Educação sem distância*. 2.ed. Artesanato Educacional, 2017.
- Tori, R.; HOUNSELL, M. da S. (org.). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.
- Turan, Z., Meral, E., & Sahin, I. F. (2018). The impact of mobile augmented reality in geography education: achievements, cognitive loads and views of university students. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(3), 427-441.
- Vahldick, A., & Bittencourt, D. L. (2019). Uma Experiência em Sala de Aula usando um Livro Didático convertido para um Livro Aumentado. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 30, No. 1, p. 654).
- Vilaça, L. D. et al. (2019). Guia de decisões de projeto para sistemas de realidade aumentada aplicada ao ensino, considerando a psicopedagogia e a psicomotricidade: Um estudo de caso no desenvolvimento de material didático na geografia.
- Wu, H. K. et al. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41-49.
- Xiao, J. et al. (2018). Assessing the Effectiveness of Augmented Reality Courseware" Eight Planets in the Solar System". In *2018 9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)* (pp. 388-392). IEEE.
- Yang, Z., & Weng, D. (2016). Passive haptics based MR system for geography teaching. In *Proceedings of the 15th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry-Volume 1* (pp. 23-29).