

UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE FÍSICA EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL

A SYSTEMATIC REVIEW ABOUT THE USE OF AUGMENTED REALITY IN PHYSICS TEACHING IN POSTGRADUATE STUDIES IN BRAZIL

Kennedy Ferreira Araújo

Universidade Federal de Santa Catarina
kennedy.araujo@ifc.edu.br

Marília Nascimento Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina
marilianascimentooliveira@gmail.com

Tatiana da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina
tatiana.silva@ufsc.br

Resumo

A realidade aumentada (RA) se mostra capaz de contribuir para o ensino de física pela sua capacidade de possibilitar a visualização de eventos físicos sem a necessidade de laboratórios especializados. Vários trabalhos têm se dedicado a sistematizar a produção de conhecimento referente à utilização da RA no ensino de física. Ainda assim, um escopo pouco explorado diz respeito às pesquisas com essa temática que são elaboradas no âmbito de programas de pós-graduação. Por isso, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática de teses e dissertações produzidas no Brasil nos últimos dez anos que versam sobre o tema. A partir da revisão foi possível verificar que os trabalhos tratam, essencialmente, da elaboração de recursos para auxiliar o docente. Em sua maioria, são desenvolvidos recursos didáticos voltados à exposição de conteúdo, construídos com o apoio de teorias de aprendizagem que levam em consideração o processo cognitivo do estudante.

Palavras chave: realidade aumentada, ensino de física, revisão sistemática.

Abstract

Augmented Reality (AR) is shown capable of contributing to physics teaching due to its ability to provide visualization of physical events without needing specialized laboratories. Because of this, several studies have been dedicated to systematizing those who address the use of AR in physics teaching. Nevertheless, a not much explored scope concerns researches related to this theme in the context of post-graduate studies. Therefore, this work aims to conduct a systematic review of theses and dissertations produced in Brazil in the last ten years as deal with the application of AR in physics teaching. From the analysis of these studies, it was possible to verify that these researches deal, essentially, with the elaboration of resources to assist teachers in their pedagogical practice. Most of them are teaching resources developed for content display in the classroom environment, built with the support of learning theories which deal with cognitive processes.

Key words: augmented reality, physics teaching, systematic review.

Contextualização

De maneira geral, como acontece no meio social, no campo educacional as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são utilizadas de modo crescente, numa tentativa de melhorar a qualidade de ensino como todo (MORTALE; GOMES; CORRALLO, 2017). Particularmente, no ensino de Ciências/Física, essas tecnologias têm causado profundas mudanças gerando um salto qualitativo na associação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (RANGEL et al., 2012). Dentro das TDICs, um recurso tecnológico que mostra potencial para auxiliar na visualização dos eventos físicos na forma como eles acontecem é a Realidade Aumentada (RA) (VIEGAS; VIEIRA; SILVA, 2012). A visualização tem mostrado ser uma questão bastante relevante no processo de ensino e aprendizagem de fenômenos envolvendo as ciências naturais (SUDATHA; SIMAMORA, 2021; FAGUNDES, 2019; VAVRA et al, 2011), por isso, a importância da incorporação desses recursos junto às estratégias didáticas do professor.

Sendo assim, diante das potencialidades do uso das TDICs no ensino e aprendizagem, em particular, da tecnologia de Realidade Aumentada, este tipo de recurso tem se tornado objeto de diversas pesquisas. Com a relevância que esse tema passa adquirir, iniciativas para sistematizar estes trabalhos e apontar direcionamentos surgem com foco em diferentes abordagens como, por exemplo, na formação de professores para o uso das TDICs (RODRIGUES; ALMEIDA; DAL FORNO, 2018), na aplicação da RA em laboratórios remotos e virtuais (BERALDO; OLIVEIRA; STRINGHINI, 2021), na utilização da RA como ferramenta pedagógica no ensino médio (SILVA; RUFINO, 2021) ou mesmo em um escopo mais amplo que abrange diferentes níveis de ensino buscando práticas inovadoras e as principais barreiras da RA no ensino (LOPES et al. 2019). Não obstante, um recorte ainda pouco explorado corresponde à análise de pesquisas que são feitas no âmbito de cursos de pós-graduação *stricto sensu*, fato que motivou a construção deste trabalho.

Por fim, pelo exposto, essa investigação intenciona responder à seguinte questão: Qual o perfil das pesquisas que têm como objeto a utilização da Realidade Aumentada no ensino de física em trabalhos de conclusão de curso de pós-graduação no Brasil? Para essa tarefa a definição de RA adotada é aquela apresentada por Azuma *et al.* (2001) que entende que um sistema de RA complementa o mundo real com objetos virtuais (gerados por computador) que parecem

coexistir no mesmo espaço, sendo características desses sistemas: combinar objetos reais e virtuais em um ambiente real; funcionar de forma interativa e em tempo real e registrar objetos reais e virtuais entre si.

Metodologia

Esta pesquisa foi norteada pelos procedimentos metodológicos explicitados por Galvão e Ricarte (2019) respeitando as seguintes fases: i) delimitação da questão de pesquisa, ii) seleção das bases de dados, iii) elaboração da estratégia de busca, iv) seleção dos documentos e v) sistematização dos resultados. Durante a primeira fase foi delimitada a questão de pesquisa exposta na introdução. A partir do contexto inerente à própria questão de pesquisa, trabalhos de conclusão produzidos no âmbito da pós-graduação no Brasil, na segunda fase, a base de dados escolhida foi a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que reúne os textos completos das teses e dissertações defendidas nas instituições brasileiras de ensino e pesquisa, tem o acesso livre e permite vários formatos para exportação dos dados.

Na terceira fase, para a elaboração da estratégia de busca, se definiu como janela temporal os anos de 2010 a 2021, visando reunir trabalhos mais atuais. Como *string* de busca utilizou-se apenas o termo “Realidade Aumentada”, pois este estudo é resultado de uma consulta mais ampla que teve como objetivo identificar trabalhos que se utilizam da realidade aumentada no ensino em geral. Após a busca, foram encontrados 225 resultados que serão alvo de uma análise preliminar na próxima fase.

Para seleção dos trabalhos, na quarta fase, foram utilizados dois critérios para sua elegibilidade: (i) O trabalho deveria se relacionar com a área de ensino de física; (ii) O trabalho precisaria envolver análise, aplicação ou produção de algum tipo de recurso didático com RA. Foram examinados o título, palavras-chave e resumo para verificar quais teses e dissertações atendiam aos dois critérios definidos. Nesta etapa identificou-se que 8 trabalhos eram repetidos e 211 não versavam sobre o escopo estabelecido, restando, assim, 6 para uma análise mais profunda. Aqueles que foram selecionados, podem ser encontrados no Quadro 1, onde também é mostrada a categoria do programa de pós-graduação em que o trabalho foi desenvolvido (MA, mestrado acadêmico; MP, mestrado profissional; DA, doutorado acadêmico). Do total, 4 deles são dissertações e 2 deles são teses. Teses essas que foram desenvolvidas no programa de Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Já na quinta fase, para a sistematização dos resultados foi elaborado um quadro com informações comparáveis de cada trabalho que serviram de base para a construção do relatório final (este artigo) conforme orientam Galvão e Ricarte (2019). No quadro foram listadas, inicialmente, meta informações presentes na própria base de dados (título, autor, orientador, ano, palavras-chave, programa, instituição, área, subárea, tipo e resumo) e, posteriormente, depois da leitura de todo o trabalho, foi realizada uma análise crítica geral buscando elementos que auxiliam a responder à pergunta de pesquisa, tais como objetivo geral, objetivos específicos, teorias de aprendizagens utilizadas na pesquisa, nível de ensino, tipo de recurso de didático, finalidade pedagógica e conteúdos de física abordados.

Quadro 1: Trabalhos selecionados para a fase 2

Nº	Tipo	Autor	Título	Objeto de pesquisa
7	MP	MATOS, Alexandre de (2017)	O ensino da física através de analogias com variantes do jogo de xadrez: potencializado com realidade aumentada	A proposta dessa dissertação é o desenvolvimento de um produto educacional sob enfoque da RA.
11	MA	SOUZA, Marcelo Clayton de Jesus (2015)	O uso da realidade aumentada no ensino de física	Investigar se as escolas públicas, possuem infraestrutura tecnológica mínima para viabilizar o uso da RA para fins didáticos
48	MA	PERRONE, Breno Mário Silva (2018)	A formação de conceitos científicos em física: uma proposta de ensino delineada pela teoria das ações mentais utilizando realidade aumentada.	Sequência didática de ensino de Física utilizando a Realidade Aumentada, software instalado no celular.
86	MA	SANTOS, Maria Adélia Icó dos (2015)	Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia.	A utilização da Realidade Aumentada na produção de conteúdo educativos
91	DA	MACEDO, Suzana da Hora (2011)	Uso de técnicas de realidade aumentada no processo de ensino–aprendizagem de eletromagnetismo	Abordagem investigativa de conceitos de Eletromagnetismo usando Realidade Aumentada (RA).
95	DA	HERPICH, Fabrício (2019)	Recursos educacionais em realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física	Experimentos de recursos multimídia em um aplicativo móvel de realidade aumentada, buscando oportunizar interações com fenômenos físicos

Fonte: Autores (2022)

Um panorama sobre os trabalhos selecionados

Entre os seis trabalhos selecionados, dois deles têm como foco o desenvolvimento de *softwares* que utilizam a realidade aumentada no ensino de física, são eles: o número 91 e o 86, ambos de programas de pós-graduação relacionados à informática. A tese de Macedo (2011), trabalho 91, teve o intuito de verificar se a RA pode contribuir como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Eletromagnetismo por meio da construção de um software com RA que proporcione a visualização e interação com os experimentos de Eletromagnetismo. A autora se apoiou na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel para elaboração dos experimentos e concluiu que a RA permitiu a interação dos alunos com equipamentos que podem estar disponíveis na escola como *notebook* e *webcam*. Além disso, Macedo (2011) destaca que os resultados de seu estudo mostram que houve melhora estatisticamente significativa no desempenho dos aprendizes que utilizaram o recurso. Já o trabalho 86, intitulado “Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia”, elaborado por Maria Adélia dos Santos, teve como objetivo desenvolver um aplicativo utilizando a tecnologia da Realidade Aumentada voltado aos alunos do primeiro ciclo das séries iniciais do Ensino Fundamental. Este aplicativo se constitui em um jogo da memória que foi aplicado em um grupo de 12 profissionais da área educacional e 30

estudantes de duas turmas distintas, depois da utilização do *software* a coleta de informações se deu por meio de questionários onde os participantes informaram suas impressões sobre o jogo. O questionário contou com itens que abordavam tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos e com os resultados a autora inferiu que o aplicativo oferece situações e recursos que justificam sua utilização.

Outros dois trabalhos (11 e 95) se dedicaram a averiguar a contribuição da RA para o ensino de conceitos da Física. Souza (2015), autor do trabalho 11, pretendeu investigar em sua dissertação se a RA pode auxiliar na compreensão de conceitos de física, por meio da aplicação do Modelo de Drude para corrente elétrica. Durante sua pesquisa o autor averiguou se é possível para um professor de física sem conhecimento em programação construir e customizar objetos virtuais utilizados no *software* de RA. Ele também participou do processo de criação de um objeto virtual conjuntamente a professores e especialistas em programação, e, ao final, aplicou o objeto desenvolvido em uma turma do curso de Licenciatura em Ciências da USP/UNIVESP. Na aplicação do objeto, os resultados apontaram para que a RA possibilitou uma melhor compreensão do Modelo de Drude. Não obstante, o autor ratifica que estes dados são provenientes de uma única intervenção e que podem ter existido ruídos que não foram devidamente considerados na análise, sendo necessário estudos mais aprofundados. Herpich (2019), autor do trabalho 95, por sua vez, iniciou seu estudo com uma investigação de plataformas, tecnologias e recursos de realidade aumentada disponíveis para a implementação de aplicações educacionais para apurar os benefícios que os recursos educacionais aumentados proporcionam para o processo de ensino e aprendizagem em Física. Posteriormente, investigou os benefícios das interações dos estudantes com os recursos educacionais aumentados para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial aplicando avatAR UFRGS, aplicativo projetado pelo próprio autor onde o usuário tem acesso a diversos recursos educacionais e pode visualizar fenômenos físicos micro e macroscópicos. Após a aplicação do recurso, em um grupo com 208 sujeitos (112 no grupo experimental e 92 no grupo de controle), foi possível perceber a melhora no desempenho dos alunos que tiveram, além dos materiais tradicionais, o uso de recursos educacionais aumentados durante as aulas.

Os dois trabalhos restantes (7 e 48) se direcionaram na produção de materiais de apoio ao ensino. A pesquisa de Matos (2017), trabalho 7, teve como objetivo desenvolver um produto educacional, onde se empregou variantes do jogo de xadrez como instrumento para ensino de conceitos da física através de analogias. Este produto é composto por um manual descritivo sobre o funcionamento das variantes elaboradas (“xadrez gravidade”, “xadrez conservação de energia” e “xadrez entropia”), ele utiliza o “*App Augment*” para visualização dos diagramas de xadrez em animações 3d. O produto foi utilizado pelo próprio autor e apresentado para demais professores em treinamento que os ensinava a como empregar o recurso nas aulas. Depois de aplicar o jogo, Matos (2017) percebeu que prevaleceu mais o caráter lúdico do jogo o que proporcionou uma dinâmica mais agradável para as aulas. Já Perrone (2018), autor do trabalho 48, intitulado “A formação de conceitos científicos em física: uma proposta de ensino delineada pela teoria das ações mentais utilizando realidade aumentada”, em sua dissertação pretendeu “implementar no processo de Ensino e Aprendizagem em Física, no Ensino Superior, um modelo de ensino que favoreça o desenvolvimento da habilidade em definir conceitos científicos o qual se realiza à luz da psicologia socioconstrutivista” (PERRONE, 2018, p.15). Para tanto, o autor elaborou uma sequência didática utilizando a realidade aumentada como ferramenta de apoio para o ensino de Física, onde foram empregadas a teoria de Galperín, especialmente, no que se refere ao emprego da BOA (Base Orientadora da Ação) além de animações do movimento uniforme e movimento uniforme variado. Após a aplicação da sequência se percebeu que a interação dos discentes com as animações em realidade aumentada

foi fundamental para o desenvolvimento da crítica e análise dos fenômenos físicos. O autor ressalta que “quando as tecnologias são aplicadas com responsabilidade e planejamento, a diversão e o entusiasmo pelo novo é deixado de lado e a prática educativa assume orientação focada no objetivo de aprendizagem, no caso deste trabalho, a formação de conceitos científicos” (PERRONE, 2018, p.93).

Cabe ressaltar que por possuírem temas que relacionam a RA e o ensino de Física os trabalhos dispõem de uma ampla zona de contato, a linha destacada dentro de cada trabalho foi definida de acordo com direcionamento dos objetivos gerais e específicos de cada dissertação e tese. Não obstante, há presença dos três aspectos destacados (desenvolvimento de *software*, análise das contribuições da RA, produção de material de apoio ao ensino), em menor ou maior grau, nos seis trabalhos analisados.

Resultados e Discussões

Nesta seção apresentam-se os dados reunidos durante a construção do quadro que sistematiza as informações dos trabalhos selecionados.

Ano

Ao analisar o Quadro 1 que apresenta o ano em que os trabalhos foram finalizados constata-se que entre 2012 e 2014 houve um hiato de publicações, sendo sucedido por um período de estabilidade quanto ao número de trabalhos. Com relação ao surgimento de novos trabalhos a partir de 2015, cabe ressaltar que a realidade aumentada ganhou visibilidade a partir de 2013 com o lançamento do Google Glass e manteve-se em evidência nos anos seguintes diante da implantação de câmeras e GPS nos celulares. Além disso, também contribuiu para popularização da RA o surgimento de aplicativos como o *Ingress* em 2013, para Android; 2014 para iOS e *Pokémon Go* em 2016, ambos jogos da empresa Niantic Games (HOUNSELL; TORI; KIRNER, 2020).

Objetivos

Todos os trabalhos envolvem em algum momento a elaboração de recursos para auxiliar na prática docente, em sua maioria eles se constituem como recursos didáticos que fazem uso da RA na sua construção. A prevalência de pesquisas, que têm como objetivo o desenvolvimento, é ilustrada pela Figura 1 que apresenta uma nuvem de palavras gerada a partir dos objetivos gerais e específicos das dissertações e teses selecionadas.

Figura 1: Nuvem de palavras com objetivos gerais e específicos dos trabalhos



Fonte: Autores (2021)

Nível de ensino, recurso didático, finalidade pedagógica e conteúdos de Física abordados

Parametrizamos os trabalhos analisados em níveis de ensino (Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II, Ensino Médio, Ensino Superior, Educação não-formal, Educação Especial), recursos didáticos (Livro, Jogo, Simulação, Vídeo e Imagem) e conteúdos de Física abordados, identificados no Quadro 4. Quanto à finalidade pedagógica dos recursos produzidos, todos eles tinham como objetivo a exposição de conteúdo. Percebe-se que todos os níveis de ensino estão contemplados, os conteúdos de mecânica (gravitação, conservação de energia, astronomia, movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado), são os mais explorados. E, quanto ao recurso didático, jogos e simulação são os mais adotados.

Quadro 4: Sistematização do nível de ensino, recurso didático e conteúdos

Nº	Nível de Ensino	Recurso Didático	Conteúdos de Física Abordados
7	Médio	Jogo	Gravidade, Conservação de Energia e Entropia
11	Superior	Simulação	Modelo de Drude para condução elétrica
48	Superior	Simulação	Movimento Retilíneo Uniforme, Uniformemente Variado e Movimento Periódico
86	Fundamental I	Jogo	Planetas e Constelações
91	Médio	Imagem	Campo Magnético
95	Fundamental II e Médio	Simulação	Mecânica ¹

Fonte: Autores (2022)

Teorias de Aprendizagem

Entre os trabalhos analisados, 4 autores são citados no que se refere a teorias da aprendizagem: Lev Vygotsky, Petr Galperin, David Ausubel e Jean Piaget. Vygotsky foi referenciado quando se abordou as funções psicológicas e processos mentais superiores (7) e a teoria da mediação (11); Galperin por seu papel na construção na Teoria das Ações Mentais (48); Ausubel no que se refere aprendizagem significativa (91) e Piaget no que diz respeito ao desenvolvimento cognitivo (95). Apenas o trabalho intitulado “Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia” (86) não faz uso de nenhuma teoria da aprendizagem. S sedimenta a construção do *software* nas potencialidades que o uso da informática na educação traz para o processo de ensino e aprendizagem. A relação entre autores e trabalhos pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3: Relação entre autores e teorias de aprendizagem empregadas nos trabalhos

Autores	Teoria de aprendizagem	Trabalho
Lev Vygotsky	Funções psicológicas e processos mentais superiores	7
Lev Vygotsky	Teoria da mediação	11
Petr Jakovlevic Galperin	Teoria das Ações Mentais	48
David Ausubel	Aprendizagem significativa	91
Jean Piaget	Teoria do desenvolvimento cognitivo	95

Fonte: Autores (2022)

Ao examinar as teorias utilizadas nos trabalhos, é possível observar que ganham destaque aquelas que tratam sobre os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Diante da

¹ O aplicativo utilizado pelo autor apresentava as seguintes categorias: Mecânica, Hidrostática, Ondulatória, Eletromagnetismo, Fontes de Energia, Calorimetria e outros. A pesquisa focava em apurar os benefícios que os recursos educacionais aumentados proporcionam para o processo de ensino e aprendizagem em Física, mais especificamente no que se refere à habilidade de visualização espacial e o desenvolvimento cognitivo.

prevalência de pesquisas que têm como objetivo o desenvolvimento de recursos didáticos, o foco em teorias de aprendizagem representa a preocupação dos autores com a forma como as pessoas aprendem e a importância de se considerar a forma como nossa arquitetura cognitiva processa diferentes informações.

Conclusão

Diante do exposto na seção anterior, cabe então retornar à questão basilar deste artigo: Qual o perfil das pesquisas que têm como objeto a utilização da Realidade Aumentada no ensino de física em trabalhos de pós-graduação no Brasil? Tendo como fonte o recorte explicitado na metodologia é possível afirmar que essas pesquisas tratam da elaboração de recursos para auxiliar o docente em sua prática pedagógica. Em sua maioria recursos didáticos voltados à exposição de conteúdo no ambiente de sala de aula, construídos com o apoio de teorias de aprendizagem relacionadas aos processos cognitivos envolvidos na apropriação de um determinado conteúdo.

Os trabalhos analisados compreendem a RA não como uma tecnologia redentora capaz de garantir a aprendizagem, mas sim a posicionam como um elemento que contribui para esse processo. As pesquisas reforçam o potencial da RA para enriquecer o diálogo entre professor e aluno, fortalecendo e dinamizando o ensino (7,11). Há o indicativo do efeito positivo da RA para aprimorar a habilidade de visualização espacial e da relação deste benefício com um melhor desempenho dos alunos (95), além da sua contribuição para se visualizar experimentos da física (91,95). Os estudos apontam que a introdução da RA nas atividades em sala tem o potencial de atrair a atenção/interesse dos alunos e estimular a participação nas aulas (7,48,86,91). No entanto, destaca-se ainda a importância de um planejamento prévio para inserção deste recurso, de modo que se possa conduzir o foco dos alunos para o objetivo da aprendizagem evitando-se que eles se dispersem. É necessário também que o docente se aproprie dos conhecimentos e habilidades mínimas para que possa fazer uso da RA e, assim, prestar auxílio aos estudantes caso ocorram problemas.

Cabe ressaltar que o presente trabalho não tem intenção de esgotar todos os aspectos que relacionam as pesquisas analisadas. Para aqueles que desejam se aprofundar na leitura foi criada uma planilha² com as informações sistematizadas, inclusive aquelas que não foram utilizadas na elaboração do artigo.

Agradecimentos e apoios

Ao Instituto Federal Catarinense (IFC) pela realização do programa Doutorado Interinstitucional em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que possibilitou a participação do autor Kennedy Araújo na construção dessa pesquisa.

Referências

AZUMA, Ronald et al. Recent advances in augmented reality. **Ieee Computer Graphics And Applications**, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 34-47, dez. 2001. Institute of Electrical and Electronics

²

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RV1TcFziUIynZ9Tl1ADa5A2ZhdmaLpvGZlGBmxBOnGo/edit#gid=0>

Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/38.963459>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/963459>. Acesso em: 16 maio 2022.

BERALDO, Ana Lúcia da Silva; DE OLIVEIRA, Tiago; STRINGHINI, Denise. Laboratórios remotos e virtuais no Brasil com foco no ensino: Uma revisão sistemática da literatura. **RENOTE**, v. 19, n. 1, p. 330-340, 2021.

FAGUNDES, Adriano Luiz. **Visualização de fenômenos astronômicos básicos mediada por recursos visuais didáticos**. 2019. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215630>. Acesso em: 5 abr. 2022.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019. **Logeion Filosofia da Informação**. <http://dx.doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73>. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 15 maio 2022.

HERPICH, Fabrício. **Recursos educacionais em realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física**. 2019. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Informática na Educação, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/199101>. Acesso em: 05 mar. 2022.

HOUNSELL, Marcelo da Silva; TORI, Romero; KIRNER, Claudio. Realidade Aumentada. In: TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. p.30-59.

LOPES, Luana Monique Delgado et al. INOVAÇÕES EDUCACIONAIS COM O USO DA REALIDADE AUMENTADA: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 1-33, mar. 2019. **FapUNIFESP (SciELO)**. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698197403>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/D8BG7VqVDPmYk3d5xmCJJyF/>. Acesso em: 03 maio 2022.

MACEDO, Suzana da Hora. **Uso de técnicas de realidade aumentada no processo de ensino-aprendizagem de eletromagnetismo**. 2011. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Informática na Educação, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/55702>. Acesso em: 3 maio 2022.

MATOS, Alexandre de. **O ensino da física através de analogias com variantes do jogo de xadrez: potencializado com realidade aumentada**. 2017. 189 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ensino de Física, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/185390>. Acesso em: 3 maio 2022.

MORTALE, Lucas Alexandre; CORRALLO, Marcio Vinicius; GOMES, Emerson Ferreira. Uma Reflexão sobre o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Física (TDIC). In: SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR DE TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO, 3., 2017, Boituva. **Anais [...]**. Boituva: Sintex, 2017. p. 2-6.

PERRONE, Breno Mário Silva. **A formação de conceitos científicos em física: uma proposta de ensino delineada pela teoria das ações mentais utilizando realidade aumentada**. 2018.

117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

RANGEL, Flaminio de Oliveira; SANTOS, Leonardo Sioufi Fagundes dos; RIBEIRO, Carlos Eduardo. Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 651-677, jul. 2012.

RODRIGUES, Telma Cristina; ALMEIDA, Iara Carnevale de; FORNO, Leticia Fleig dal. Formação de professores para uso de TDICs em sala de aula: revisão sistemática das produções brasileiras. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., 2018, Olinda. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2018. p. 1-12. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/47467>. Acesso em: 1 jun. 2022.

SANTOS, Maria Adélia Icó dos. **Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional**: um exemplo em alguns conceitos na astronomia. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Doutorado em Computação Aplicada, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/bitstream/tede/366/2/Dissertacao-%20Ad%C3%A9lia%20Corrigida.pdf>. Acesso em: 3 maio 2022.

SILVA, Luiz Gustavo Pereira da; RUFINO, Hugo Leonardo Pereira. Revisão sistemática sobre as vantagens e desafios no uso de realidade aumentada como ferramenta pedagógica no ensino médio. **Educação**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p. 1-31, maio 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/42392>. Acesso em: 13 maio 2022.

SOUSA, Marcelo Clayton de Jesus e. **O uso da realidade aumentada no ensino de física**. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-21082015-170850/publico/Marcelo_Clayton_de_Jesus_e_Sousa.pdf. Acesso em: 3 abr. 2022.

SUDATHA, Gde Wawan; SIMAMORA, Alexander Hamonangan. The effectiveness of using dynamic visualization in natural science learning to improve students' understanding in junior high schools. **Journal Of Educational Science And Technology**. Sulawesi Selatan, p. 32-39. 1 abr. 2021. Disponível em: <https://ojs.unm.ac.id/JEST/article/view/17681>. Acesso em: 16 set. 2022.

VAVRA, Karen Loerke. et al. **Visualization in science education**. Alberta Science Education Journal, v. 41, n. 1, p. 22-30, 2011.

VIEGAS, Márcio Augusto Carvalho; VIEIRA, Marcelo Bernardes; SILVA, Rodrigo Luis de Souza da. Ferramenta de Apoio ao ensino de Física utilizando **Realidade Aumentada**. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.L.], v. 20, n. 03, p. 60-73, 1 dez. 2012. Sociedade Brasileira de Computacao - SB. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2012.20.03.60>. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/rbie/article/view/1372>. Acesso em: 21 maio 2022.